

# Отчет

## нагрузочного тестирования системы Галактика ERP в режиме распараллеленного расчета заработной платы 07.07.2017

### Цели и задачи тестирования

Целью нагрузочного тестирования является оценка перспектив использования технологии распараллеливания процессов для обеспечения масштабируемости системы Галактика ERP.

Основной задачей тестирования является проведение полного расчета заработной платы с использованием технологии распараллеливания процессов на большом объеме данных (1 млн. лицевых счетов) за время не более 10 часов

### Период проведения работы

25.05.2017 -06.07.2017.

### Объект тестирования

Испытания проводились на коммерческой версии системы Галактика ERP версии 9.1 с обновлением Атлантис 5.5.28 и текущими прикладными обновлениями на 30.05.2017 с пакетом обновлений ZAR\_91\_430 на платформе Oracle 11.2.

Объектом тестирования является функция «Расчет заработной платы» с использованием технологии распараллеливания процессов за счет одновременного расчета на нескольких рабочих станциях (кластеризации). Описание технологии представлено в Приложении 1.

### Тестовые данные

Тестовая база на 1 млн. (1 008 135) лицевых счетов (ЛС) создана путем клонирования выборки 1455 ЛС (693 клон) за июль (текущий) месяц из обезличенной клиентской базы. Наполнение БД на момент тестирования представлено в Приложении 2.

### Структура тестового стенда

Тестирование проводилось на конфигурации, состав которой указан в Приложении 3.

### Методика испытаний

Методика испытаний приведена в Приложении 4.

### Выполненные работы и результаты

В период проведения тестирования выполнены следующие работы:

- Настройка и оптимизация аппаратной конфигурации стенда.
- Оптимизация работы СУБД Oracle.
- Подбор оптимальных условий расчета, включая определение для каждого этапа расчет оптимального количества серверов расчета, запускаемых на терминал-сервере.
- Проведение контрольного расчета.

Результаты контрольного расчета приведены ниже, в таблице.

Этап расчета	Время выполнения, сек	Число параллельных процессов (оптимизировано)
1. Предварительная разноска	5171	84
2. Расчет начислений	6518	84
3. Распределение затрат	3505	32
4. Расчет удержаний	5461	74
5. Расчет налогов на фот	9004	64
6. Расчет сальдо	5917	54
<b>Итого</b>	<b>35576</b>	

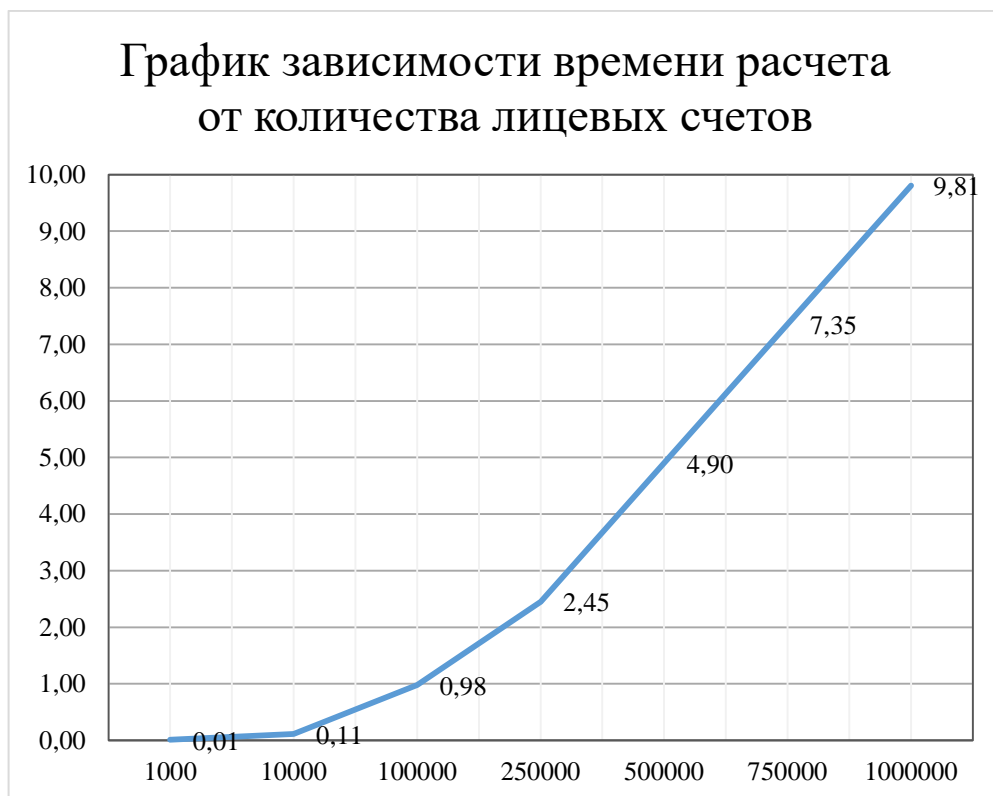
Проверка результатов расчета показала, что он прошел полностью и корректно.

Таким образом, время расчета заработной платы для 1 008 315 лицевых счетов составило 9,88 часов, что ниже установленного целевого значения – 10 часов.

Расчет 1 лицевого счета выполнен за 0,0353 сек.

Средняя скорость была свыше 100 тысяч лицевых счетов за 60 минут и 1 700 лицевых счетов за 60 секунд.

На 10 000 лицевых счетов расчет составил 6 мин 50 сек.



По горизонтали указано количество лицевых счетов, по вертикали – время расчета в часах.

Параметры терминал-сервера и сервера БД во время контрольного расчета приведены в Приложении 5.

## Выводы

1. Задача тестирования выполнена. Достигнут целевой показатель времени полного расчета заработной платы на 1 миллионе лицевых счетов в системе Галактика ERP 9.1 - не более 10 часов.
2. Отработаны методы настройки и оптимизации параллельного расчета, которые могут быть использованы на площадках заказчиков.

## Приложение 1. Реализация распределенного расчета (кластеризации)

Вычисления выполняются на рабочих станциях – каждой рабочей станции для обработки выделяется своё, не пересекающееся с другими, множество лицевых счетов; сервер БД обеспечивает извлечение данных для расчетов и сохранение их результатов; по локальной сети обеспечивается взаимодействие сервера и рабочих станций. Очевидно, что эффективность расчета будет зависеть от количества задействованных рабочих станций только в том случае, если программно-аппаратная конфигурация сетевой вычислительной системы такова, что именно расчет на рабочей станции является узким местом алгоритма.

Для функции расчета заработной платы в Галактике ERP реализована поддержка механизма кластеризации. Для этого доступны следующие интерфейсы:

- 1) **Сервер распределенного расчета.** Предполагается, что для выполнения распределенного расчета может быть запущено произвольное количество экземпляров приложения Галактики ERP, в каждом из которых будет выполняться сервер распределенного расчета. Для запуска этого интерфейса требуется наличие лицензии DISTRIBUTE:

