

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Программная инженерия»

**СОГЛАСОВАНО**

Научный руководитель, доцент  
Факультета Компьютерных Наук

\_\_\_\_\_ И. Н. Лесовская  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия», старший  
преподаватель департамента  
программной инженерии

\_\_\_\_\_ Н. А. Павловев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

**ШИФРОВАЛЬНАЯ МАШИНА «ЭНИГМА»: РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ  
ШИФРОВАНИЯ.**

**Техническое задание**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

Исполнители:

Студентка группы БПИ-245

\_\_\_\_\_ / М. В. Горбачева /  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

**2026**

Инв.№ подп	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

УТВЕРЖДЕН

**ШИФРОВАЛЬНАЯ МАШИНА «ЭНИГМА»: РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ  
ШИФРОВАНИЯ.**

**Техническое задание**

**Листов 25**

**2026**

Инв.№ подп	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

## АННОТАЦИЯ

Техническое задание – это основной документ, оговаривающий набор требований и порядок создания программного продукта, в соответствии с которым производится разработка программы ее тестирование и приемка.

Настоящее Техническое задание на разработку «шифровальной машины «Энигма»: реализации алгоритмов шифрования» содержит следующие разделы: «Введение», «Основания для разработки», «Назначение разработки», «Требования к программе», «Требования к программной документации», «Технико-экономические показатели», «Стадии и этапы разработки», «Порядок контроля и приемки», приложения [7].

В разделе «Введение» указано наименование и краткая характеристика области применения программы.

В разделе «Основания для разработки» указан документ, на основании которого ведется разработка, и наименование темы разработки.

В разделе «Назначение разработки» указано функциональное и эксплуатационное назначение создаваемого программного продукта.

Раздел «Требования к программе» содержит указание на основные требования к функциональным характеристикам программы, к её надежности и к условиям эксплуатации, к составу и параметрам технических средств, к информационной и программной совместимости, к маркировке и упаковке, к транспортировке и хранению, а также специальные требования.

Раздел «Требования к программным документам» содержит указание на предварительный состав программной документации и специальные требования к ней.

Раздел «Технико-экономические показатели» содержит информацию об ориентировочной экономической эффективности разработки, экономические преимущества разработки программы.

Раздел «Стадии и этапы разработки» содержит информацию о стадиях разработки, этапах и содержании работ.

В разделе «Порядок контроля и приемки» указаны общие требования к приемке работы.

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

1. ГОСТ 19.101-77 [1]: Виды программ и программных документов.
2. ГОСТ 19.102-77 [2]: Стадии разработки.
3. ГОСТ 19.103-77 [3]: Обозначения программ и программных документов.
4. ГОСТ 19.104-78 [4]: Основные надписи.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. ГОСТ 19.105-78 [5]: Общие требования к программным документам.
6. ГОСТ 19.106-78 [6]: Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
7. ГОСТ 19.201-78 [7]: Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.

Изменения к данному Техническому заданию оформляются согласно ГОСТ 19.603-78 [12], ГОСТ 19.604-78 [13].

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ .....	6
1.1. Наименование программы .....	6
1.2. Краткая характеристика области применения программы .....	6
2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ .....	7
2.1. Документ(ы), на основании которого(ых) ведется разработка .....	7
2.2. Наименование темы разработки .....	7
3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ .....	8
3.1. Функциональное назначение .....	8
3.2. Эксплуатационное назначение .....	8
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ .....	9
4.1. Требования к функциональным характеристикам .....	9
4.1.1. Требования к составу выполняемых функций .....	9
4.1.2. Требования к организации входных данных .....	11
4.1.3. Требования к организации выходных данных .....	11
4.1.4. Требования к временным характеристикам .....	12
4.1.5. Требования к интерфейсу .....	12
4.2. Требования к надёжности .....	13
4.3. Условия эксплуатации .....	13
4.3.1. Климатические условия эксплуатации .....	13
4.3.2. Требования к видам обслуживания .....	13
4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала .....	14
4.4. Требования к составу и параметрам технических средств .....	14
4.5. Требования к информационной и программной совместимости .....	14
4.5.1. Требования к информационным структурам и методам решения .....	14
4.5.2. Требования к программным средствам, используемым программой .....	14
4.5.3. Требования к исходным кодам и языкам программирования .....	14
4.5.4. Требования к защите информации и программы .....	15
4.6. Требования к маркировке и упаковке .....	15
4.7. Требования к транспортированию и хранению .....	15
4.8. Специальные требования .....	15
5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	16

