МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский Авиационный Институт»
(Национальный Исследовательский Университет)

Институт: №8 «Информационные технологии и прикладная математика»
Кафедра: 806 «Вычислительная математика и программирование»

Курсовой проект
по курсу «Криптография»

Группа: М8О-308Б-22

Студентка: К. А. Былькова

Преподаватель: А. В. Борисов

Оценка:

Дата: 25.05.2025

Москва, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Тема

Аутентификация с асимметричными алгоритмами шифрования в сети Интернет

2 Задание

1. Выбрать не менее 3-ёх web-серверов сети Интернет различной организационной и государственной принадлежности.

2. Запустить Wireshark/tcpdump в режиме записи.

3. Используя Firefox/Chrome/Safari/ИнойБраузер установить https соединение с выбранным сервером и убедиться в установке соединения.

4. Сохранить данные необходимы для последующего сравнительного анализа:

* Имя сервера, его характеристики.

* Версия TLS.

* Выбранные алгоритмы шифрования.

* Полученный сертификат: версия, действителен ли сертификат, правильность ключа, удостоверяющий центр.

* Время установки соединения (от ClientHello до Finished)

5. Если список исследуемых серверов не исчерпан выбрать другой сервер и повторить соединение.

6. Если браузер поддерживал соединение TLS 1.2 / 1.3 принудительно изменить параметры TLS (для соединения в Firefox на TLS 1.0 / 1.1 в браузере перейти по адресу “about:config” и изменить раздел SSL\TLS, security.tls.version.enable-deprecated) и провести попытки соединения с выбранными серверами.

7. Провести сравнительный анализ полученной информации.

8. В качестве отчета представить результаты сравнительного анализа, выводы в отношении безопасности и корректности настройки веб-серверов с учетом их организационной и государственной принадлежности

3 Теория

TLS (Transport Layer Security — Протокол защиты транспортного уровня) — криптографический протокол, обеспечивающий защищённую передачу данных между узлами в сети Интернет. TLS использует асимметричное шифрование для аутентификации, симметричное шифрование для конфиденциальности и коды аутентичности сообщений для сохранения целостности сообщений.

Данный протокол широко используется в приложениях, работающих с сетью Интернет, таких как веб-браузеры, работа с электронной почтой, обмен мгновенными сообщениями и IP-телефония (VoIP).

TLS даёт возможность клиент-серверным приложениям осуществлять связь в сети таким образом, что при возможном прослушивании пакетов нельзя осуществить несанкционированный доступ.

Основные шаги процедуры создания защищённого сеанса связи:

- клиент подключается к серверу, поддерживающему TLS, и запрашивает защищённое соединение;
- клиент предоставляет список поддерживаемых алгоритмов шифрования и хеш-функций;
- сервер выбирает из списка, предоставленного клиентом, наиболее надёжные алгоритмы среди тех, которые поддерживаются сервером, и сообщает о своём выборе клиенту;
- сервер отправляет клиенту цифровой сертификат для собственной аутентификации. Обычно цифровой сертификат содержит имя сервера, имя удостоверяющего центра сертификации и открытый ключ сервера;
- клиент, до начала передачи данных, проверяет валидность (аутентичность) полученного серверного сертификата относительно имеющихся у клиента корневых сертификатов удостоверяющих центров;
- для шифрования сессии используется сеансовый ключ. Получение общего секретного сеансового ключа клиентом и сервером проводится по протоколу Диффи-Хеллмана. Существует исторический метод передачи сгенерированного клиентом секрета на сервер при помощи шифрования асимметричной криптосистемой RSA (используется ключ из сертификата сервера).