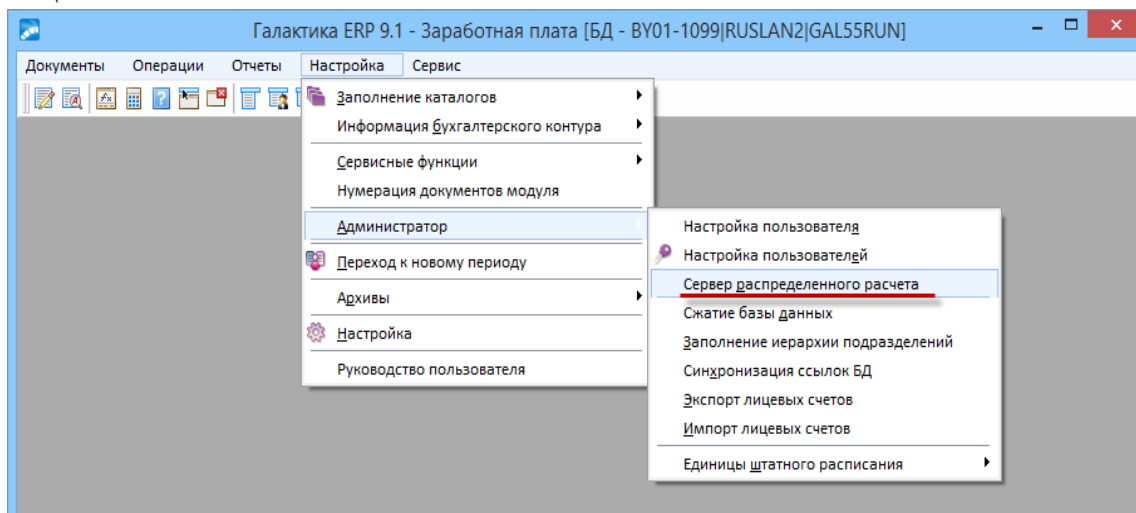


Рисунок 1. Запуск сервера распределенного расчета

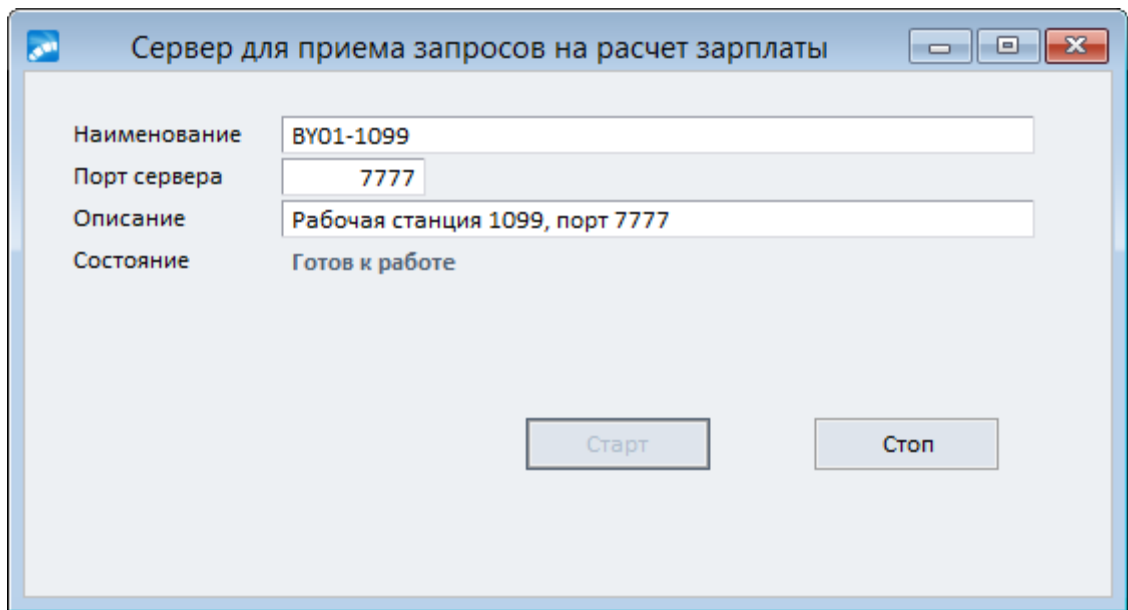


Рисунок 2. Интерфейс сервера распределенного расчета

В качестве параметров, идентифицирующих сервер, должны быть указаны его сетевое имя (или IP-адрес) и сетевой порт, через который сервер будет получать задания. Взаимодействие клиента (диспетчера) с серверами осуществляется с использованием [Windows Sockets API](#).

## 2) Диспетчер распределенного расчета. В окне параметров расчета заработной платы

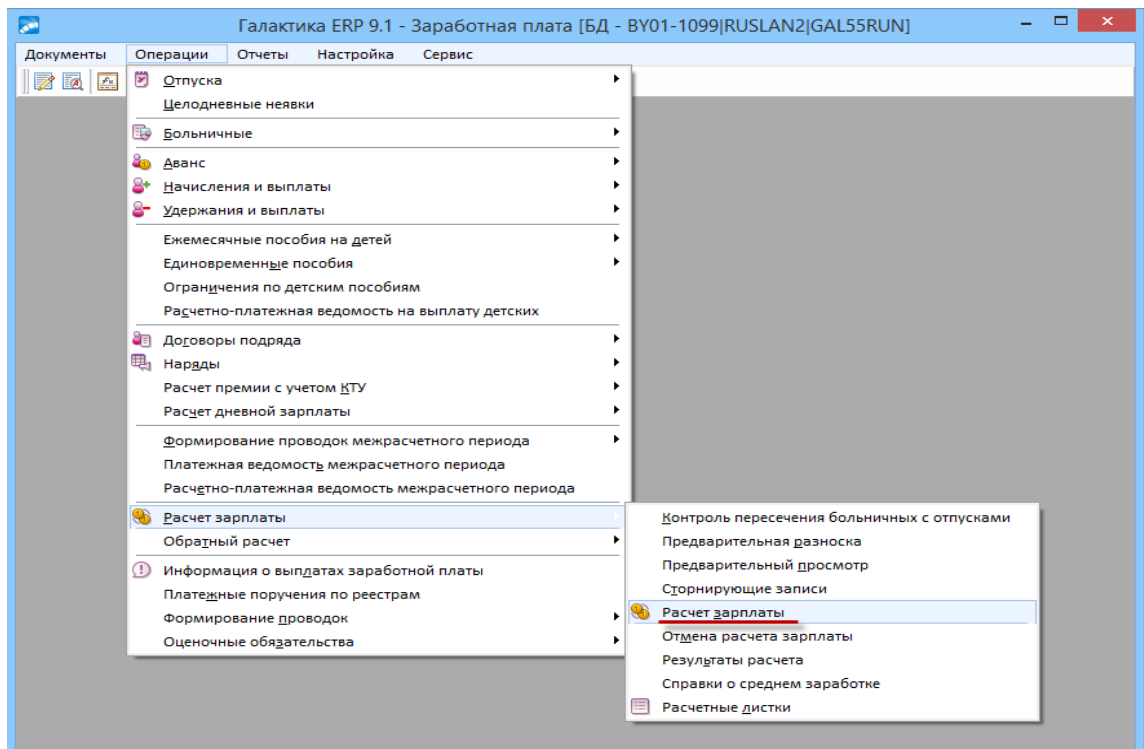


Рисунок 3. Запуск расчета заработной платы

доступна опция «Распределенный расчет»:

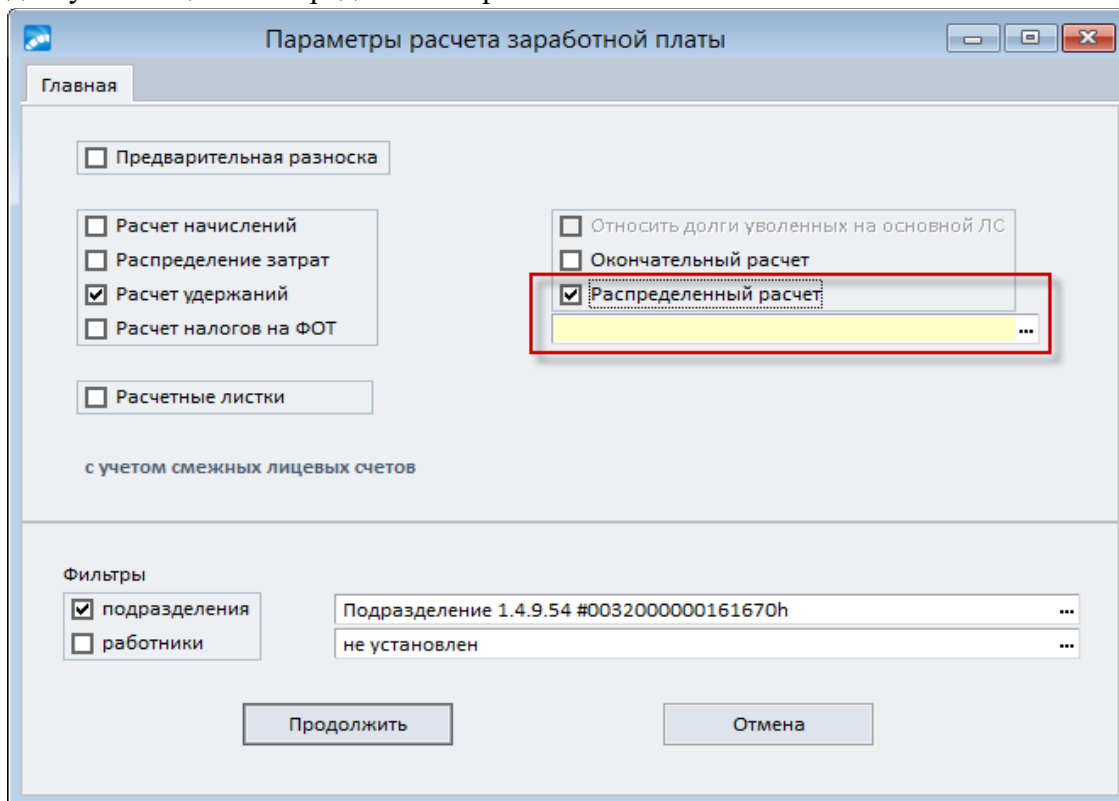


Рисунок 4. Параметр включения распределенного расчета

При её активации появляется поле, нажатие F3 в котором откроет интерфейс диспетчера распределенного расчета:

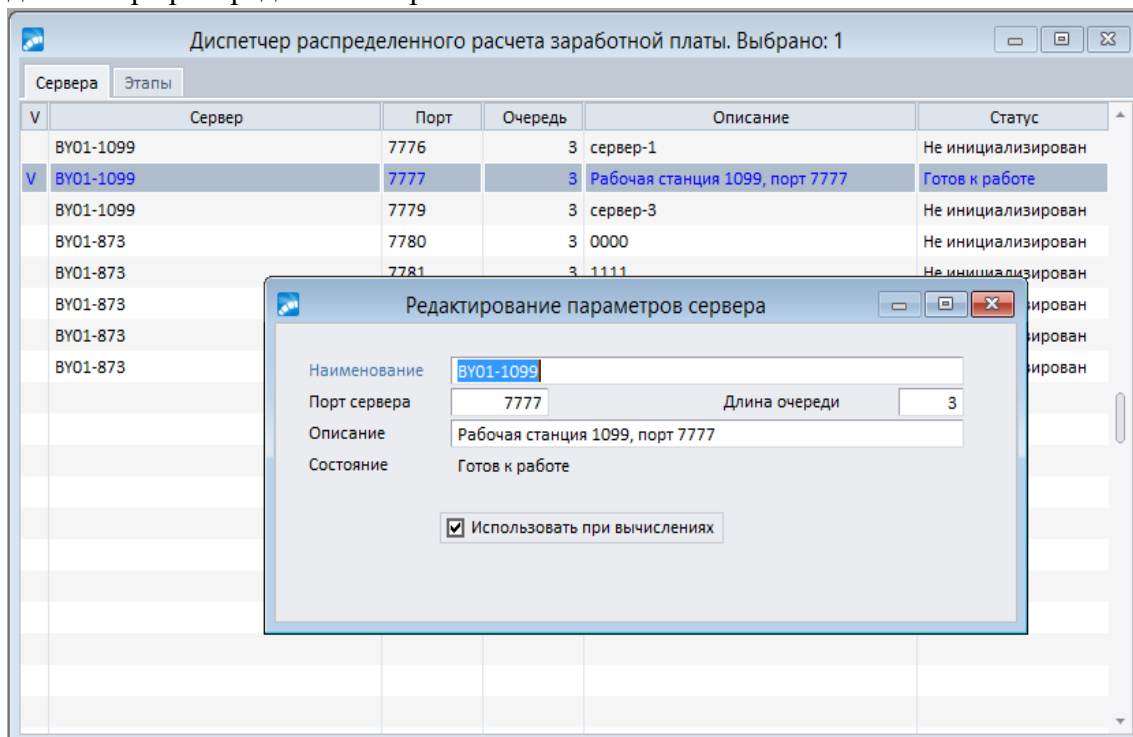


Рисунок 5. Интерфейс диспетчера распределенного расчета

В этом интерфейсе можно настроить сервера, которые будут принимать участие в распределенном вычислении. Для каждого сервера можно указать длину очереди заданий. Очередь заданий сервера обеспечивает его безостановочную работу. Рекомендуемое значение длины очереди – 3.

Контекстное меню интерфейса диспетчера позволяет проверить доступность серверов:

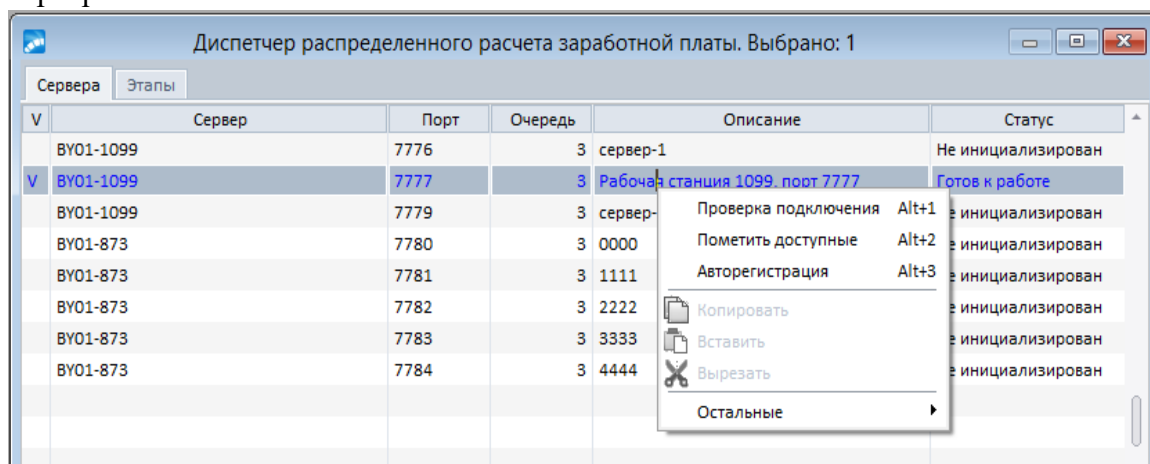


Рисунок 6. Контекстное меню интерфейса диспетчера

Функцией *Авторегистрация* можно выполнить автоматическое наполнение списка серверов в момент их запуска.

На вкладке «Этапы» можно ограничить количество используемых серверов для каждого из этапов расчета. Значение 0 будет признаком того, что при выполнении соответствующего этапа расчета зарплаты весь расчет будет выполняться на рабочей станции диспетчера без распараллеливания:

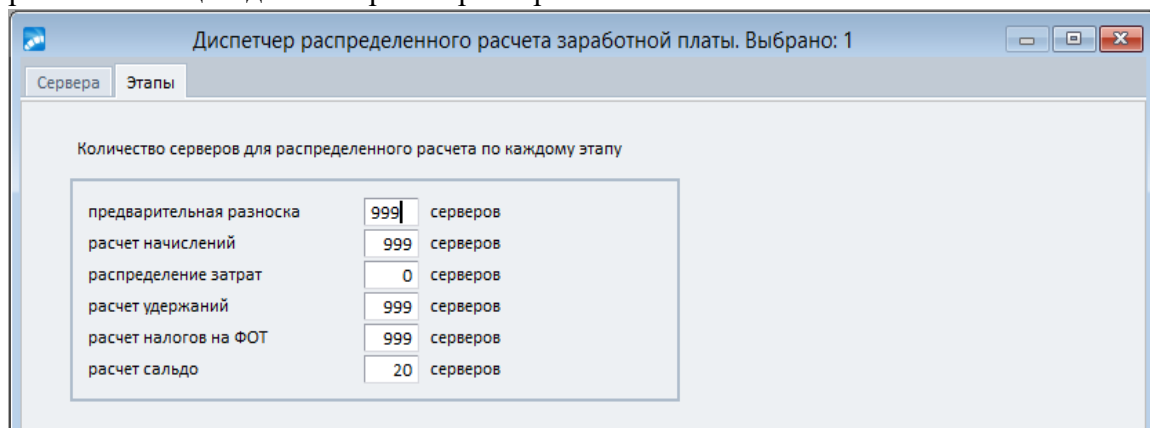


Рисунок 7. Настройка лимита серверов

Запуск расчета заработной платы выполняется как обычно кнопкой [Продолжить] в окне параметров расчета. При включенной опции «Распределенный расчет» расчет зарплаты выполняется следующим образом: в цикле по всем выбранным лицевым счетам работников для каждого ЛС сначала выполняется попытка делегировать его расчет одному из серверов, помеченных как используемые при расчете.