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5.1. Состав программной документации .....	16
5.2. Специальные требования к программной документации .....	16
6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	17
6.1. Предполагаемая потребность .....	17
6.2. Целевая аудитория .....	17
6.3. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами .....	17
7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ .....	19
7.1. Стадии разработки, этапы и содержание работ .....	19
7.2. Сроки разработки и исполнители .....	21
8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ .....	22
8.1. Виды испытаний .....	22
8.2. Общие требования к приёмке работы .....	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ. ССЫЛКИ НА АНАЛОГИ .....	24

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1. Наименование программы

Наименование программы – «Шифровальная машина “Энigma”: реализация алгоритмов шифрования».

Наименование программы на английском языке – «Enigma cipher machine: implementation of encryption algorithms».

### 1.2. Краткая характеристика области применения программы

Программный эмулятор шифровальной машины «Энigma» — это образовательно-программное приложение, предназначенное для изучения принципов криптографии, исторического контекста Второй мировой войны и основ криptoанализа.

В отличие от простых эмуляторов, разрабатываемый продукт включает не только точную реализацию алгоритма шифрования 3-роторной «Энгмы» Wehrmacht, но и интерактивный симулятор с визуализацией процесса шифрования, а также демонстрацию методов взлома, использовавшихся в Блетчли-Парке.

Основные проблемы, решаемые программой:

1. Отсутствие наглядных инструментов для изучения работы «Энгмы» в образовательном процессе;
2. Сложность понимания принципов криptoанализа без практической демонстрации;
3. Необходимость в инструменте для экспериментов с различными конфигурациями машины.

Проект нацелен на создание комплексного решения, которое может использоваться:

- В учебном процессе при подготовке специалистов по информационной безопасности;
- В исследовательских целях для изучения исторических аспектов криптографии;
- Как демонстрационный инструмент на лекциях и семинарах по различным ИТ-дисциплинам.

Существующие аналоги представляют собой либо простые эмуляторы шифрования без элементов криptoанализа, либо сложные исторические реконструкции без образовательной составляющей, без ясного изложения самой сути шифрования и дешифровки сообщений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

### **2.1. Документ(ы), на основании которого(ых) ведется разработка**

Разработка ведётся на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и утвержденной академическим руководителем программы темы курсового проекта.

### **2.2. Наименование темы разработки**      Наименование программы – «Шифровальная машина “Энigma”: реализация алгоритмов шифрования».

Наименование программы на английском языке – «Enigma cipher machine: implementation of encryption algorithms».

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

#### **3.1. Функциональное назначение**

Разрабатываемая программа предназначена для эмуляции работы 3-роторной шифровальной машины «Энигма» с последующим анализом её криптографических слабостей. Продукт должен предоставлять следующие функции:

##### **Основной модуль эмуляции:**

- Точная эмуляция 3-роторной «Энигмы» (роторы I-V, рефлекторы B/C, коммутационная панель);
- Настройка всех параметров машины: выбор роторов, их порядок, начальные позиции, кольцевые настройки (Ringstellung), соединения на коммутационной панели;
- Шифрование и дешифрование текстовых сообщений;
- Визуализация текущего состояния машины.

##### **Интерактивный симулятор:**

- Графическое представление машины, визуализация шифрования сообщения;
- История операций шифрования/десифрования

##### **Модуль криptoанализа:**

- Демонстрация метода «груды» (crib attack) на примере известных исторических сообщений;
- Визуализация поиска «петель» (loops) для определения настроек роторов(под вопросом);
- Имитация атаки по известному открытому тексту;
- Статистический анализ зашифрованного текста.

##### **Образовательный модуль:**

- Историческая справка об «Энигме» и её роли во Второй мировой войне;
- Пошаговые инструкции по использованию машины;
- Примеры криptoанализа с объяснением методов.

#### **3.2. Эксплуатационное назначение**

Основными потребителями разрабатываемого приложения являются:

1. Студенты, обучающиеся на математических и ИТ-направлениях, преподаватели криптографии и смежных дисциплин, информационной безопасности;
2. Исследователи в области истории криптографии;
3. Школьники, которым может быть интересно узнать что-то новое или открыть для себя .

