

КЛИЕНТ-СЕРВЕРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЛИЦЕНЗИЙ ЛОГОС

*А. А. Ярулина, А. В. Дьяков, Д. О. Козлов, А. Г. Надуев,
Д. А. Тишкин, П. А. Тюхтина, А. В. Шемякин*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Пакет программ ЛОГОС – это программный продукт для комплексного математического моделирования с использованием ресурсов современных супер-ЭВМ. ЛОГОС – это наукоемкий комплексный цифровой продукт, состоящий из различных компонент. Использование типовых решений для контроля лицензии цифрового продукта ЛОГОС не представляется возможным. Поэтому было принято решение о разработке системы лицензирования, позволяющей контролировать соблюдение пользователями пакета программ ЛОГОС условий лицензии на его использование. Требования к системе лицензирования изложены в техническом задании.

В соответствии с ТЗ в основные функции системы лицензирования входит:

- возможность ограничения количества используемых ядер при проведении расчетов;
- возможность ограничения числа одновременно запущенных расчетов (в том числе и мультидисциплинарных) при проведении расчетов;
- контроль типа запускаемых программных модулей пакета программ ЛОГОС – запуск либо определенных продуктов, либо их комбинации в соответствии с имеющейся у пользователя лицензией;
- сбор статистики по использованию лицензии;
- предоставление пользователю интерфейса управления сервером лицензии.

Чтобы обеспечить выполнение требований к серверу системы лицензирования, лицензия должна содержать следующую информацию:

- цель использования;
- количество вычислительных ядер;
- количество одновременно решаемых задач.

Для централизации управления лицензией на множество копий программного обеспечения ЛОГОС было принято решение разработать сервер лицензий. Клиент сервера лицензии должен встраиваться в каждый компонент программного пакета ЛОГОС. Так же сервер лицензии должен предоставлять механизм доступа к данным лицензии и управления.

Архитектура системы лицензирования ЛОГОС

Система лицензирования ЛОГОС состоит из следующих компонентов:

- сервер лицензии;
- клиентская библиотека, встраиваемая в счетные модули и ЛОГОС-ПреПост;
- вспомогательные утилиты: утилита генерации файла лицензии; консольная утилита управления сервером лицензии.

Общая схема работы системы лицензирования приведена на рис. 1.

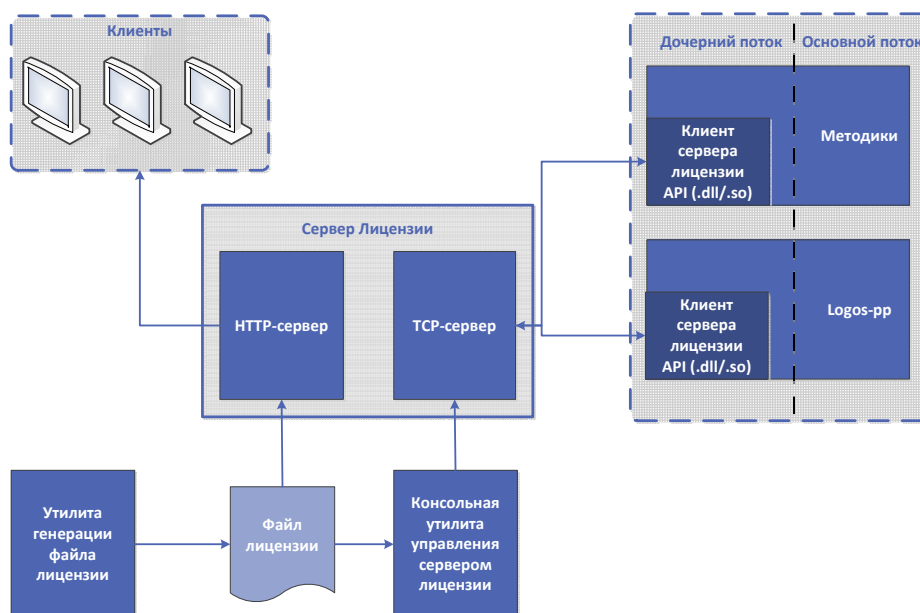


Рис. 1. Общая схема работы системы лицензирования

Сервер лицензии состоит из двух частей: TCP сервера и HTTP сервера. TCP сервер принимает подключения от клиентов и определяет возможность их работы в соответствии с лицензией. HTTP сервер, встроенный в сервер лицензии, предоставляет пользователям информацию о функционировании сервера лицензии, текущей лицензии и подключенных клиентах, позволяет управлять работой сервера лицензии. Клиентской частью для TCP сервера являются счетные модули, для HTTP сервера – браузеры пользователей. Общая схема работы сервера лицензии отображена на рис. 2.