Если свободных серверов нет (заполнены очереди их заданий), то расчет этого очередного ЛС выполняется на диспетчере (на текущей рабочей станции). Если по каким-то

причинам сервер не выполнит переданные ему задания, диспетчер их обработает повторно.

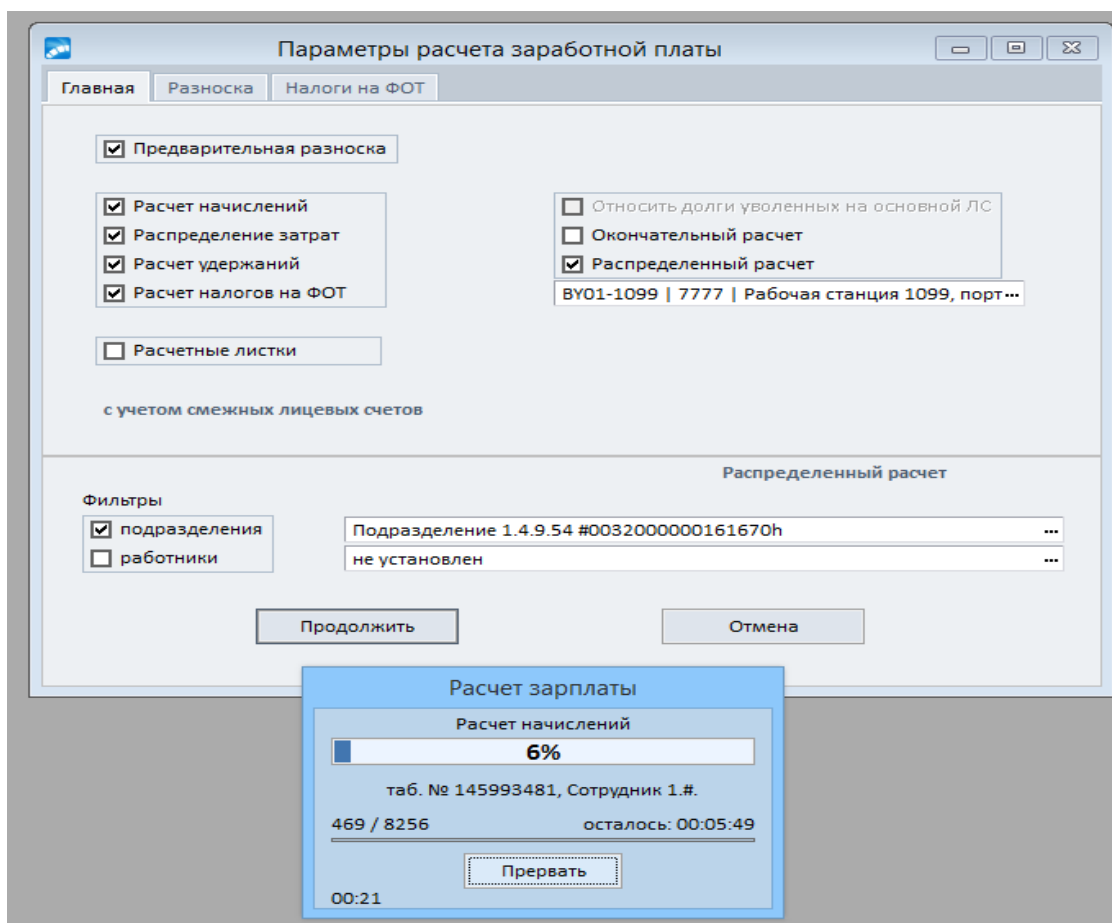


Рисунок 8. Визуализация расчета на диспетчере

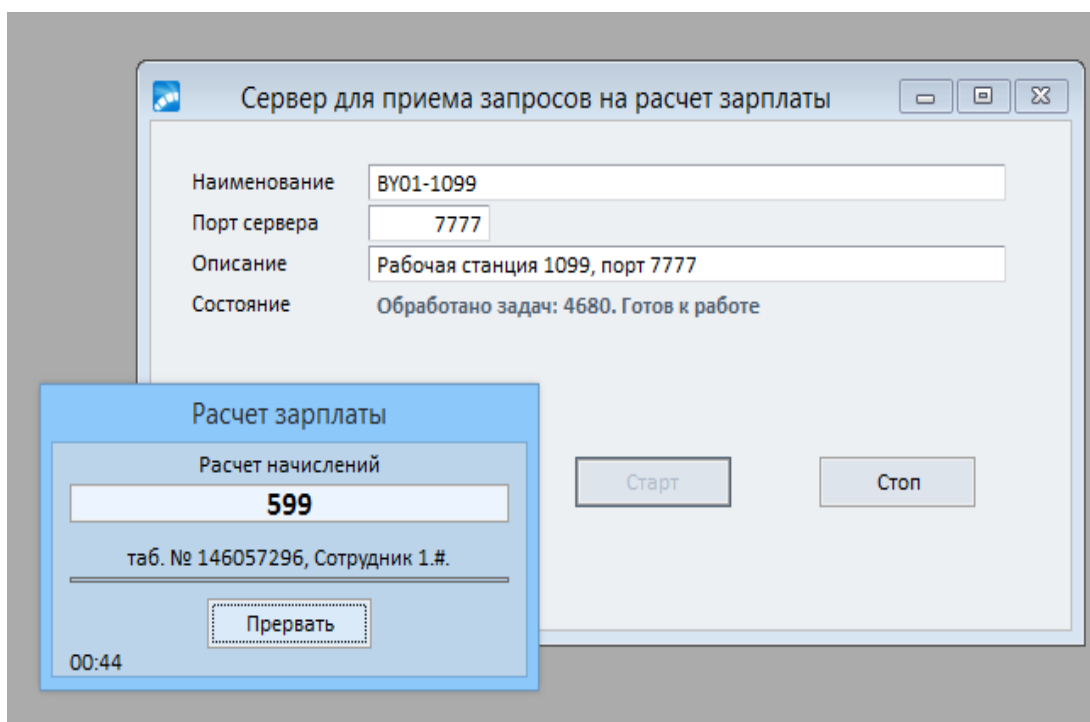
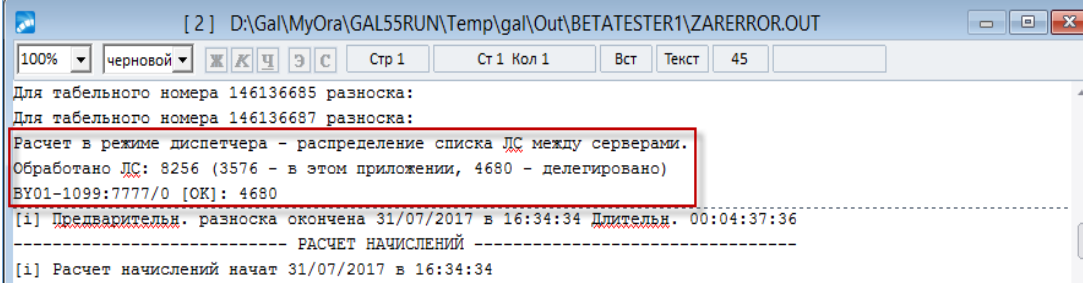


