**КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ**

**ДЛЯ ЧЕМПИОНАТА DIGITALSKILLS 2022**

**КОМПЕТЕНЦИИ**

**«КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

*Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:*

[1. Форма участия в конкурсе: 2](#_Toc78446933)

[2. Общее время на выполнение задания: 2](#_Toc78446934)

[3. Задание для конкурса 2](#_Toc78446935)

[4. Модули задания и необходимое время 3](#_Toc78446936)



1. **Форма участия в конкурсе**: Индивидуальный конкурс
2. **Общее время на выполнение задания: 9,5** ч.
3. **Задание для конкурса**

Содержанием конкурсного задания являются работы по квантовой криптографии. Участники соревнований получают инструкцию, необходимые схемы и материалы для выполнения конкурсного задания, состоящего из нескольких модулей, выполняемых последовательно.

Задание требует от участников конкурса демонстрации понимания основных физических принципов, лежащих в основе устройств для квантовой передачи данных по каналам оптической связи, предусматривает демонстрацию участниками конкурса практических навыков, которые необходимы для самостоятельной работы по оптимизации параметров работы установки для квантовой криптографии и получения распределенного квантового ключа по оптической линии связи. В ходе выполнения задания предполагается имитация нештатной ситуации при работе с оборудованием. Задание включает в себя монтаж оптической линии связи, условно пригодной для квантового распределения информации, ее проверку оптическим рефлектометром. Один из модулей задания направлен на решение задач программирования на квантовом компьютере.

Окончательные аспекты критериев оценки уточняются членами жюри. Оценка производится как в отношении работы модулей, так и в отношении процесса выполнения конкурсной работы. Если участник конкурса не выполняет требования техники безопасности, подвергает опасности себя или других конкурсантов, такой участник может быть отстранен от конкурса.

Время и детали конкурсного задания в зависимости от конкурсных условий могут быть изменены членами жюри.

Конкурсное задание должно выполняться помодульно. Оценка также происходит от модуля к модулю.

1. **Модули задания и необходимое время**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование модуля** | | **Соревновательный день**  **(С1, С2, С3)** | **Время на задание, час** |
| **A** | Организация работы оптической части квантовых приемо-передающих устройств | C1 | 3 |
| **B** | Калибровка квантово-оптической линии и передача квантового ключа. | C2 | 2 |
| **C** | Поиск неисправности в установке для передачи квантового ключа | C2 | 1,5 |
| **D** | Исследование характеристик детекторов одиночных фотонов | C3 | 1 |
| **E** | Вычисления с помощью квантового компьютера | C3 | 2 |

**Модуль A Организация работы оптической части квантовых приемо-передающих устройств**

**Цель:** собрать на оптической платформе оптическую схему из оптоволоконных компонентов.

**Описание полученного продукта:** оптическая схема, пригодная для осуществления кодирования информационных битов в квантовые состояния одиночных фотонов.

**Подмодуль А1 Работа с оптическими схемами квантовых приемо-передающих устройств**

1. Осуществить выбор необходимых пассивных оптоволоконных элементов для предложенной оптической схемы.

ВНИМАНИЕ: каждому участнику будет предоставлен набор пассивных оптоволоконных элементов БЕЗ маркировки, обозначений, даташитов и пр. Участнику необходимо самостоятельно с использованием имеющегося оборудования осуществить подбор необходимых элементов.

1. Произвести тестовые измерения прямых потерь выбранных компонентов. Данные занести в таблицы 1-4.

Таблица 1. Параметры BS 2x2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вход (i) | **λ = 1.3 мкм**  Выход (j) | | | | **λ = 1.55 мкм**  Выход (j) | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | – |  |  |  | – |  |  |  |
| 2 |  | – |  |  |  | – |  |  |
| 3 |  |  | – |  |  |  | – |  |
| 4 |  |  |  | – |  |  |  | – |

Таблица 2. Параметры PBS1 1x2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вход (i) | **λ = 1.3 мкм**  Выход (j) | | | **λ = 1.55 мкм**  Выход (j) | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | – |  |  | – |  |  |
| 2 |  | – |  |  | – |  |
| 3 |  |  | – |  |  | – |

Таблица 3. Параметры PBS2 1x2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вход (i) | **λ = 1.3 мкм**  Выход (j) | | | **λ = 1.55 мкм**  Выход (j) | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | – |  |  | – |  |  |
| 2 |  | – |  |  | – |  |
| 3 |  |  | – |  |  | – |

Таблица 4. Параметры CIR

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вход (i) | **λ = 1.3 мкм**  Выход (j) | | | **λ = 1.55 мкм**  Выход (j) | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | – |  |  | – |  |  |
| 2 |  | – |  |  | – |  |
| 3 |  |  | – |  |  | – |

1. Собрать из выбранных пассивных оптоволоконных элементов оптическую схему на разъемных соединениях.