Сервер лицензии выполняет следующие функции:

- чтение лицензионных файлов;
- проверку целостности лицензионных файлов с целью исключения возможности несанкционированной модификации;
- прием входящих запросов на запуск расчетов от программных модулей, подключенных к серверу лицензий;
- анализ входящих запросов и их проверку на соответствие условиям и требованиям лицензии;
- отправку результатов проверки возможности запуска расчета программным модулям, подключенным к серверу лицензий;
- ведение списка запущенных задач;
- отображение информации о числе доступных ядер и количестве доступных пользователю расчетов;
- ведение статистики использования лицензии;
- предоставление интерфейса управления сервером лицензии.

На начальном этапе работы клиент выполняет процедуру инициализации для совместной работы с сервером лицензии, на сервере осуществляется проверка возможности запуска клиента, путем проверки лицензии. После инициализации клиент параллельно со своей основной работой отправляет уведомления серверу лицензии с определенным интервалом о продолжении работы. Сервер анализирует данные уведомления и отправляет клиенту сообщение о возможности продолжения работы. Когда клиент пытается завершить свою работу, он уведомляет об этом сервер. Сервер после данного уведомления освобождает ресурсы, занимаемые клиентом.

Сервер лицензии взаимодействует с клиентскими приложениями посредством сообщений, которые могут иметь следующие типы:

- "init" – инициализационное сообщение от клиента;
- "hb" – сообщение о подтверждении работы клиента;
- "resp" – ответ сервера в случае успешного выполнения запроса клиента;
- "fin" – ответ сервера в случае некорректного запроса (например, клиент запрашивает большее количество ресурсов, чем позволяет лицензия, или истекло время возможности подтверждения клиентом своей работы) или ответ на запрос клиента о завершении.

Обмен сообщениями производится посредством протокола TCP.