Рисунок 9. Визуализация расчета на сервере

По завершении вычислений в протоколе расчета отображается статистическая информация о распределении заданий на каждом этапе расчета:



```
[ 2 ] D:\Gal\MyOra\GAL55RUN\Temp\gal\Out\BETATESTER1\ZARERROR.OUT
100% | черновой | Ж К Ц Э С | Стр 1 | Ст 1 Кол 1 | Вст | Текст | 45
Для табельного номера 146136685 разноска:
Для табельного номера 146136687 разноска:
Расчет в режиме диспетчера - распределение списка ЛС между серверами.
Обработано ЛС: 8256 (3576 - в этом приложении, 4680 - делегировано)
BY01-1099:7777/0 [OK]: 4680
-----
[i] Предварительн. разноска окончена 31/07/2017 в 16:34:34 Длительн. 00:04:37:36
----- РАСЧЕТ НАЧИСЛЕНИЙ -----
[i] Расчет начислений начат 31/07/2017 в 16:34:34
-----
```

*Рисунок 10. Протокол расчета заработной платы*

На данный момент функционал распределенного расчета зарплаты доступен для платформы Oracle. Запланирована его реализация и для платформы MS SQL.

Ведутся работы по замене механизма взаимодействия диспетчера с серверами с механизма Windows Sockets API на механизм взаимодействия через СУБД.

Планируется реализация кластеризации и для других алгоритмов, в частности для функции «Переход к новому периоду» в заработной плате.



**Приложение 2. Наполнение тестовой базы.**

<b>№</b>	<b>Сущности (таблицы)</b>	<b>Количество записей</b>
1	Лицевые счета (lschet)	1 008 315
2	Карточки сотрудника (persons)	1 008 315
3	Начисления (nachisl)	4 352 755
4	Неначисляемые суммы (nenach)	11 088
5	Удержания (uder)	6 487 965
6	Налоги на ФОТ (perevodtek)	22 451 902
7	Постоянные доплаты (doplat)	1 388 772
8	Постоянные удержания (shtraf)	3 142 062
9	Переходы (perexod)	207 207
10	Отпуска (otpusk)	492 723
11	Больничные (blisnet)	110 880
12	Пособия на детей (child)	9 009
13	Единовременные пособия (childone)	693
14	Реестры на окончательную выплату (spplban)	2 188 494
15	Реестры межпериод (spplban)	4 356 891

### **Приложение 3. Конфигурация тестового стенда.**

#### **Сервер базы данных**

Выделено 8 ядер Power8, организованных как 10 (20) виртуальных процессоров, в режиме SMT-4. CPU clock speed – 4024 Mhz

Объем оперативной памяти на данный раздел - 128GB

Системный диск – 16 GB

Диск DB Oracle – 480 GB

Диск SSD (для логов Oracle) - 10GB

OS - AIX 7100-04-02-1614 (7.1 TL 4 SP2)

#### **Файловый сервер с диспетчером расчета**

Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 @ 2.50GHz 2.50 GHz (8 ядер), RAM 16 GB, Windows Server 2008 R2 Enterprise, 64-разрядная система, диск 50 GB +500 GB

#### **Терминал-сервер с серверами расчета**

Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 @ 2.50GHz 2.50 GHz (32 ядра), RAM 160 GB, Windows Server 2008 R2 Enterprise, 64-разрядная система, диск 50 GB

#### **Сервер аппаратного ключа**

Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 @ 2.50GHz 2.50 GHz (8 ядер), RAM 16 GB, Windows Server 2008 R2 Enterprise, 64-разрядная система, диск 50 GB

#### **Сервер контроллера домена**

Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2658 0 @ 2.10GHz 2.10 GHz (2 ядра), RAM 4 GB, Windows Server 2008 R2 Enterprise, 64-разрядная система, диск 50 GB

#### **Программные средства**

При тестировании была использована система Галактика ERP версии 9.1 с обновлением Атлантис 5.5.28 и текущими прикладными обновлениями на 30.05.2017 с пакетом обновлений ZAR\_91\_430 на платформе Oracle 11.2.

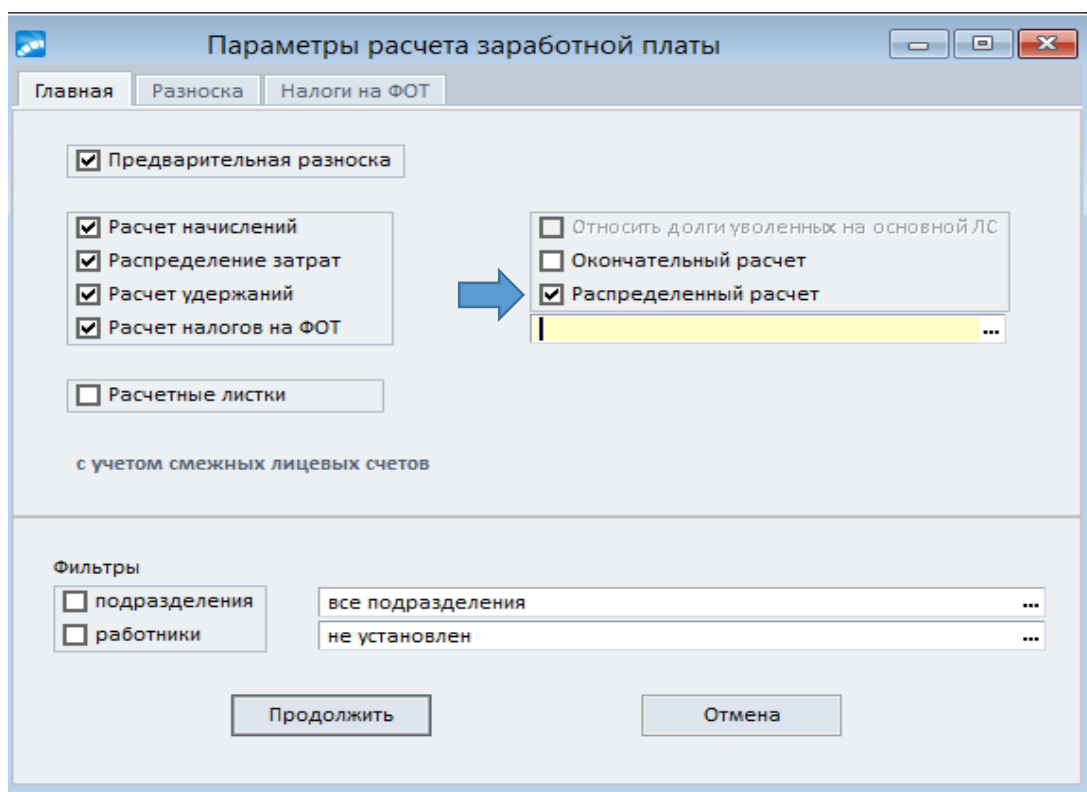
Система Галактика ERP представляет собой интегрированную систему автоматизации управления предприятием. Система создана на базе средства разработки Атлантис, обеспечивающего функциональную поддержку прикладного программного обеспечения.

Система может функционировать как в двухуровневой архитектуре (клиент – сервер), так и в трехуровневой (клиент – сервер приложений – сервер БД).