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

### **4.1. Требования к функциональным характеристикам**

#### **4.1.1. Требования к составу выполняемых функций**

Программа должна реализовывать следующие функции:

##### **1. Эмуляция шифровальной машины**

- 1.1. Поддержка конфигурации 3-роторной «Энигмы» Wehrmacht/Luftwaffe;
- 1.2. Реализация 5 стандартных роторов (I, II, III, IV, V) с исторически точными проводками;
- 1.3. Поддержка рефлекторов B и C;
- 1.4. Реализация коммутационной панели (Steckerbrett);
- 1.5. Шифрование и дешифрование текста на латинице (26 букв).

##### **2. Управление конфигурацией**

- 2.1. Выбор и расстановка роторов в нужном порядке;
- 2.2. Установка начальных позиций роторов (Grundstellung);
- 2.3. Настройка кольцевых установок (Ringstellung);
- 2.4. Настройка соединений на коммутационной панели;
- 2.5. Сохранение и загрузка конфигураций.

##### **3. Интерактивная визуализация**

- 3.1. Графическое отображение состояния всех компонентов машины;
- 3.2. отображение вводимого незакодированного сообщения с последующим выводом закодированного;
- 3.3. Отображение истории операций.

##### **4. Модуль криптоанализа**

###### **4.1. Хранилище данных для криптоанализа:**

**4.1.1. База известных текстов (crib database):** локальное хранилище в формате JSON, содержащее:

- Исторически известные «груды» (cribs) на немецком и английском языках;
- Шаблоны сообщений (message patterns) с указанием позиций вероятных cribs;
- Частотные таблицы букв для немецкого языка 1940-х годов;
- Словарь общих слов и фраз немецких военных сообщений.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### **4.2. Методы криптоанализа, которые должны быть реализованы:**

##### **4.2.1. Метод «Груды» (Crib Attack):**

###### **Алгоритм:**

- Поиск петель (loops) между шифртекстом и предполагаемым открытым текстом;
- Построение и решение системы уравнений для нахождения возможных настроек роторов;
- Исключение невозможных конфигураций на основе свойств «Энигмы».

##### **4.2.2. Атака по известному открытому тексту (Known Plaintext Attack):**

###### **4.2.2.1. Вход:** полная пара (открытый текст ↔ шифртекст) длиной не менее 50 символов;

###### **4.2.2.2. Алгоритм:**

- Перебор настроек роторов (положений и колец) с использованием свойства « $x \rightarrow /x$ »;
- Применение метода исключения для коммутационной панели;

###### **4.2.2.3. Выход:** вероятные настройки машины с оценкой достоверности.

##### **4.2.3. Статистический анализ:**

- Анализ частотности;
- Проверка свойства «буква не шифруется сама в себя»;
- Диаграмма частотности букв: сравнение частот зашифрованного текста с эталонными частотами немецкого языка.

#### **5. Образовательные функции**

- 5.1. Историческая справка об «Энигме»;
- 5.2. Пошаговые руководства по шифрованию и взлому;
- 5.3. Библиотека примеров исторических сообщений;
- 5.4. Режим «Сценарии» с историческими задачами.

#### **6. Экспорт и отчетность**

- 6.1. Экспорт результатов в текстовый формат;
- 6.2. Генерация отчетов о проведенных операциях;

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### **4.1.2. Требования к организации входных данных**

Входные данные для программы представляют собой:

##### **1. Конфигурационные данные:**

- 1.1. Выбор роторов (I-V) и их порядок;
- 1.2. Начальные позиции роторов (3 буквы от A до Z);
- 1.3. Кольцевые настройки (3 цифры от 1 до 26);
- 1.4. Пары соединений на коммутационной панели (до 10 пар букв);
- 1.5. Выбор рефлектора (B или C).

##### **2. Текстовые данные:**

- 2.1. Открытый текст для шифрования (латинские буквы, пробелы игнорируются);
- 2.2. Шифртекст для дешифрования;
- 2.3. Известный фрагмент текста (crib) для криптоанализа.

##### **3. Данные для криптоанализа:**

- 3.1. Пара «открытый текст - шифртекст» для атаки;
- 3.2. Предполагаемый crib и его позиция в шифртексте.

##### **4. Пользовательский ввод:**

- 4.1. Нажатия кнопок в графическом интерфейсе;
- 4.2. Ввод текста в текстовые поля;

#### **4.1.3. Требования к организации выходных данных**

Выходные данные программы:

##### **1. Результаты шифрования/дешифрования:**

- 1.1. Преобразованный текст (шифртекст или открытый текст);
- 1.3. Текущее состояние роторов после операции.

##### **2. Визуальные выходные данные:**

- 2.1. Графическое представление состояния «Энигмы»;
- 2.2. Вывод дешифрованного сообщения.

