

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ГЕОФИЗИКИ

КУРСОВАЯ РАБОТА
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ

КАДЫРОВ АЛМАЗ ВЕНЕРОВИЧ

«РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОДДЕРЖКИ
ОЧЕРЕДИ ЗАДАЧ IBM LSF В КЛИЕНТЕ ЗАПУСКА РАСЧЕТОВ НА КЛАСТЕРЕ
SCHEDULER»

Выполнил:

Магистрант 1 года очной формы обучения
Направление подготовки – «Геология»
Программа подготовки – «Цифровые
технологии в петрофизике»

Допущено к защите:

Заведующий кафедрой геофизики,

д.т.н., профессор

_____ / Р.А. Валиуллин

«__» _____ 20__ г.

Руководитель:

д.ф.-м.н., старший преподаватель

_____ / О.Р. Привалова

Консультант:

д.ф.-м.н., главный специалист

_____ / И.Ф. Сайфуллин

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ | 5 |
| 2 РЕШЕНИЕ | 6 |
| 2.1 Установка и настройка LSF | 6 |
| 2.2 Поддержка API для LSF в серверной части Scheduler | 7 |
| 2.3 Поддержка команд, направляемые напрямую из Scheduler на кластер | 8 |
| 2.4 Тестирование | 10 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 14 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 15 |

ВВЕДЕНИЕ

IBM Spectrum LSF — это система очередей задач, позволяющая пользователям запускать задачи на кластере. Кластер состоит из множества вычислительных узлов, каждый из которых имеет набор процессоров и память. Пользователь отправляет задачу, в которой указана последовательность команд, которую он хочет запустить, вместе с описанием вычислительных ресурсов, необходимых для исполнения задачи: время, процессор, ядра, узлы [1].