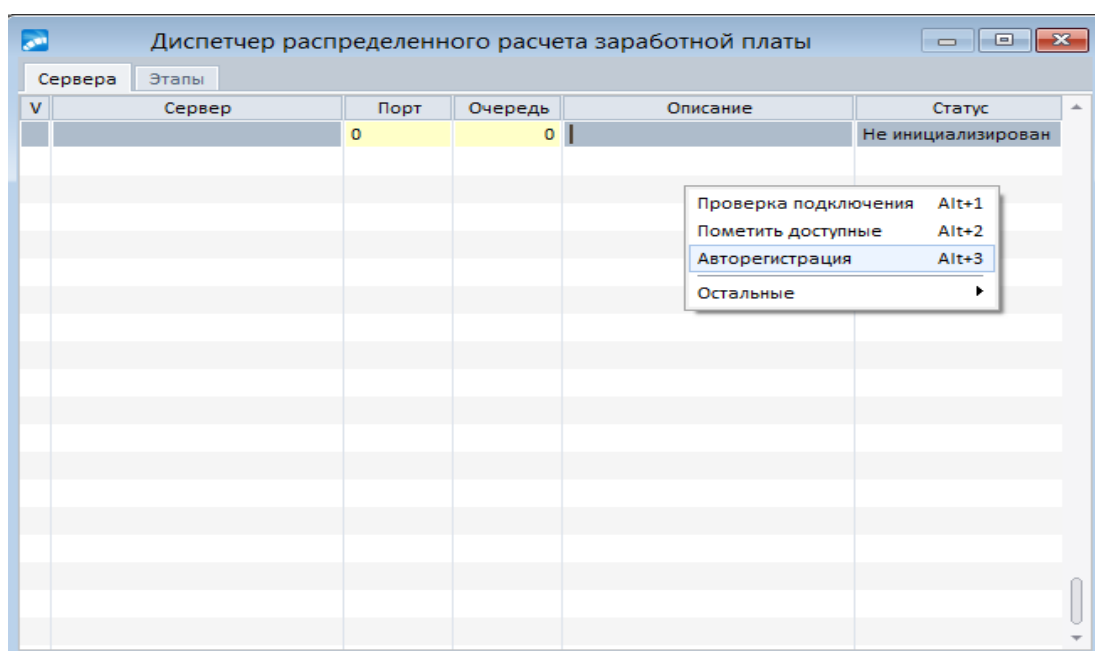
Тестирование проводилось в двухуровневой архитектуре.

#### Приложение 4. Методика испытаний.

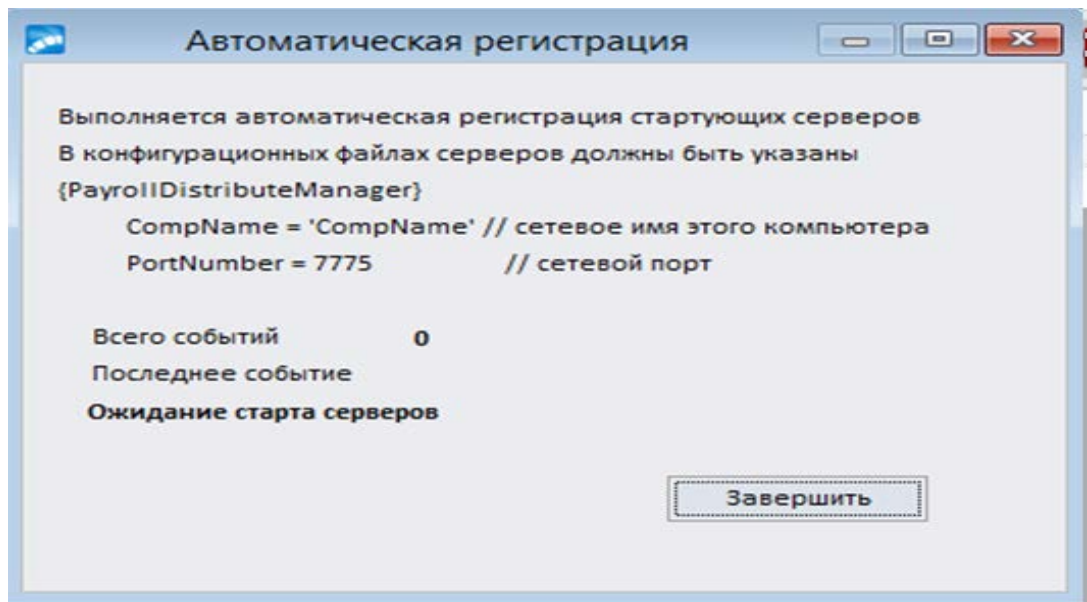
1. Запуск системы Галактика ERP 9.1 на файловом сервере.
2. Запуск функции Заработная плата | Операции | Расчет зарплаты | Расчет зарплаты.
3. Установка параметров расчета и включение режима распределенного расчета:



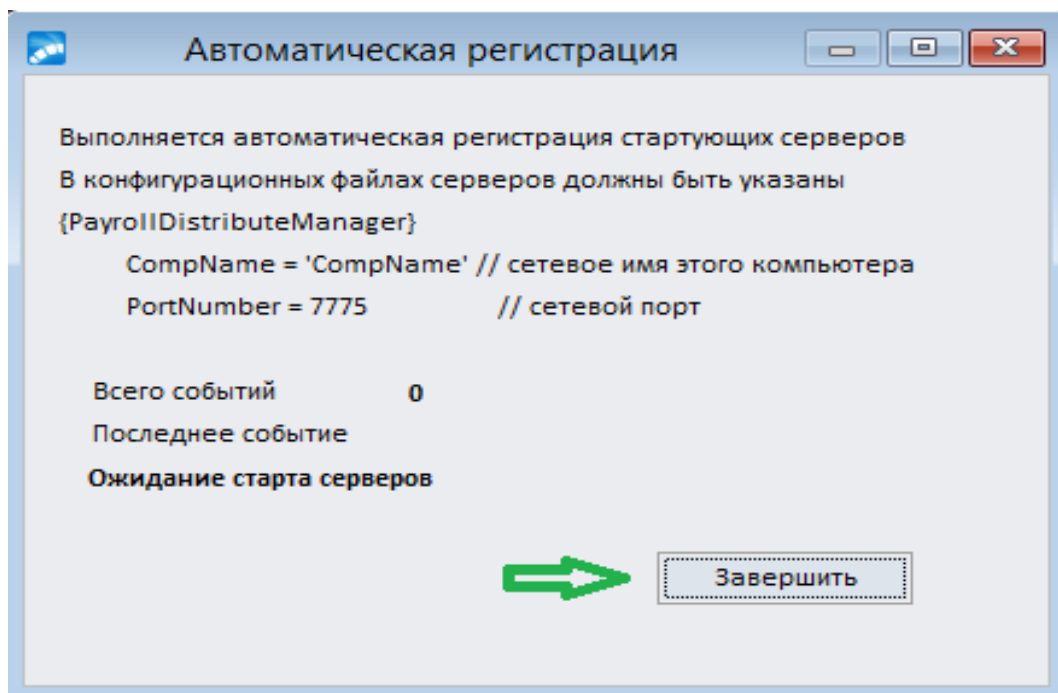
4. Запуск диспетчера расчета (в открывшемся желтом поле по F3). Запуск автоматического поиска серверов расчета – «Авторегистрация» (в локальном меню):



Откроется окно авторегистрации серверов.