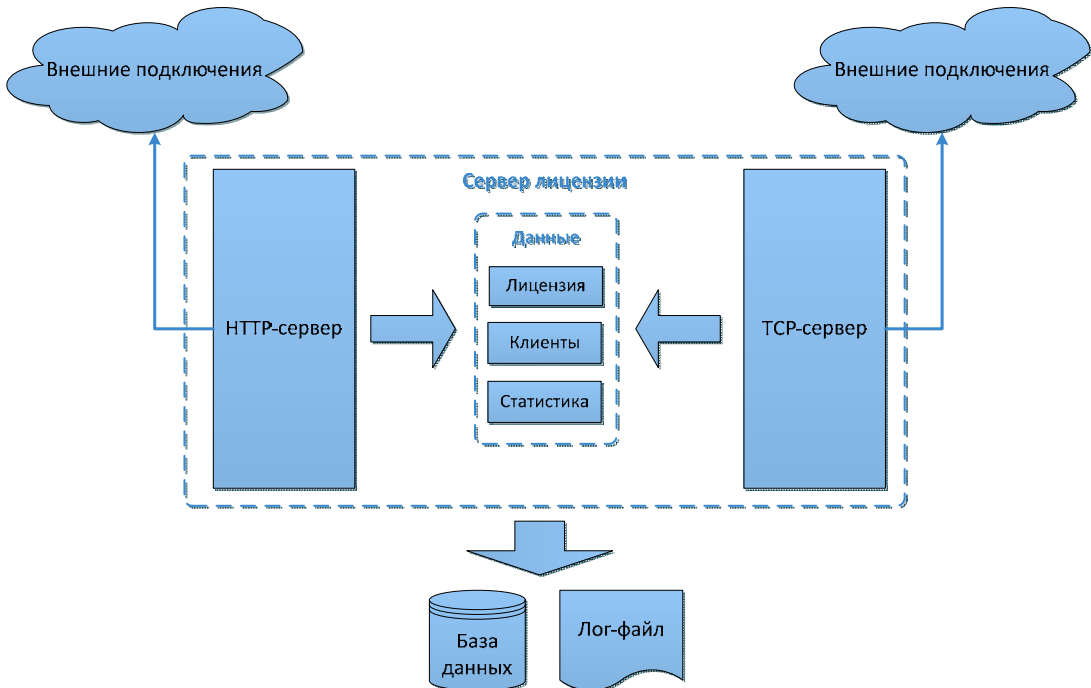


Рис. 2. Структура сервера лицензии

Программный интерфейс взаимодействия с сервером лицензии предоставляет следующие возможности: инициализация клиентов для работы с сервером лицензии, проверка продолжения работы клиента с текущей лицензией, завершение работы клиентов с сервером лицензии. Взаимодействие ЛОГОС-ПреПост и счетных модулей с сервером лицензии показано на рис. 3.

Клиентская часть сервера лицензии представляет собой динамически подключаемую библиотеку `lib_lic_client`.

Для взаимодействия сервера лицензии с приложением ЛОГОС-ПреПост была реализована библиотека `UPPLicClient`, предоставляющая графический диалоговый интерфейс и использующая функции из клиентской библиотеки `lib_lic_client` для взаимодействия с сервером лицензий. Она осуществляет отправку уведомлений серверу лицензии о продолжении работы, с определенным интервалом; завершает работу приложения, в случае получения от сервера соответствующего уведомления; отправляет серверу лицензии уведомление о завершении приложения. С помощью предоставляемого графического интерфейса библиотеки `UPPLicClient` пользователь при превышении купленной лицензии получает диалоговое уведомление. В диалоговом уведомлении можно выбрать, перепроверить лицензию или закрыть приложение. При выборе пользователем перепроверки лицензии инициируется повторная проверка лицензии через сервер, если занятые ресурсы, купленной лицензии, освободились, то происходит запуск приложения, в противном случае снова появляется диалоговое уведомление о превышении лицензии.

Взаимодействие клиентской библиотеки сервера лицензий со счетными модулями осуществляется при помощи динамической библиотеки `ccf_license_client`, подключение которой к счетному модулю выполняет модуль сопряжения `CCF_Bridge`. При запуске расчета задачи, счетные модули, участвующие в расчете, в момент инициализации вызы-

вают метод инициализации модуля сопряжения. Модуль сопряжения, в свою очередь, при инициализации, выполняет подключение библиотеки `ccf_license_client`. Далее из модуля сопряжения вызывается метод инициализации клиентской библиотеки сервера лицензии. Во время выполнения данного метода копии библиотеки `ccf_license_client`, каждая из которых принадлежит своему `mpi`-процессу модуля, обмениваются между собой именами счетных модулей, участвующих в расчете и число `mpi`-процессов, на которых они запущены. Копия библиотеки `ccf_license_client`, запущенная на `mpi`-процессе, номер которого равен 0, передает данную информацию серверу лицензий, который, в свою очередь, вернет клиенту информацию о возможности запуска расчета, таймаут опроса клиентом лицензионного сервера и уникальный идентификатор задачи. Полученный ответ о возможности запуска расчета рассылается с процесса с нулевым номером остальным. Если запуск не возможен, будет выведена информация о причине останова расчета, счет будет прерван. В случае положительного ответа будет запущен дочерний поток, который с определенным интервалом будет отправлять уведомления серверу лицензии о выполнении счета. Сервер анализирует данные уведомления и отправляет клиенту сообщение о возможности продолжения работы. Если продолжение расчета невозможно произойдет его остановка, также будет выведена информация о причине останова. Когда из `mpi`-процесса счетного модуля с рангом 0 будет вызван метод завершения, клиент остановит свою работу и уведомит об этом сервер. Работоспособность перечисленной выше функциональности обеспечивается также для счетных модулей, собранных без использования `mpi`. В данном случае будет отсутствовать `mpi`-обмен внутри библиотеки `ccf_license_client`.