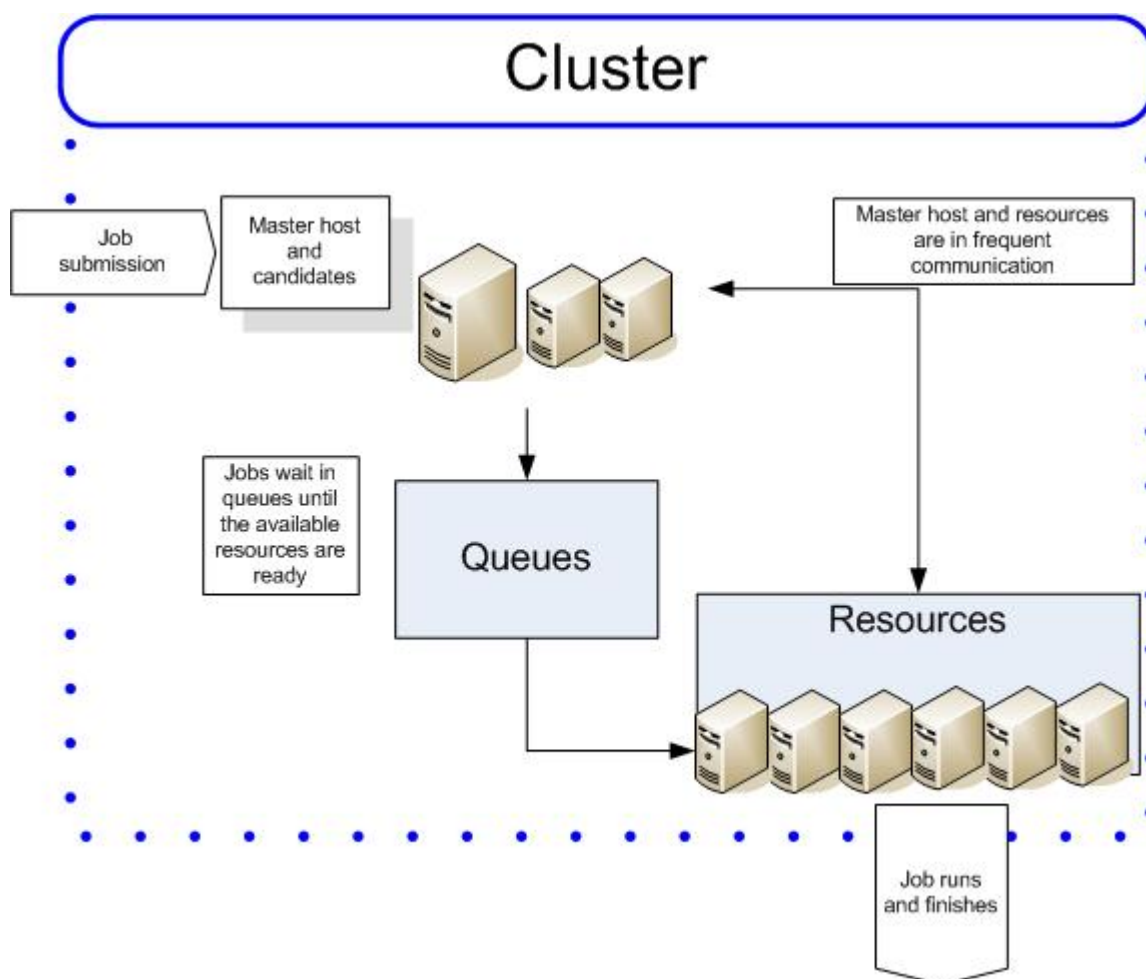


Рис. 1 – Кластер LSF

Система очередей задач позволяет распределить пользовательские задачи сети для расчетов гидродинамических моделей с различными запрашиваемыми ресурсами: кол-во ядер, кол-во и тип узлов.

Приложение клиент Scheduler позволяет пользователям рассчитывать на сервере кластере гидродинамические модели. В нем поддерживаются системы очередей: Torque, PBS Pro, Slurm. В рамках курсовой работы была поставлена задача поддержки системы очередей IBM Spectrum LSF, поскольку кластеры различаются и у них могут быть установлены различные системы очередей.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Постановка задачи:

1. Установить и настроить IBM LSF;
2. Поддерживать API для LSF в серверной части Scheduler;
3. Поддерживать команды, направляемые напрямую из Scheduler на кластер;
4. Протестировать.

На блок-схеме 1.1 изображены отношения между элементами. Каждый элемент не знает о элементах за элементом, с которым он связан. Каждый элемент служит абстракцией.

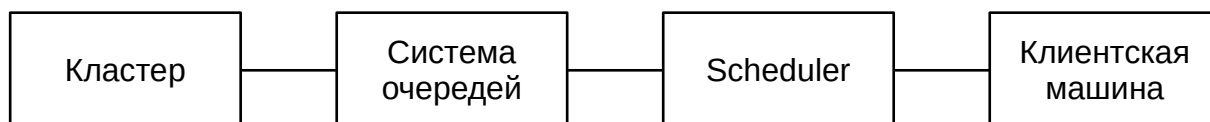


Рис. 1.1 – Блок-схема

2 РЕШЕНИЕ

2.1 Установка и настройка LSF

Настройка значений полей в конфиг-файле `install.config` [2]:

```
LSF_ADMINS="lsfadmin"
LSF_TOP="/usr/share/lsf"
LSF_ADD_SERVERS="hostm hostb hostc hostd"
LSF_MASTER_LIST="hostm hostd"
LSF_ADD_CLIENTS="hoste hostf"
LSF_CLUSTER_NAME="cluster1"
CONFIGURATION_TEMPLATE="HIGH_THROUGHPUT"
```

Пояснение полей:

LSF_ADMINS: имена пользователей администраторов LSF;

LSF_TOP: полный путь директории установки LSF;

LSF_ADD_SERVERS: узлы, которые могут ставить задания в очередь и выполнять задания;

LSF_MASTER_LIST: узел сервера LSF, который действует как всеобщий координатор для кластера. В каждом кластере есть один главный узел, который выполняет планирование и отправку всех заданий из очереди в узлы для выполнения;

LSF_ADD_CLIENTS: узлы, которые могут только ставить задания в очередь;

LSF_CLUSTER_NAME: имя кластера LSF;

CONFIGURATION_TEMPLATE: шаблон конфигурации для определения начальной конфигурации нового кластера [3, 4].