##### **3. Результаты криптоанализа:**

- 3.1. Найденные возможные настройки роторов;
- 3.2. Статистические отчеты о шифровании, дешифровке и взломе;

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### **4.1.4. Требования к временным характеристикам**

Требования к временным характеристикам:

1. Шифрование/десифрование сообщения длиной 1000 символов должно выполняться не более чем за 1 секунду;
2. Отклик графического интерфейса на действия пользователя должен быть не более 100 мс;
3. Запуск программы (холодный старт) должен занимать не более 5 секунд;
4. Поиск возможных настроек методом crib attack для сообщения длиной 500 символов должен выполняться не более 30 секунд.

#### **4.1.5. Требования к интерфейсу**

Программа реализует графический интерфейс, состоящий из следующих основных компонентов:

##### **1. Главное окно программы:**

- 1.1. Меню: Файл, Настройки, Помощь;
- 1.2. Панель вкладок: «Эмулятор», «Криптоанализ», «Обучение»;
- 1.3. Страна состояния: отображение текущего режима.

##### **2. Вкладка «Эмулятор»:**

- 2.1. Панель настройки роторов:
  - 2.1.1. Выпадающие списки выбора роторов (левый, средний, правый);
  - 2.1.2. Поля для установки начальных позиций;
  - 2.1.3. Выбор рефлектора.
- 2.2. Графическая панель коммутационной панели:
  - 2.2.1. 26 латинских букв;
  - 2.2.2. Возможность перетаскивания соединений между буквами;
  - 2.2.3. Отображение активных соединений.
- 2.3. Панель ввода/вывода текста:
  - 2.3.1. Поле ввода открытого текста;
  - 2.3.2. Поле вывода шифртекста;
  - 2.3.3. Кнопки «Зашифровать», «Дешифровать», «Очистить».
- 2.4. Визуализация машины:
  - 2.4.1. Схематичное изображение роторов с текущими позициями;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### 2.4.2. Панель истории операций.

### 3. Вкладка «Криптоанализ»:

#### 3.1. Панель ввода данных для атаки:

- 3.1.1. Поле для шифртекста;
- 3.1.2. Поле для известного открытого текста (crib);
- 3.1.3. Поле для указания позиции crib.

#### 3.2. Панель визуализации криптоанализа:

- 3.2.1. Графическое отображение поиска «петель»;
- 3.2.2. Таблица возможных настроек роторов;

#### 3.3. Панель статистического анализа:

- 3.3.2. Частотный анализ текста.

### 4. Вкладка «Обучение»:

- 4.1. Историческая справка с изображениями;
- 4.2. Интерактивные уроки по работе с «Энигмой»;
- 4.3. Библиотека исторических примеров;
- 4.4. Режим «Сценарии» с задачами разной сложности.

## 4.2. Требования к надёжности

1. Программа не должна аварийно завершаться при любых входных данных;
2. При вводе некорректных данных (недопустимых символов, неверных настроек) программа должна выводить понятное сообщение об ошибке;
3. Возможность отмены последней операции (Undo);

## 4.3. Условия эксплуатации

### 4.3.1. Климатические условия эксплуатации

Климатические условия эксплуатации, при которых должна обеспечиваться корректная работа программы, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к техническим средствам, реализующим данный программный продукт.

### 4.3.2. Требования к видам обслуживания

На персональном компьютере, где производится эксплуатация программы, необходимо обеспечить регулярные проверки оборудования и программного обеспечения на наличие сбоев и неполадок.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### **4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала**

Для пользования данным приложением достаточно одного человека. Пользователь должен обладать навыками работы с компьютером. Перед использованием программы он должен быть проинформирован о функционале программы.

### **4.4. Требования к составу и параметрам технических средств**

Для надежной и бесперебойной работы программы требуется следующий состав технических средств:

1. Десктопное устройство с возможностью использования операционной системы Windows 10/11, macOS 10.15+ или Linux.

### **4.5. Требования к информационной и программной совместимости**

#### **4.5.1. Требования к информационным структурам и методам решения**

Требования к информационным структурам и методам решения не предъявляются.

#### **4.5.2. Требования к программным средствам, используемым программой**

Для десктоп-приложения потребуется:

Компьютер с операционной системой Windows 10/11, macOS 10.15+ или Linux.

#### **4.5.3. Требования к исходным кодам и языкам программирования**

1. Ядро эмуляции должно быть реализовано на языке C++17 или выше в соответствии со стандартом ISO/IEC 14882:2017.