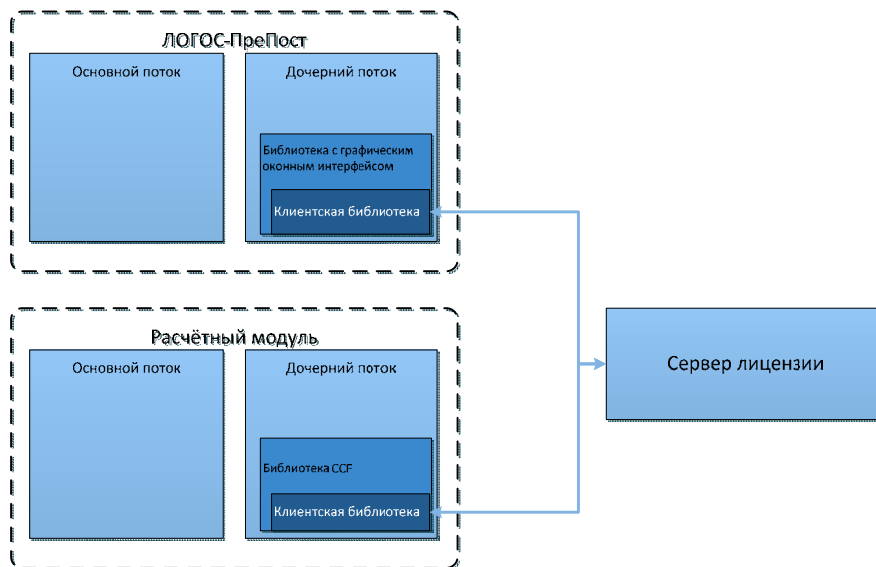


Рис. 3. Схема взаимодействия сервера лицензии с приложениями ЛОГОС-ПреПост и расчетными модулями

Утилита генерации лицензионных файлов

Для генерации входного файла лицензии сервера лицензий, была разработана специальная утилита «Генератор файла лицензии».

Генератор файла лицензии – это диалоговое кроссплатформенное приложение, написанное на языке C++, использующее библиотеку Qt.

Программный интерфейс утилиты генерации файлов лицензий предоставляет следующие возможности:

- создание файла лицензии с подписью;
- создание шаблона файла лицензии;
- открытие сохраненного файла лицензии/шаблона;
- редактирование файла лицензий/шаблона.

Внешний вид утилиты представляет собой диалоговое окно с текстовыми областями, куда пользователь вводит текстовую информацию. На рис. 4 представлен внешний вид утилиты.

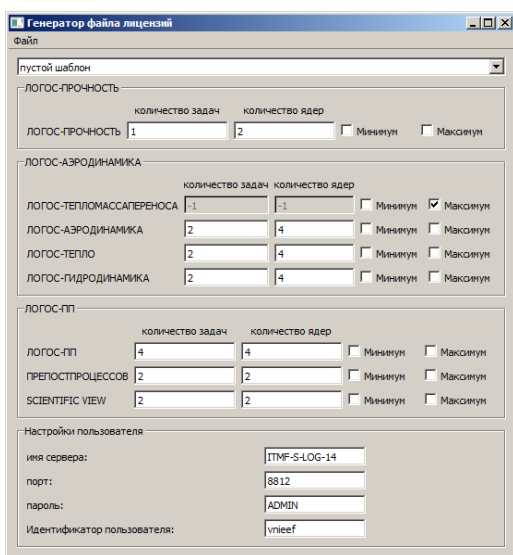


Рис. 4. Внешний вид утилиты генерации лицензионных файлов

Итогом работы утилиты является сгенерированный файл лицензии с подписью в формате JSON.

Веб-консоль управления сервером лицензий

Для управления сервером лицензий была реализована веб-консоль, состоящая из нескольких взаимосвязанных HTML-страниц, схема изображена на рис. 5.