Создание пользователя для администратора LSF и запуск установки LSF:

```
$ sudo -i
# adduser lsfadmin
# ./lsfinstall -f install.config
```

Запуск LSF:

```
# source /usr/share/lsf/conf/profile.lsf
# lsfstartup
```

2.2 Поддержка API для LSF в серверной части Scheduler

За основу взяты шаблоны задач и скрипты bash системы очередей Torque для поддержки LSF. Шаблоны задач и скрипты Torque переписаны для LSF. Созданы скрипты bash

```
run_rnkim_decomp_mpi_lsf.sh,
run_rnkim_mpi_lsf.sh,
run_rnkim_omp_lsf.sh
```

и шаблоны задач

```
template_rnkim_decomp_lsf,
template_rnkim_decomp_mpi_lsf,
template_rnkim_mpi_lsf,
template_rnkim_omp_lsf
```

для LSF.

Переписывание скриптов bash с Torque на LSF:

```
qsub job_file
-->
bsub < job_file
```

Переписывание шаблонов задач с Torque на LSF:

```
#PBS -l nodes=1_tmplNODETYPE_:ppn=_tmplCORES_
-->
#BSUB -n _tmplCORES_ -R "span[hosts=1]"
_tmplNODETYPE_

#PBS -l nodes=_tmplNNODES__tmplNODETYPE_:ppn=_tmplCORES_
-->
#BSUB -n _tmplTOTALCORES_ -R "span[ptile=_tmplCORES_]"
_tmplNODETYPE_
```

```
_tplNODETYPE_="#BSUB -m \"$NODETYPE\""
```

```
TOTALCORES = NNODES * CORES
```

```
#BSUB -notify "exit done"
```

```
#BSUB -u <usermail>
```

```
-->
```

```
#PBS -m ea
```

```
#PBS -M <usermail>
```

```
#PBS -N _tplMODEL_
```

```
#PBS -l walltime=150:00:00
```

```
#PBS -d _tplDIR_
```

```
-->
```

```
#BSUB -J _tplMODEL_
```

```
#BSUB -W 150:00
```

```
#BSUB -cwd _tplDIR_
```

2.3 Поддержка команд, направляемые напрямую из Scheduler на кластер

Команды на Python:

```
QsysCMD.RUN_OMP:          "$RNKIMPATH/scripts/run_rnkim_omp_lsf.sh",
```

```
QsysCMD.RUN_MPI:          "$RNKIMPATH/scripts/
```

```
    run_rnkim_decomp_mpi_lsf.sh",
```

```
QsysCMD.RUN_MPI_ADV:      "$RNKIMPATH/scripts/run_rnkim_mpi_lsf.sh",
```

```
QsysCMD.DEL_TASK:         "bkill",
```

```
QsysCMD.GET_STAT:         "bjobs -json -o 'jobid user stat job_name
```

```
    submit_time start_time finish_time error_file output_file
```

```
    effective_resreq slots'",
```

```
QsysCMD.GET_STAT_MTHD:    lambda str_jobs: f"bjobs -json -o 'jobid
```

```
    user stat job_name submit_time start_time finish_time error_file
```

```
    output_file effective_resreq slots' {str_jobs}",
```



```
QsysCMD.PARSE_ID_MTHD: lambda strout: int(strout[strout.find('<')
+ 1:strout.find('>')]),
QsysCMD.UPDT_JSTAT_MTHD: self._update_jstats_lsf
```

Метод `QsysCMD.UPDT_JSTAT_MTHD` обновляет статус моделей. Парсит JSON статуса и модели вызывает метод `_pars_job_json_lsf` для парсинга значений полей JSON статуса.