2. Для нативного внешнего вида и высокой производительности графический интерфейс десктоп-версии должен быть реализован с использованием различных фреймворков (предпочтителен фреймворк Qt 6.4+ и библиотеки QWidget).

3. Архитектура программы должна соответствовать следующим принципам:

3.1. Использование объектно-ориентированного программирования с четким разделением ответственности;

3.2. Применение паттернов проектирования для упрощения интерфейса эмуляции, для различных алгоритмов криptoанализа, для обновления GUI;

3.3. Разделение на модули: ядро эмуляции, модуль криptoанализа, графический интерфейс, утилиты.

4. Требования к структуре исходного кода:

4.1. Заголовочные файлы (.h, .hpp) должны содержать объявления классов и функций;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- 4.2. Файлы реализации (.cpp) должны содержать определения;
- 4.3. Использование пространств имен (namespaces) для логической группировки:  
Enigma::Core, Enigma::GUI, Enigma::CryptoAnalysis;
- 5. Требования к сборке и зависимостям:
  - 8.1. Использование системы сборки CMake 3.16+ с поддержкой кроссплатформенности;
  - 8.3. Поддержка сборки под Windows (MSVC), Linux (GCC/Clang), macOS (Clang).
- 6. Использование системы контроля версий Git.

#### **4.5.4. Требования к защите информации и программы**

- 1. Программа не предназначена для защиты реальных данных, только для образовательных целей;
- 2. Локальное хранение пользовательских данных без передачи в сеть;

#### **4.6. Требования к маркировке и упаковке**

Программа распространяется в виде:

- 1. Исходного кода в репозитории GitHub;
- 2. Исполняемого файла (.exe для Windows, .app для macOS);

#### **4.7. Требования к транспортированию и хранению**

Транспортировка осуществляется через скачивание с GitHub.

#### **4.8. Специальные требования**

Специальные требования к программе не предъявляются.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

### **5.1. Состав программной документации**

1. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78);
2. Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79);
3. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79);
4. Текст программы (ГОСТ 19.401-78);
5. Руководство пользователя (ГОСТ 19.505-79);
6. Презентация проекта.

### **5.2. Специальные требования к программной документации**

Документация должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 19.106-78; Пояснительная записка должна быть загружена в систему Антиплагиат через LMS «НИУ ВШЭ».

Документация и программа сдается в электронном виде в формате .pdf или .docx. в архиве формата;

За две недели до защиты комиссии все материалы курсового проекта:

- программная документация,
- программный проект,
- исполняемый файл,
- отзыв руководителя,
- отчет системы Антиплагиат

должны быть загружены одним или несколькими архивами в проект дисциплины «Курсовой проект» в личном кабинете в информационной образовательной среде SmartLMS НИУ ВШЭ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

### 6.1. Предполагаемая потребность

Разрабатываемый эмулятор «Энигмы» с элементами криптоанализа заполняет нишу в образовательном ПО для криптографии. Существующие аналоги либо слишком просты (базовые эмуляторы шифрования), либо слишком сложны для учебных целей (профессиональные инструменты криптоанализа).

Программа будет востребована в учебных заведениях для преподавания криптографии, на исторических факультетах для изучения Второй мировой войны, в музеях криптографии или техники для интерактивных экспозиций.

### 6.2. Целевая аудитория

1. Студенты и преподаватели технических вузов;
2. Учителя и ученики профильных классов школ и интересующиеся;
3. Историки и реконструкторы;

### 6.3. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Функция	Cryptool 2 эммуляция Энигмы	Python Enigma библиоте- ка	Online Enigma веб-эммуля- тор	Enigma Simulator App Store	Our Project
Точная историче- ская эмуляция	+	+	+	+	+
Графический интер- фейс	+	-	+	+	+
Визуализация рабо- ты	-	-	±	-	+
Модуль криптоана- лиза	+	-	-	-	+
Интерактивное обу- чение	-	-	-	-	+
Режим историче- ских сценариев	-	-	-	-	+
<b>Итого</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>

Таблица 1. Сравнение функциональных характеристик с аналогами

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

### 7.1. Стадии разработки, этапы и содержание работ

Таблица 2 – Стадии и этапы разработки

Стадия разработки	Этап работ	Содержание работ	Сроки выполнения
Техническое задание	Обоснование необходимости разработки	Изучение исторических материалов об «Энигме»	13.11.25
		Анализ существующих аналогов	13.11.25
	Научно-исследовательский этап	Разработка математической модели «Энигмы»	15.11.25 – 03.12.25
		Изучение методов криптоанализа «Энигмы»	15.11.25 – 03.12.25
		Проектирование архитектуры программы	15.11.25 – 03.12.25
		Выбор технологий и инструментов	15.11.25 – 03.12.25
	Разработка ТЗ	Разработка технического задания	15.11.25 – 03.12.25
		Согласование ТЗ с научным руководителем	16.12.25