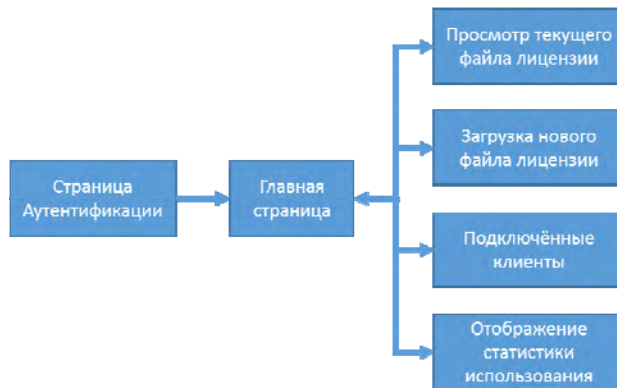


Рис. 5. Схема веб-консоли сервера лицензий

При первом запуске сервера лицензий будет отображен диалог, предлагающий загрузить файл лицензии, изображенный на рис. 6.

При успешной загрузке файла лицензии пользователь будет перенаправлен на страницу аутентификации, изображенную на рис. 7.

После успешной аутентификации, пользователь увидит главную страницу веб-консоли сервера лицензий ЛОГОС, показанную на рис. 8.

С левой стороны на главной странице веб-консоли располагается основное меню, в котором перечислены пункты с названиями страниц доступных пользователю.

На странице "Текущая лицензия" отображено общее количество доступных ресурсов ресурсы, и количество использующихся в настоящее время ресурсов. Пример этой страницы показан на рис. 9.

На странице «Клиенты» отображаются, приложения, выполняющиеся в настоящий момент. Например, на рис. 10 видно, что запущено два совместных расчета.

При переходе на страницу "Статистика" можно увидеть статистику выполнения всех приложений, использующих лицензию, как изображено на рис. 11. Верхняя таблица отображает агрегированную статистику, т. е. общее количество запусков приложения и ядро-часы (т. е. произведение количества используемых ядер на время выполнения). Нижняя таблица отображает название запущенного приложения, которое использовало лицензию, количество используемых ядер, время начала и завершения работы, а также коды запуска и завершения приложения.

Сервер лицензий Логос

Загрузить файл лицензии

Выберите файл | |

Рис. 6. Диалог загрузки файла лицензии

Сервер лицензий

Вход

Организация

Пароль

Войти

Рис. 7. Страница аутентификации

Сервер лицензий Логос
Выход

Главная страница

Добро пожаловать в панель управления сервером лицензий ЛОГОС

Управление лицензией

Текущая лицензия

Загрузка новой лицензии

Клиенты

Статистика

Рис. 8. Главная страница веб-консоли сервера лицензий

Сервер лицензий Логос
Выход

Лицензия

vniief (ITMF-S-LOG-14)

Управление лицензией

Текущая лицензия

Загрузка новой лицензии

Клиенты

Статистика

Логос.Прочность	Логос.Прочность
Ядра: 0/2 Задачи: 0/1	Ядра: 0/2 Задачи: 0/1
Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро
Ядра: 0/∞ Задачи: 0/∞	Ядра: 0/4 Задачи: 0/2
Логос.Гидро	
	Ядра: 0/4 Задачи: 0/2
Логос.Тепло	
	Ядра: 0/4 Задачи: 0/2
Логос.ПреПостПроцессор	Логос.ПреПроцессор
Ядра: 0/4 Задачи: 0/4	Ядра: 0/2 Задачи: 0/2
Логос.ПостПроцессор	
	Ядра: 0/2 Задачи: 0/2

Рис. 9. Страница, отображающая количество занятых и доступных ресурсов для использования

Сервер лицензий Логос
Выход

Клиенты

Отключить всех клиентов

Управление лицензией

Текущая лицензия

Загрузка новой лицензии

Клиенты

Статистика

Имя	Пользователь	Хост	Выделено ядер	Время запуска	Отключить
Логос.Аэро	AAyarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Thu Aug 1 08:55:37 2019	X
Логос.Тепло	AAyarulina	ITMF-S-LOG-14	1		
Логос.Гидро	AAyarulina	ITMF-S-LOG-14	2		
Логос.Аэро	AAyarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Thu Aug 1 08:55:57 2019	X
Логос.Тепло	AAyarulina	ITMF-S-LOG-14	1		

Рис. 10. Страница "Клиенты", отображающая запущенные в настоящее время приложения