Метод `_update_jstats_lsf` парсит поля с значениями у JSON статуса и записывает ключ 'имя модели' со значением словарь состояния с полями с значениями:

```
{
    "COMMAND": "bjobs",
    "JOBS": 1,
    "RECORDS": [
        {
            "JOBID": "1363",
            "USER": "vagrant",
            "STAT": "EXIT",
            "JOB_NAME": "MODEL.DATA",
            "SUBMIT_TIME": "Jun  7 08:19",
            "START_TIME": "Jun  7 08:19",
            "FINISH_TIME": "Jun  7 08:19 L",
            "ERROR_FILE": "",
            "OUTPUT_FILE": "",
            "EFFECTIVE_RESREQ": "select[type == local] order[r15s:pg]
                span[ptile=2] ",
            "SLOTS": "2"
        }
    ]
}
-->
model_name:
{
    JobStat.ACC_NAME: str,
    JobStat.JOB_NAME: str,
    JobStat.OUT_PATH: str,
```

```

JobStat.ERR_PATH: str,
JobStat.JOB_STAT: ModelState,
JobStat.NUM_NODES: int,
JobStat.QUEUE_TIME: datetime,
JobStat.START_TIME: datetime,
JobStat.COMPL_TIME: datetime
}

```

2.4 Тестирование

Использован программный продукт виртуализации VirtualBox для тестирования. Сервер установлен на виртуальной машине VirtualBox с операционной системой Ubuntu 18.04. Клиент запускался в исходной машине и связывался с виртуальной машиной с сервером.