4 Ход лабораторной работы

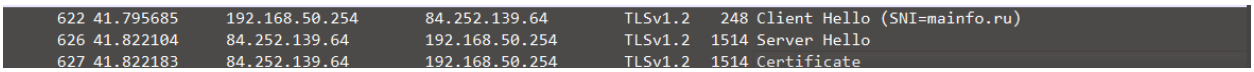
Для выполнения данной лабораторной работы я выбрала следующие веб-сервера:

- mainfo.ru — сайт с лекциями, лабораторными работами и другими материалами по курсу “Численные методы”
- faq8.ru — форум восьмого факультета МАИ
- yandex.ru — поисковая система Яндекс
- gosuslugi.ru — портал Госуслуг

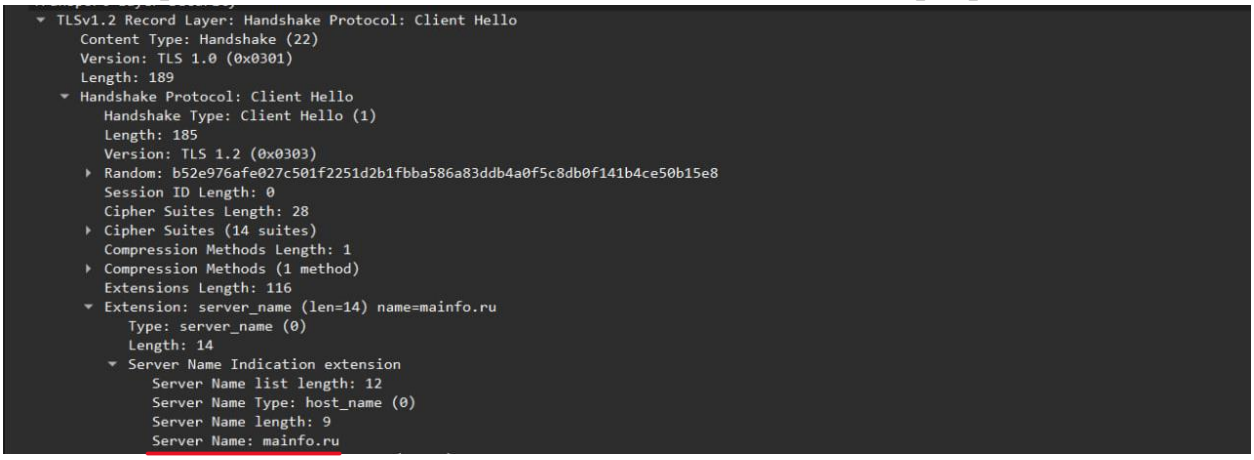
Рассмотрим подробно первый веб-сервер:

mainfo.ru (84.252.139.64):

1. Открываем сервер в браузере
2. Находим пакеты нашего сервера (можно использовать фильтр: tls.handshake.type == 1 || tls.handshake.type == 2 || tls.handshake.type == 11, благодаря которому будут отображаться только Client Hello, Server Hello и Certificate соответственно). Также можно воспользоваться фильтром: ip.addr == <IP_адрес> && tls, указав IP-адрес нужного веб-сервера, и получить все TLS-сообщения от конкретного сервера.