Статистика		Агрегированная статистика использования			
Управление лицензией		Тип	Название	Запуски	Ядро-часы
Текущая лицензия		Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Тепло	2	0:03:04
Загрузка новой лицензии		Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Гидро	1	0:03:04
Клиенты		Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	21	0:25:12
Статистика					

Общая статистика использования

№	Тип	Название	Пользователь	Хост	Ядро	Запуск	Код запуска	Завершение	Код завершения	Время выполнения
24	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Тепло	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Thu Aug 1 08:55:57 2019	Успешно	Thu Aug 1 08:57:29 2019	Таймаут	0:01:32
23	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Thu Aug 1 08:55:57 2019	Успешно	Thu Aug 1 08:57:09 2019	Таймаут	0:01:32
22	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Гидро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	2	Thu Aug 1 08:55:37 2019	Успешно	Thu Aug 1 08:57:09 2019	Таймаут	0:01:32
21	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Тепло	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Thu Aug 1 08:55:37 2019	Успешно	Thu Aug 1 08:57:09 2019	Таймаут	0:01:32
20	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Thu Aug 1 08:55:37 2019	Успешно	Thu Aug 1 08:57:09 2019	Таймаут	0:01:32
19	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Wed Jul 31 12:41:15 2019	Успешно	Wed Jul 31 12:42:47 2019	Таймаут	0:01:32
18	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Wed Jul 31 10:36:31 2019	Успешно	Wed Jul 31 10:38:03 2019	Таймаут	0:01:32
17	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Wed Jul 31 10:32:11 2019	Успешно	Wed Jul 31 10:33:43 2019	Таймаут	0:01:32
16	Логос.ТеплоМассоПеренос	Логос.Аэро	AAVarulina	ITMF-S-LOG-14	1	Wed Jul 31 10:22:46 2019	Успешно	Wed Jul 31 10:24:18 2019	Таймаут	0:01:32

Рис. 11. Страница, отображающая статистику использования всех приложений, использующих лицензию

Особенности работы системы лицензирования под различными ОС

Система лицензирования способна функционировать как под операционными системами семейства Linux, так и под Windows.

Сервер лицензии является сервисом и работает в фоновом режиме. В ОС семейства Linux сервер лицензий запускается как сервис в терминальном окне. Для доступа к веб-консоли управления сервера лицензии на экран будет выведен полный адрес для использования в строке браузера, как показано на рис. 12.

```
[root@ne0 ~]# lic_server
LOGOS license server is running...
HTTP server started at http://ne0:3003/
waiting incoming connection on TCP port 8812
[root@ne0 ~]# █
```

Рис. 12. Запуск сервера лицензии в ОС Linux

В ОС Windows при запуске сервера лицензии происходит автоматическое сворачивание приложения в область уведомлений, как изображено на рис. 13. Доступ к веб-консоли управления сервером лицензии осуществляется через браузер путем нажатия правой кнопки мыши на иконке в области уведомлений.

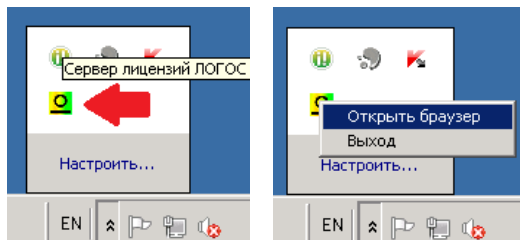


Рис. 13. Иконка сервера лицензии в области уведомлений

Заключение

Разработанная система лицензирования предоставляет возможность контроля использования лицензии программного пакета ЛОГОС. В рамках разработки системы лицензирования были реализованы следующие компоненты:

- сервер лицензии;
- клиентская библиотека сервера лицензии;
- веб-интерфейс и консольная утилита для управления сервером лицензии;
- утилита генерации лицензионных файлов.

Работа выполнена в установленные сроки. Проведены предварительные испытания. По результатам испытаний система лицензирования удовлетворяет заявленным в ТЗ требованиям.

В дальнейшем планируется:

- расширение функциональности ограничения лицензии по времени использования;
- увеличения количества контролируемой информации, содержащейся в статистике использования лицензии ЛОГОС;
- усиление защиты системы лицензирования от несанкционированного доступа к ресурсам лицензии;
- разработка сервера выдачи и учета лицензий.