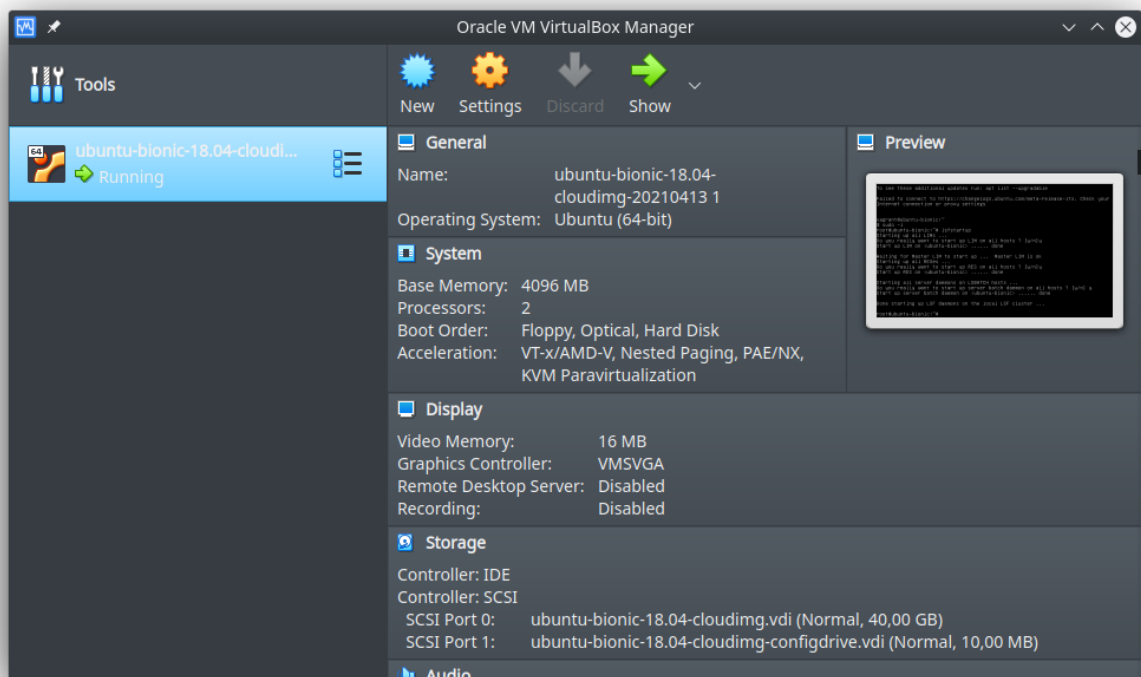


Рис. 2.1 – VirtualBox

```
ubuntu-bionic-18.04-cloudimg-20210413 1 [Running] - Oracle VM VirtualBox
To see these additional updates run: apt list --upgradable

Failed to connect to https://changelogs.ubuntu.com/meta-release-lts. Check your
Internet connection or proxy settings

vagrant@ubuntu-bionic:~
$ sudo -i
root@ubuntu-bionic:~# lsfstartup
Starting up all LIMs ...
Do you really want to start up LIM on all hosts ? [y/n]y
Start up LIM on <ubuntu-bionic> ..... done

Waiting for Master LIM to start up ... Master LIM is ok
Starting up all RESeS ...
Do you really want to start up RES on all hosts ? [y/n]y
Start up RES on <ubuntu-bionic> ..... done

Starting all server daemons on LSBATCH hosts ...
Do you really want to start up server batch daemon on all hosts ? [y/n] y
Start up server batch daemon on <ubuntu-bionic> ..... done

Done starting up LSF daemons on the local LSF cluster ...

root@ubuntu-bionic:~# _
```

Рис. 2.2 – Виртуальная машина. Изображен запуск LSF

| ID | Модель | Ресурсы | Симулятор | Состояние | % | Затраченное время | Оставшееся время | Дата добавления в планировщик | Дата начала расчета |
|-------|--------|-----------|------------|-----------|---|-------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 431 | MODEL | 1 - узлов | Кластерный | Завершен | | 00:07:44 | 00:00:00 | 2021-05-05 17:09:00 | 2021-05-05 17:09:00 |

Сервер: 192.168.0.13. Логин: vagrant

21/05/05 22:08:08 - Запущен Scheduler 2021.3
21/05/05 22:08:09 - Будут использованы скрипты для системы очередей 'LSF'
21/05/05 22:08:09 - Выполнено подключение к серверу '192.168.0.13' под пользователем 'vagrant'
21/05/05 22:09:43 - Запуск модели '/home/alz/projects/BNIP/ghidrodinamika_cluster/tests/simple/MODEL.DATA'
21/05/05 22:09:43 - Отправка 'MODEL': сформирован архив '/home/alz/projects/BNIP/ghidrodinamika_cluster/tests/simple/MODEL.DATA.ZIP'
21/05/05 22:09:43 - Отправка 'MODEL': архив отправлен на сервер - 'user/MODEL/MODEL.DATA.ZIP'
21/05/05 22:09:43 - Модель 'MODEL' поставлена в очередь на расчет - задача 431