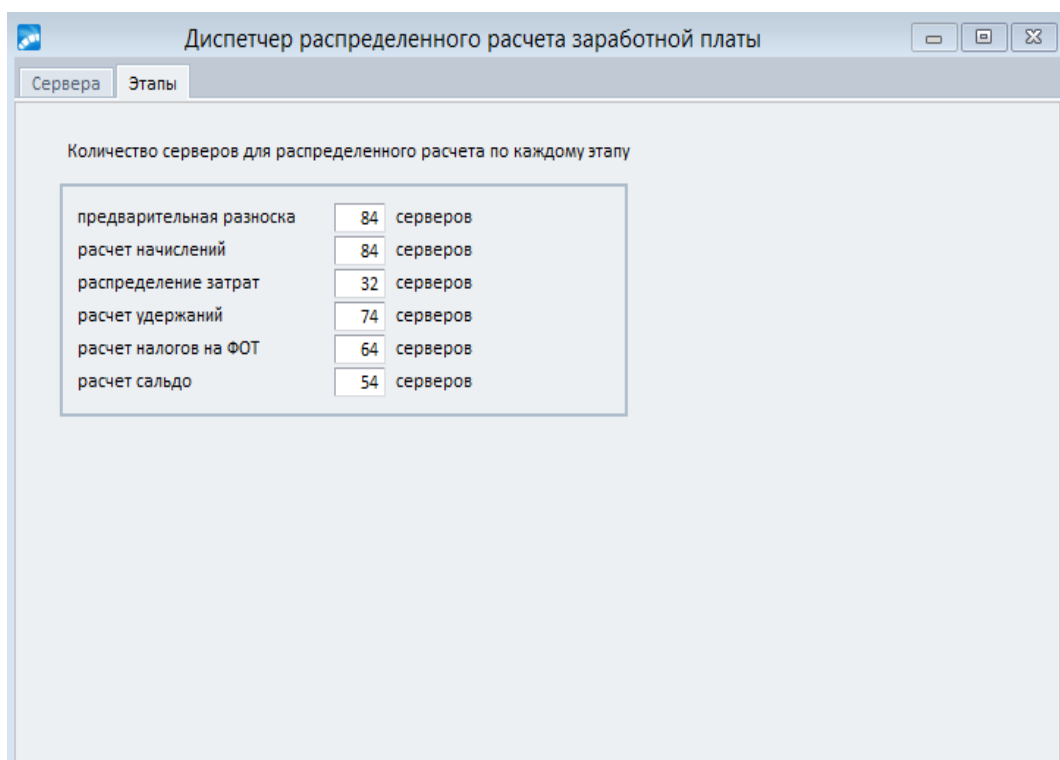


5. Запуск создания 84 сессий на терминал-сервере с помощью утилиты Virtual User Generator с автозапуском bat-файла, в котором прописано ожидание появления файла-семафора запуска Галактики.
6. Запуск на файловом сервере bat-файла, генерирующего файлы-семафоры с номерами серверов в именах файлов (StartTerm%1.txt). После появления файлов-семафоров происходит автозапуск экземпляров Галактики ERP в соответствующих терминальных сессиях с автозапуском и стартом серверов расчета (настройки автозапуска серверов расчета прописаны в конфигурационном-файле).
7. Завершение Авторегистрации после того, как все сессии с серверами расчета запущены и обнаружены диспетчером,



8. Все найденные серверы помечены, выбираем их. В дальнейшем серверы сохранятся в базе и их можно выбрать по INS или по локальной функции «Пометить доступные».

9. Настройка использования серверов для каждого этапа расчета. Определяется опытным путем на тестовых запусках на 10 000 ЛС, т.е. находим такую комбинацию серверов при которой получаем наилучший результат по времени. На стенде IBM, где на терминал-сервере было 32 логических ядра, была подобрана следующая комбинация 84/84/32/74/64/54. Указываем на вкладке «Этапы»:



10. Установка фильтра по сотрудникам или подразделениям. Если делаем расчет на 1 миллион, то фильтр не выбираем – будет автоматически формировать по всем.
11. Запуск мониторинга на терминал-сервере и сервере БД.
12. Запуск расчета зарплаты – кнопка Продолжить.
13. Во время выполнения теста производится мониторинг следующих характеристик исследуемой системы:
- использование аппаратных ресурсов терминал-сервера (средствами ОС Windows);
  - использование аппаратных ресурсов сервера БД (средствами ОС AIX 7.1);
  - отчет о производительности БД (средствами мониторинга БД Oracle) ;
  - время выполнения контрольного теста (по log-файлам системы Галактика ERP);
  - загрузка локальной сети между терминал-сервером и сервером БД.
14. Сохранение результатов расчета. По окончании расчета формируется лог-файл zerror.log, в котором сохраняется информация о времени каждого этапа расчета и распределении заданий по серверам на каждом этапе. Этот файл необходимо сохранить вручную, т.к. при закрытии он автоматически не сохраняется.
15. Сбор информации об ошибках расчета. С терминал-сервера с помощью специального bat-файла копируются логи ошибок (если таковые имеются).

## Приложение 5. Параметры системы во время контрольного расчета.

### Статистика терминал-сервера

#### Память

Перед запуском расчета на терминал-сервере было использовано 23 Гб оперативной памяти, на момент завершения расчета показатель использования был на уровне 101 Гб. В процессе расчета на терминал-сервере было использовано 78 Гб оперативной памяти.

#### Процессор

Нагрузка на процессоры в процессе расчета находилась на уровне 40-75% на разных этапах, и только «тяжелые» этапы «3.Распределение затрат» и «6.Расчет сальдо» вышли за эти границы, но благодаря возможности оптимизировать количество серверов расчета, удалось удерживать нагрузку на этих этапах на уровне 80-90% (см рис. 3).

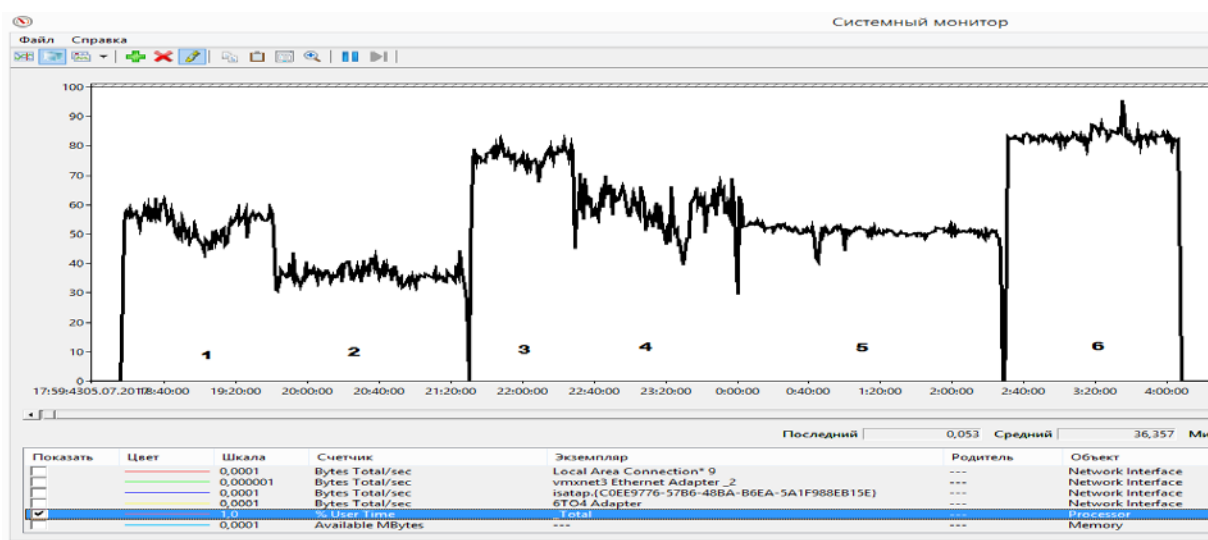


Рис. 3 Системный монитор – Процессор (терминал-сервер, с этапами расчета).

#### Сеть

Нагрузка на сеть за весь расчет не превышала 1 Гбит/с, на большей части расчета не поднималась выше 0,35 Гбит/с (см. рис. 4).