3. Откроем пакет Client Hello: здесь находится имя сервера – **mainfo.ru**

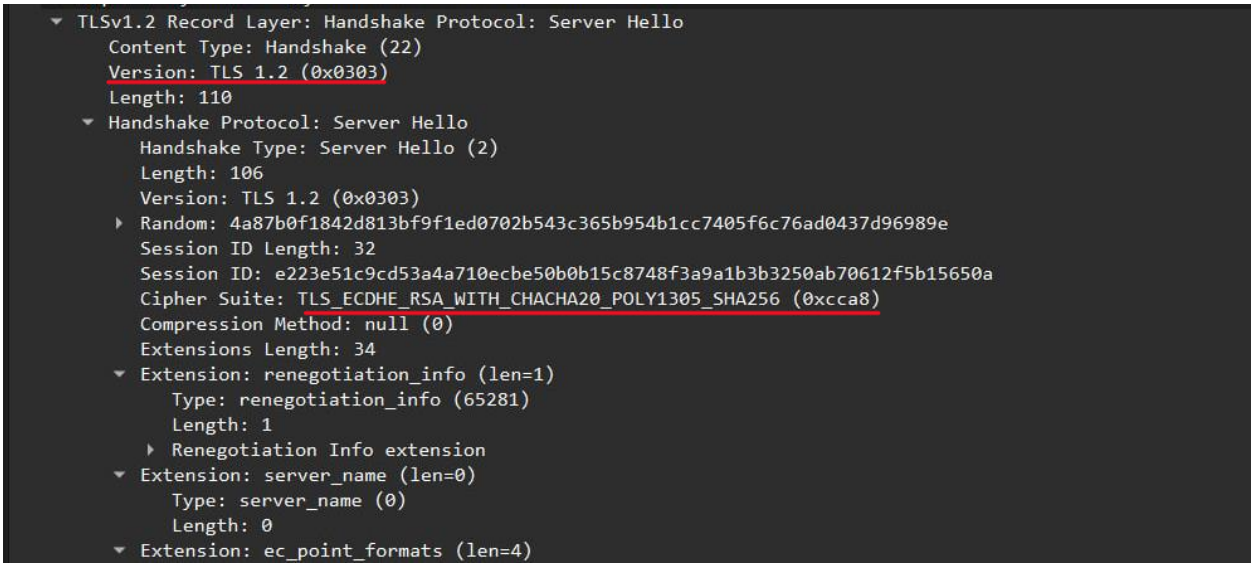


4. Далее откроем Server Hello: здесь находим

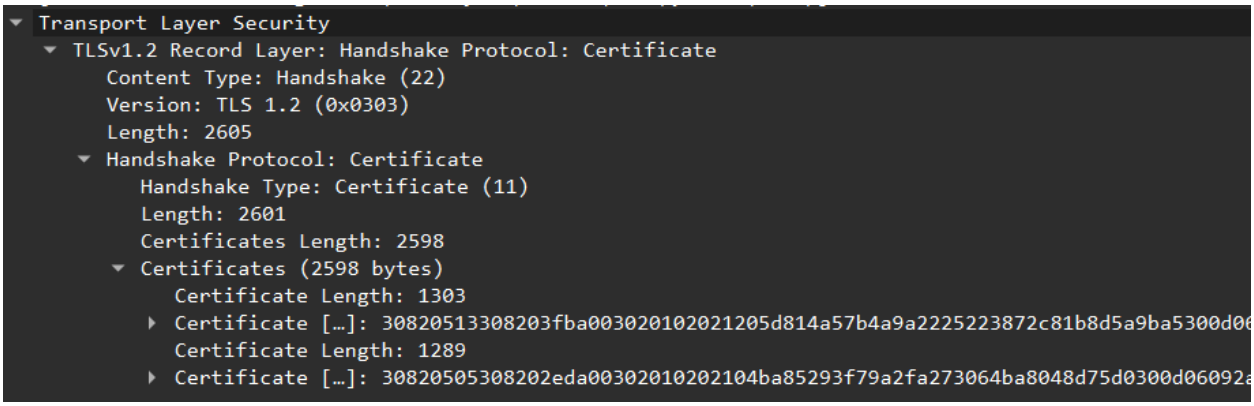
- Версию протокола TLS, которая была использована при установке соединения: **TLS 1.2**. Можно заметить, что клиент предлагал версию ниже, а именно TLS 1.0;

- Сгенерированное значение Random, необходимое для генерации разделяемого ключа, используемого в алгоритме Диффи-Хеллмана;
- Набор шифров Cipher Suite:

TLS_ECDHE_RSA_WITH_CHACHA20_POLY1305_SHA256, что говорит о том, что здесь используется алгоритм **Elliptic Curve Diffie-Hellman Ephemeral** (Диффи-Хеллмана на эллиптических кривых ephemeral). При использовании данного алгоритма новые значения Random будут генерироваться у сервера и клиента заново при каждой новой сессии, если прошло достаточно времени после предыдущей, потому что в противном случае будет использован протокол восстановления сессии). Для аутентификации сервера (подписи сертификата) используется **RSA**. Используется потоковый алгоритм шифрования данных **CHACHA20**. Алгоритм аутентификации сообщений **POLY1305**. Используемая хэш-функция – **SHA256**.