Рис. 2.3 – Скриншот Scheduler. Тип расчета модели: кластерный

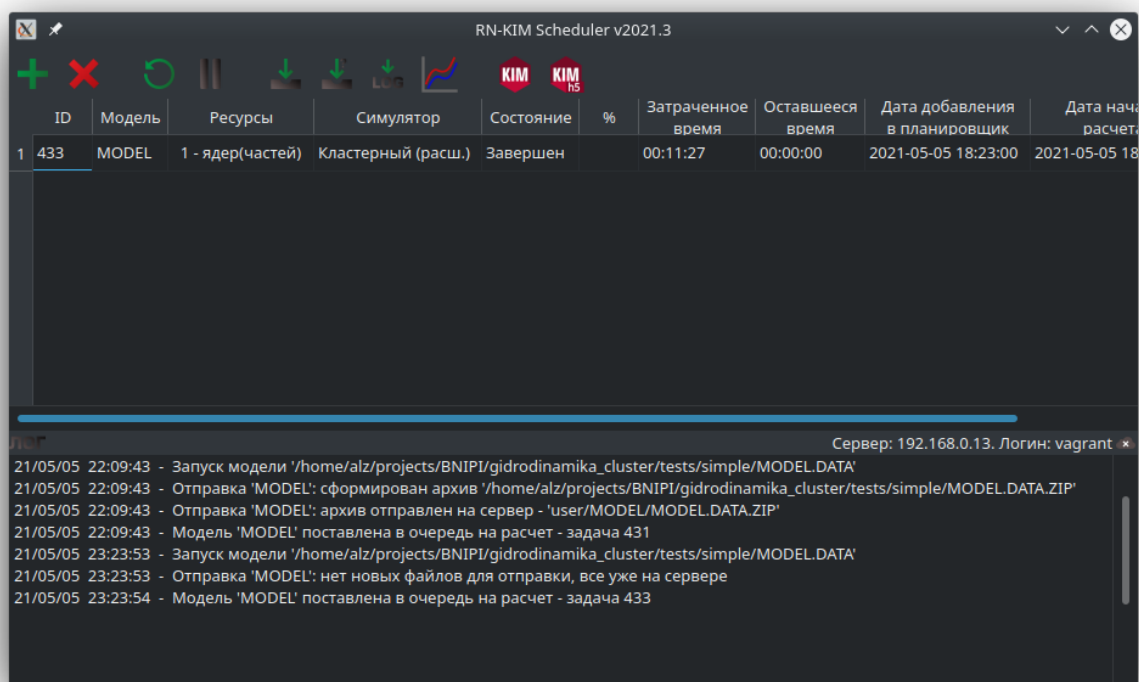


Рис. 2.4 – Скриншот Scheduler. Тип расчета модели: кластерный (расш.)