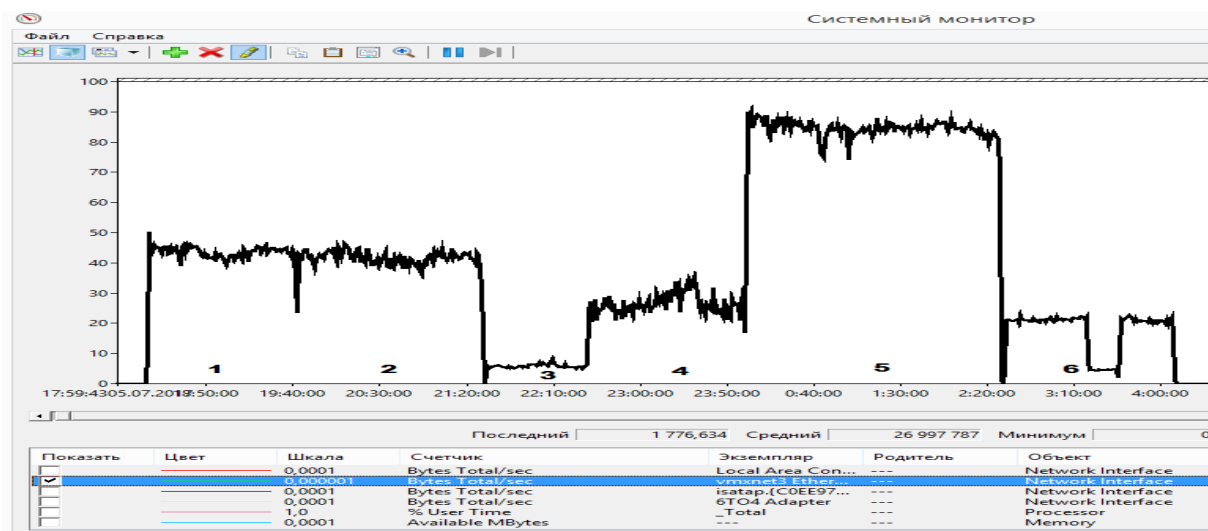


Рис. 4 Системный монитор – Сеть (терминал-сервер) с этапами расчета.

## Статистика сервера базы данных

Раздел располагался на системе E880. Для проведения тестов были выделены следующие ресурсы: 8 ядер Power8 частотой 4 Ghz, оперативная память 132 GB. Было назначено 10 виртуальных процессоров для распределения процессорного времени между потоками. Количество потоков – 4 на ядро. В итоге для прикладного ПО было доступно 40 логических процессоров. В качестве дисковых подсистем были подключены виртуальные диски из массива StorWize (обычные НЖМД для данных и SSD для логов Oracle).  
Операционная система - AIX 7.1 TL4.

Средняя загрузка процессоров в ходе финального расчета составляла 65%, в пиковые периоды достигала 90%. Графики распределения использования процессорных ресурсов (в %), а также количества операций ввода-вывода на всем протяжении тестов приведены ниже.

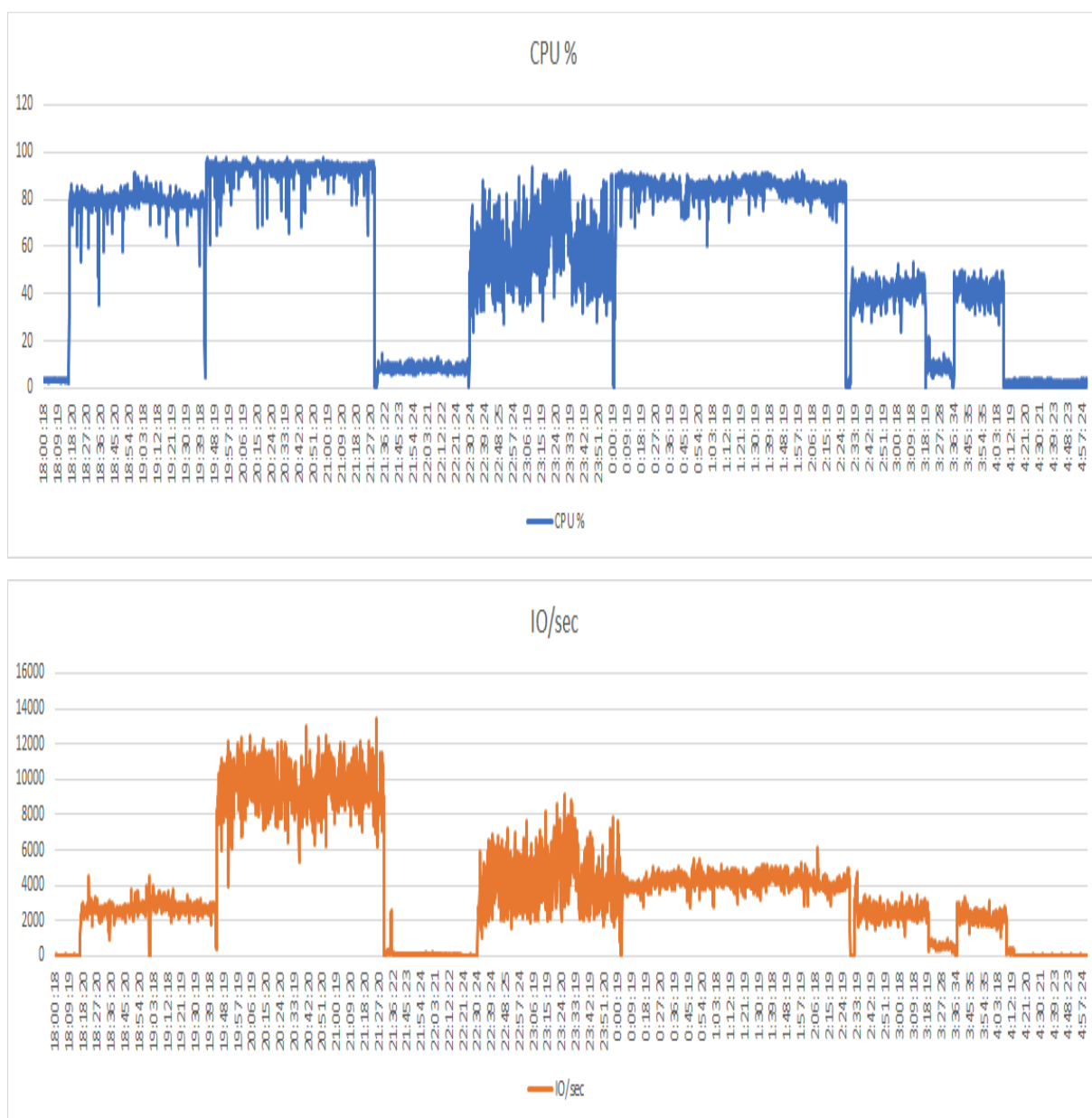


Рис.5-6 Сервер БД: процессоры и операции ввода-вывода

В целом, по системным логам при выполнении последних запусков каких-либо узких мест выявлено не было.

### Отчет о производительности Oracle

Отчет о производительности БД Oracle, полученный во время финального расчета, показал среднее время ожидания записи в файлы журналов Oracle до 1.2 мс, при этом данное ожидание составило около 46% в сумме всех ожиданий за время выполнения расчета.

#### Top 10 Wait Events

Event	Waits	Time (s)	Avg Wait (ms)	%Total Call Time	%Total Elapsed Time	Wait Class
log file sync	119,717,356	143,499.9	1.2	46.1	402.2	Commit
CPU time		81,854.5		26.3	229.4	On CPU
db file sequential read	31,989,335	33,560.1	1.0	10.8	94.1	User I/O
log file parallel write	38,522,102	22,114.3	0.6	7.1	62.0	System I/O
library cache: mutex X	45,134,878	7,156.2	0.2	2.3	20.1	Concurrency
enq: TX - index contention	4,449,824	6,310.4	1.4	2.0	17.7	Concurrency
db file parallel write	1,967,106	4,987.6	2.5	1.6	14.0	System I/O
read by other session	280,913	2,371.3	8.4	0.8	6.6	User I/O
db file async I/O submit	1,841,686	2,081.5	1.1	0.7	5.8	System I/O
buffer busy waits	12,114,304	1,938.8	0.2	0.6	5.4	Concurrency

Рис.7 Top 10 wait events.

Выделенной для экземпляра ORACLE оперативной памяти (SGA) в объеме 120 Гб хватает для устойчивого попадания во все кэши на уровне 99.9%.