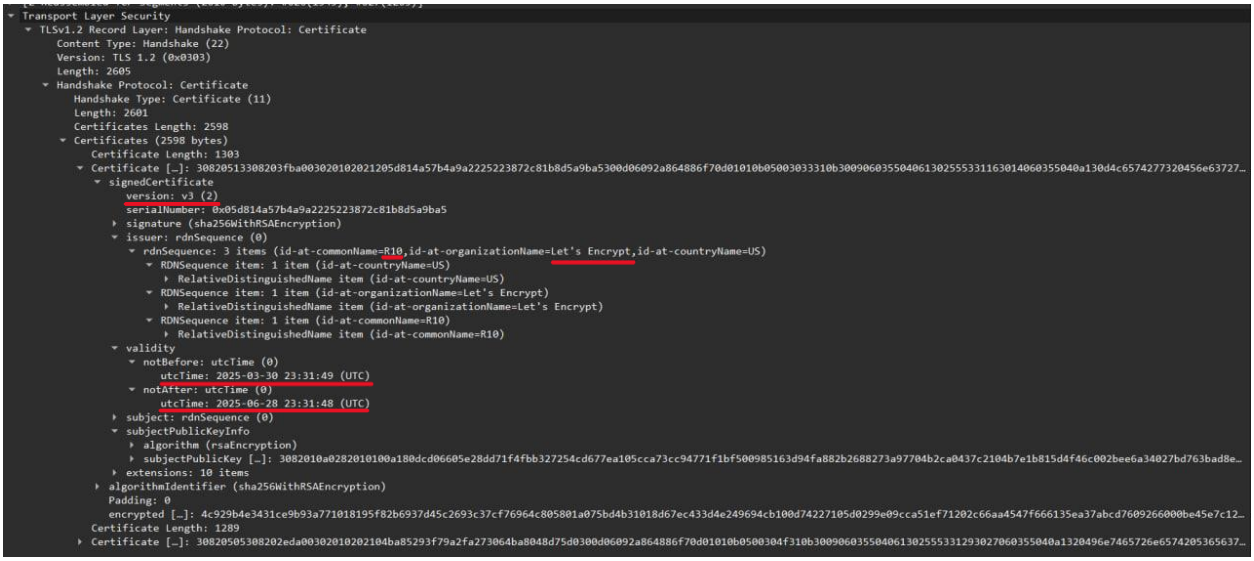


5. Откроем Sertificate



Откроем первый сертификат:

- Версия — version: **v3 (2)**
- Номер — serialNumber: 0x05d814a57b4a9a2225223872c81b8d5a9ba5
- Алгоритм записи RSA — Algorithm Id: 1.2.840.113549.1.1.11 (sha256WithRSAEncryption)
- Удостоверяющий центр, выдавший сертификат — rdnSequence: 3 items (id-at-commonName=**R10**,id-at-organizationName=**Let's Encrypt**,id-at-countryName=US)
- Действителен ли сертификат — **да, действует**



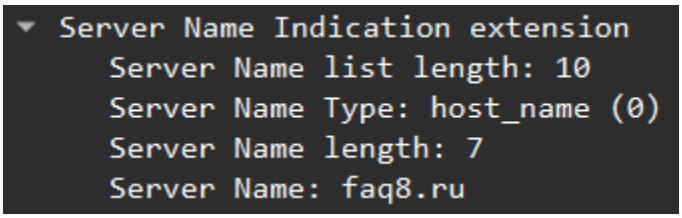
6. Далее необходимо рассчитать время установки соединения:

От пакета ClientHello следуем по протоколу TCP до Finished и находим разницу во времени: 41.836665 – 41.795685 = **0.04098**

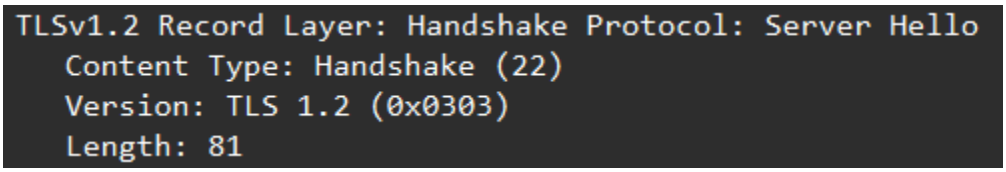
Для остальных веб-серверов я кратко покажу необходимую информацию.

faq8.ru (202.61.198.136):