Продолжение таблицы 2

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

<b>Стадия разработки</b>	<b>Этап работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Сроки выполнения</b>
Рабочий проект	Разработка программы	Реализация ядра эмуляции (алгоритмы шифрования)	05.12.25 – 25.12.25
		Разработка графического интерфейса	25.12.25 – 15.01.26
		Реализация модуля криптоанализа	15.01.26 – 31.01.26
	Разработка программной документации	Разработка документов по ГОСТ 19	05.12.25 – 31.01.26
	Испытания программы	Разработка методики испытаний	01.02.26 – 10.02.26
		Тестирование функциональности	10.02.26 – 17.02.26
		Тестирование исторической точности	17.02.26 – 25.02.26
	Корректировка по результатам тестов	Исправление ошибок	25.02.26 – 28.02.26
	Внедрение	Подготовка к защите	Подготовка презентации и демонстрационных материалов
			01.03.26 – 15.03.26
Получение отзыва научного руководителя	16.03.26		

Продолжение таблицы 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

<b>Стадия разработки</b>	<b>Этап работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Сроки выполнения</b>
		Загрузка в систему Антиплагиат	01.04.26
		Загрузка материалов в LMS	07.04.26
		Защита перед комиссией	14.04.26

## 7.2. Сроки разработки и исполнители

Разработка должна быть завершена к 14.04.2026.

Исполнитель: Горбачева Маргарита Валерьевна – студентка группы БПИ-245.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## **8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ**

Контроль и приемка осуществляются в соответствии с документом «Программа и методика испытаний».

### **8.1. Виды испытаний**

1. Функциональное тестирование всех модулей;
2. Тестирование исторической точности эмуляции;
3. Тестирование интерфейса на удобство использования;
4. Тестирование модуля криptoанализа на исторических примерах;
5. Нагрузочное тестирование.

### **8.2. Общие требования к приёмке работы**

Программа принимается при условии:

1. Корректной работы всех заявленных функций;
2. Соответствия историческим прототипам;
3. Наличия полного комплекта документации;
4. Успешного прохождения всех видов испытаний.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19.101-77: Виды программ и программных документов.
2. ГОСТ 19.102-77: Стадии разработки.
3. ГОСТ 19.201-78: Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
4. ГОСТ 19.301-79: Программа и методика испытаний.
5. ГОСТ 19.401-78: Текст программы.
6. ГОСТ 19.404-79: Пояснительная записка.
7. ГОСТ 19.505-79: Руководство оператора.
8. Singh S. The Code Book: The Science of Secrecy from Ancient Egypt to Quantum Cryptography. — Anchor, 2000.
9. Copeland B. J. (Ed.) The Essential Turing. — Oxford University Press, 2004.
10. Rejewski M. Mathematical Solution of the Enigma Cipher
11. The Enigma Machine: How it works and how to break it. URL: <https://www.codesandciphers.org.uk/enigma/>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### ПРИЛОЖЕНИЕ. ССЫЛКИ НА АНАЛОГИ

Приложение	Ссылка
Cryptool 2 (с модулем Enigma)	<a href="https://www.cryptool.org/">https://www.cryptool.org/</a>
Python Enigma Library	<a href="https://pypi.org/project/enigma/">https://pypi.org/project/enigma/</a>
Online Enigma Emulator	<a href="https://observablehq.com/@tmcw/enigma-machine">https://observablehq.com/@tmcw/enigma-machine</a>
Enigma Simulator для iOS	<a href="https://apps.apple.com/app/enigma-simulator/">https://apps.apple.com/app/enigma-simulator/</a>
Enigma Machine Simulator (Android)	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.co.ordnancesurvey.enigma">https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.co.ordnancesurvey.enigma</a>
Virtual Enigma Machine	<a href="http://enigma.louisedade.co.uk/">http://enigma.louisedade.co.uk/</a>
Navy M4 Enigma Simulator	<a href="https://www.lysator.liu.se/~koma/enigma/">https://www.lysator.liu.se/~koma/enigma/</a>

Дата обращения: 06.12.25.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**