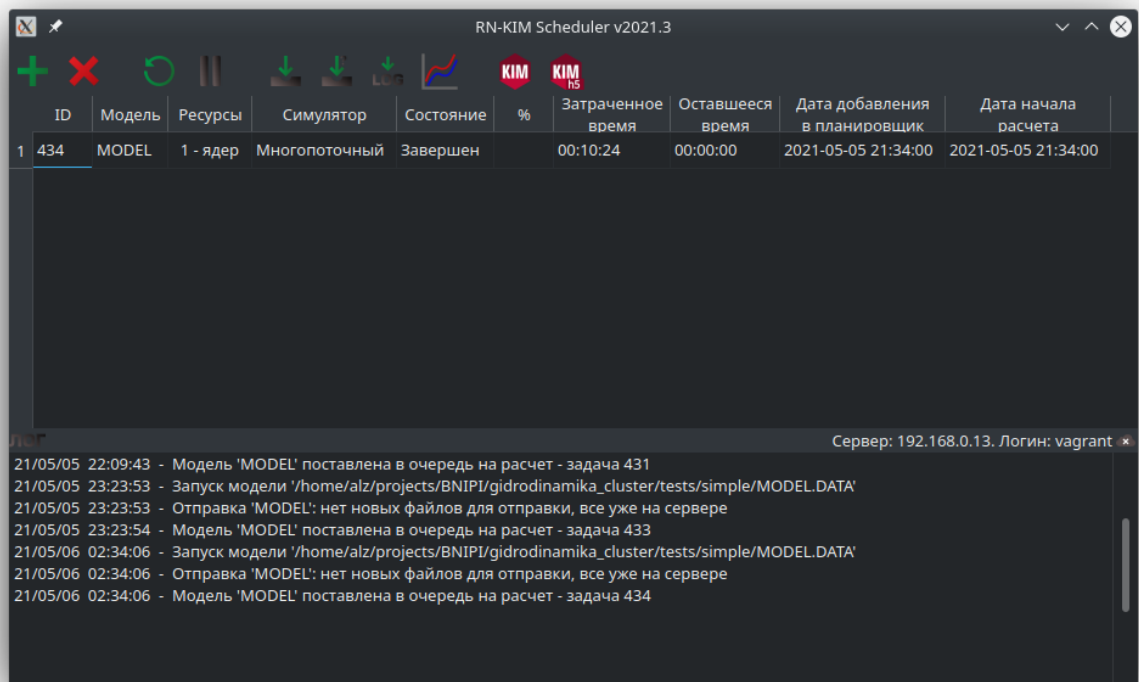


Рис. 2.5 – Скриншот Scheduler. Тип расчета модели: многопоточный

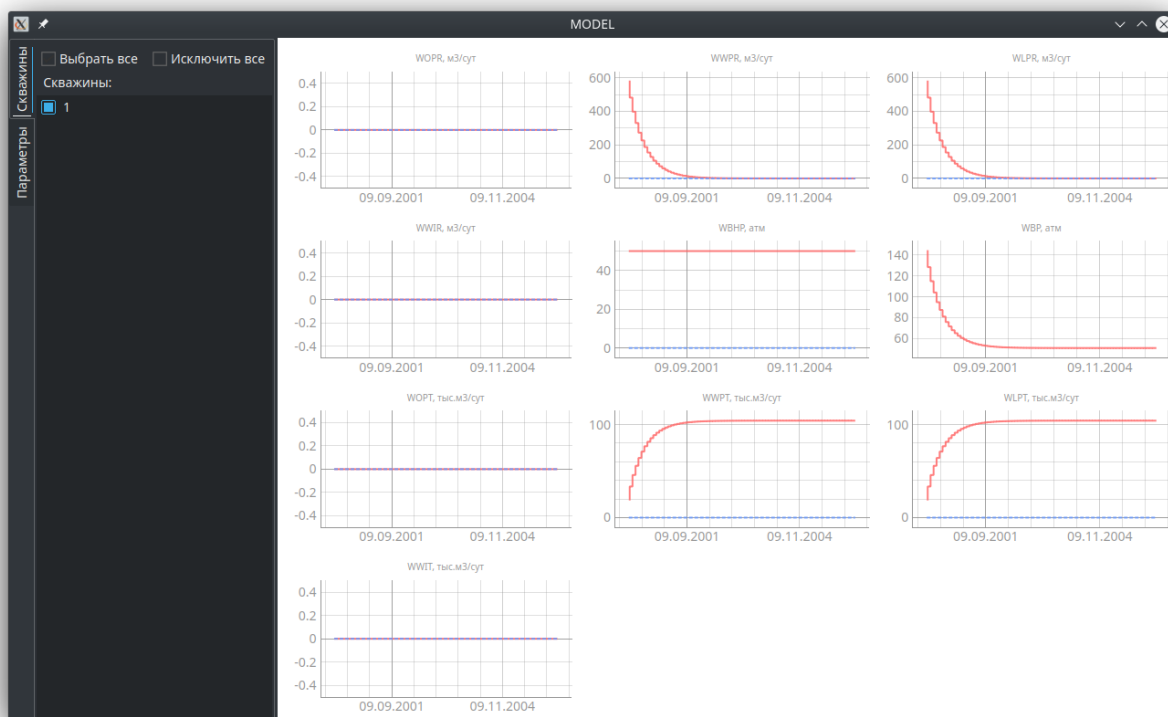


Рис. 2.6 – Скриншот Scheduler. Рассчитанные кривые модели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поддержана очередь задач IBM LSF в клиенте Scheduler: созданы скрипты bash и шаблоны задач для поддержки API для LSF в серверной части Scheduler и поддерживаются команды на Python, направляемые напрямую из Scheduler на кластер. Создана и предоставлена виртуальная машина VirtualBox с операционной системой Ubuntu 18.04 с сервером. Создана и предоставлена документация по настройке LSF.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. LSF User Manual [Электронный ресурс] / — URL: <https://hpc.llnl.gov/banks-jobs/running-jobs/lsf-user-manual>
2. IBM Spectrum LSF V10.1 documentation: Planning your installation [Электронный ресурс] / — URL: <https://www.ibm.com/docs/en/spectrum-lsf/10.1.0?topic=linux-planning-your-installation>
3. IBM Spectrum LSF V10.1 documentation: Introduction to IBM Spectrum LSF [Электронный ресурс] / — URL: <https://www.ibm.com/docs/en/spectrum-lsf/10.1.0?topic=overview-lsf-introduction>
4. About IBM Platform LSF: Host types and host models [Электронный ресурс] / — URL: https://www.bsc.es/support/LSF/9.1.2/lsf_users_guide/index.htm?host_types_models_about.html~main