- Имя сервера, его характеристики



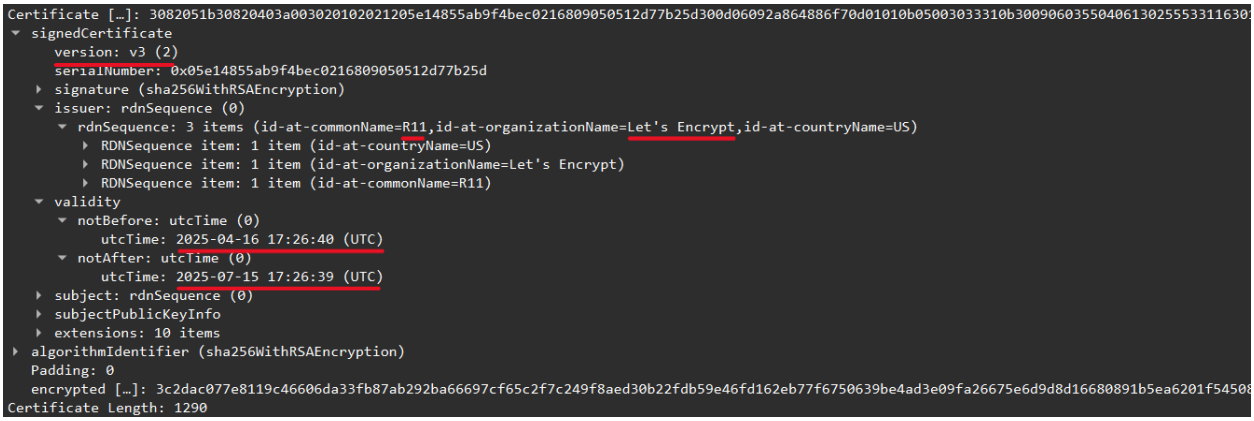
- Версия TLS



- Выбранные алгоритмы шифрования

TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256 (0xc02f)

- Полученный сертификат: версия, действителен ли сертификат, правильность ключа, удостоверяющий центр



- Время установки соединения (от ClientHello до Finished)

12.964248 – 12.803805 = **0.160443**

yandex.ru (77.88.44.55):

- Имя сервера, его характеристики

```
Server Name Indication extension
   Server Name list length: 12
   Server Name Type: host_name (0)
   Server Name length: 9
   Server Name: yandex.ru
```

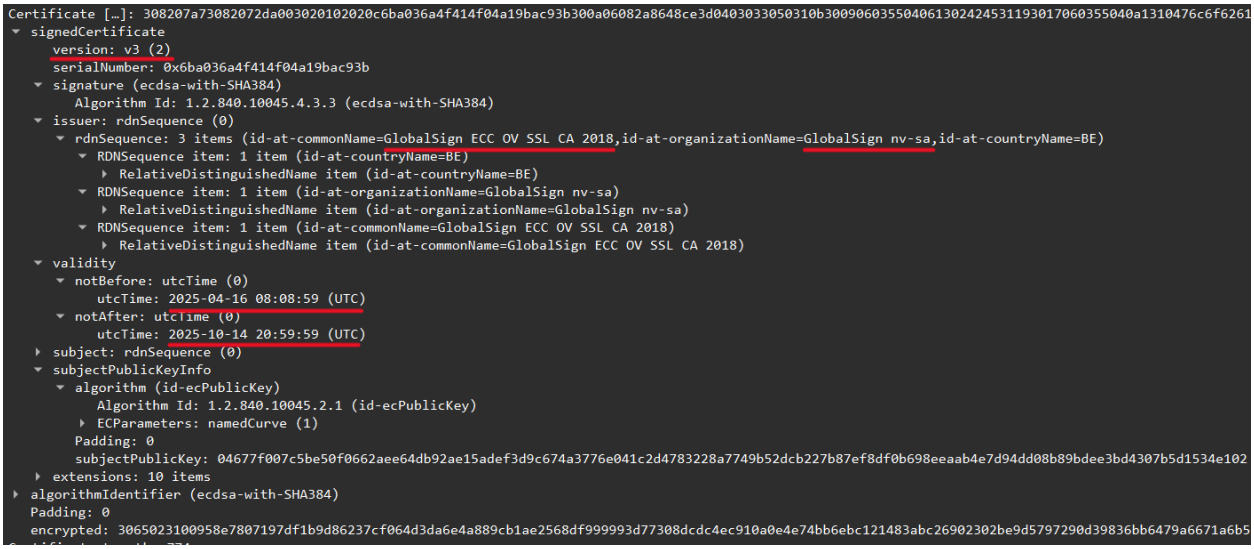
- Версия TLS

```
TLSv1.2 Record Layer: Handshake Protocol: Server Hello
   Content Type: Handshake (22)
   Version: TLS 1.2 (0x0303)
   Length: 72
```

- Выбранные алгоритмы шифрования

TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_CHACHA20_POLY1305_SHA256 (0xcca9)

- Полученный сертификат: версия, действителен ли сертификат, правильность ключа, удостоверяющий центр



- Время установки соединения (от ClientHello до Finished)

5917.758812 – 5917.744802 = **0.01401**

gosuslugi.ru (109.207.1.118):

- Имя сервера, его характеристики

```
Server Name Indication extension
   Server Name list length: 19
   Server Name Type: host_name (0)
   Server Name length: 16
   Server Name: www.gosuslugi.ru
```

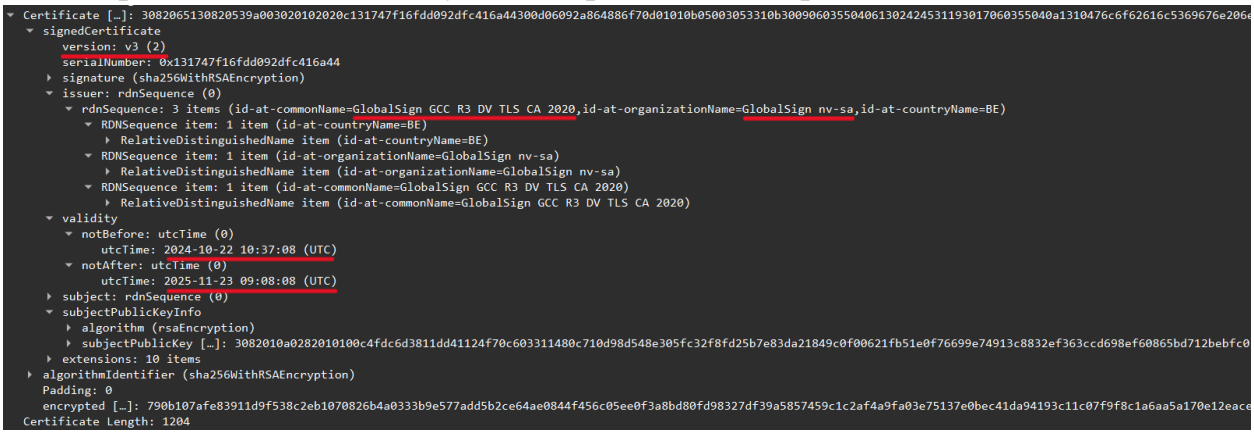
- Версия TLS

```
TLSv1.2 Record Layer: Handshake Protocol: Server Hello
   Content Type: Handshake (22)
   Version: TLS 1.2 (0x0303)
   Length: 100
```

- Выбранные алгоритмы шифрования

TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256 (0xc02f)

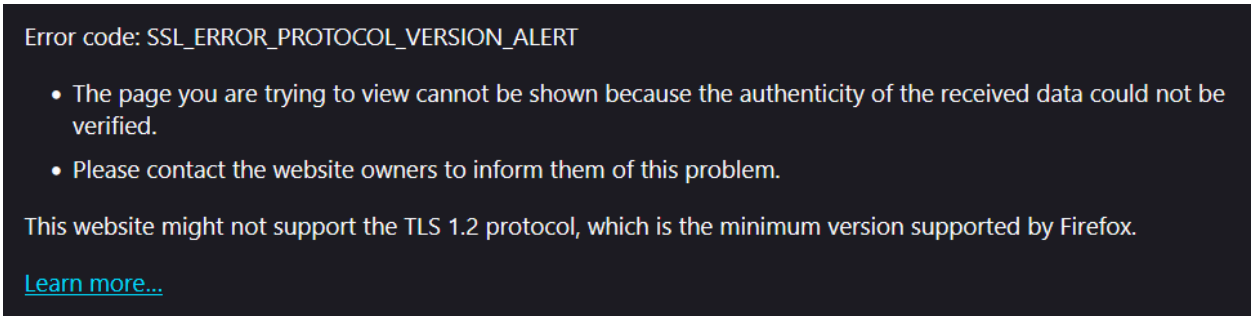
- Полученный сертификат: версия, действителен ли сертификат, правильность ключа, удостоверяющий центр



- Время установки соединения (от ClientHello до Finished)

7687.004361 – 7687.015208 = **0.010847**

После того, как я принудительно изменила параметры TLS в браузере (установила версию TLS на 1, что соответствует TLS 1.0), соединение со всеми выбранными веб-серверами было потеряно, и в браузере появилась ошибка **SSL_ERROR_PROTOCOL_VERSION_ALERT** — сообщение, которое выдаёт браузер при попытке установить защищённое соединение с сервером, но не удаётся согласовать версию протокола TLS/SSL.



Таким образом, все выбранные мною сервера используют современную версию протокола TLS (TLS 1.2), которая считается безопасной и поддерживает современные криптографические алгоритмы. Отсутствие поддержки устаревших версий TLS (TLS 1.0) снижает риск атак, таких как:

- POODLE (Padding Oracle On Downgraded Legacy Encryption): атака позволяет злоумышленнику расшифровать отдельные блоки зашифрованных данных, используя уязвимость в схеме заполнения (padding) блочного шифра;
- BEAST (Browser Exploit Against SSL/TLS): атака, позволяющая расшифровать HTTPS-трафик, если используется режим шифрования CBC (Cipher Block Chaining).

Алгоритмы шифрования у серверов являются современными и безопасными, соответствуют рекомендациям по защите информации и обеспечивают высокий уровень защиты передаваемых данных.

Также все сертификаты корректно настроены, содержат все необходимые данные и подписаны надежными удостоверяющими центрами, что ещё раз гарантирует безопасность передаваемых данных.

5 Выводы

Был проведен анализ 4-х веб-серверов (mainfo.ru, faq8.ru, yandex.ru и gosuslugi.ru), используя инструмент Wireshark. Благодаря этому, был сделан вывод о том, что настройка всех веб-серверов соответствует современным требованиям безопасности. Все веб-сервера используют TLS 1.2, современные алгоритмы шифрования и надежные сертификаты, что гарантирует защиту передаваемых данных.

В ходе выполнения данного курсового проекта был освоен и применён один из самых мощных инструментов для анализа сетевого трафика — Wireshark. Благодаря его функциональным возможностям появилась возможность глубже понять процессы, происходящие при сетевом взаимодействии. Были детально изучены структура и содержание передаваемых данных. Были приобретены практические навыки захвата, фильтрации и анализа сетевых пакетов, что позволило наблюдать за реальным трафиком.

Также был изучен протокол TLS. Теперь известно, что TLS 1.0 — это устаревший протокол безопасной передачи данных по сети, и на данный момент он считается небезопасным и не рекомендован к использованию. А TLS 1.2, наоборот, является современной и безопасной версией протокола. Именно данная версия широко используется по всему миру и считается надежной.

В результате выполнения данной лабораторной работы были приобретены навыки, которые в дальнейшем будут полезны для выполнения других работ и курсовых проектов.

6 Список используемой литературы

1. Применко Э. А. Алгебраические основы криптографии — М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2013. — 289 с.
2. Протокол TLS: что это, зачем он нужен и как работает // SkillBox — URL: https://skillbox.ru/media/code/protokol-tls-chto-eto-zachem-nuzhen-i-kak-rabotaet/ (дата обращения: 25.05.2025)
3. Wireshark — подробное руководство по началу использования // Хабр — URL: https://habr.com/ru/articles/735866/ (дата обращения: 25.05.2025)
4. Методы шифрования в TLS: как обеспечивается безопасность данных в интернете // Хабр — URL: https://habr.com/ru/companies/T1Holding/articles/893188/ (дата обращения: 25.05.2025)