ВНИМАНИЕ: при размещении элементов схемы предусмотреть возможность подключения квантового канала, лазера, и фазовых модуляторов.

СТОП-Остановить работу, позвать экспертов для оценки.

4. Произвести замену выбранного экспертом элемента.

СТОП-Остановить работу, позвать экспертов для оценки.

**Подмодуль А2. Измерение параметров оптической схемы**

* + - 1. Измерить затухание в полученной схеме в указанном экспертом интервале схемы

СТОП-Остановить работу, позвать экспертов для оценки.

1. Измерить параметры оптоволоконной катушки (длина волокна и потери в ней) с использованием оптического рефлектометра. Определить погрешность измерения длины катушки и потерь.

СТОП-Остановить работу, позвать экспертов для оценки.

3. Сформировать отчет в свободной форме, где должны быть указаны полученные характеристики и приведены расчеты.

ВНИМАНИЕ: Все данные должны быть сохранены в пригодном для компьютерной обработки формате pdf или docx.

**Модуль B Калибровка квантово-оптической линии и передача квантового ключа**

**Цель:** запуск системы квантового распределения ключа, позволяющей обмениваться секретной информацией Боб-Алиса. А также первичная обработка квантовых ключей.

**Описание полученного продукта:** битовая последовательность с допустимым уровнем ошибок (секретный криптографический ключ), распределяемая непрерывно между устройствами приемника и передатчика с помощью квантовых состояний одиночных фотонов.

**Подмодуль B1 Подключение приемо-передающих устройств с использованием квантового канала**

1. Вычислить параметры для запуска системы: максимальное число импульсов в трейне для генерации ключа, период трейна (в тактах), окно ожидания прихода импульса (в тактах), длину квантового канала для достижения однофотонного режима работы.

Задано: Частота дискретизации; длина квантового канала, накопительной линии; коэффициент затухания в Алисе, в Бобе, в квантовом канале; мощность источника излучения; затухание, выставляемое на аттенюаторе.

Стоп-Подозвать оценочную группу

**Подмодуль В2 Установка параметров для работы устройств квантовых коммуникаций**

**Ввести в программу соответствующие параметры**

1. Определить время (номер такта) возврата импульса, отраженного от зеркала Фарадея (Channel Test (Low Level Example).vi).

2. Подтвердить, что рефлекс, по которому выбиралось окно, верный.

3. Определить оптимальное положение окна работы ДОФ. (Window Test (Low Level Example).vi).

4. Найти напряжение полуволнового смещения на фазовом модуляторе устройства «Боб», соответствующее смещению фазы на π (Mod Level Test (Low Level Example).vi)

5. Определить IP адрес Алисы.

6. Найти время задержки включения фазовой модуляции на устройстве «Алиса».(rqcBob Alice Delay Line Test (Low Level Example).vi и rqcAlice PM Level Test (Low Level Example)).

7. Найти напряжение полуволнового смещения на фазовом модуляторе устройства «Алиса», соответствующее смещению фазы на π (rqcBob Alice Delay Line Test (Low Level Example).vi и rqcAlice Delay Line Test (Low Level Example))

**Подмодуль В3 Генерация квантового ключа**

1. Запустить процесс генерации квантового ключа, используя полученные значения параметров.

а) Ввести значения во все требуемые поля.

б) Запустить генерацию ключа

Стоп-Подозвать оценочную группу

1. Произвести ручную настройку критических параметров для достижения максимальной длины ключа и минимального QBER.

Стоп-Подозвать оценочную группу

**Подмодуль В4. Отчет по результатам настройки**

1. Сформировать отчет в свободной форме, где указать параметры настройки системы, которые были получены при настройке системы, так же внести скриншоты программ преднастройки и все проведенные расчеты.

ВНИМАНИЕ: Все данные должны быть сохранены в пригодном для компьютерной обработки формате pdf или docx.

**Модуль C Поиск неисправности в установке для передачи квантового ключа**

**Цель**: обнаружить неисправность в установке и устранить ее.

**Описание полученного продукта**: восстановление работоспособности установки и необходимого уровня QBER и длины ключа.

* + - 1. Обнаружить неисправность и устранить ее.

Стоп-Подозвать оценочную группу

2. Сформировать отчет в свободной форме, отражающий алгоритм поиска и способы устранения внесенных в установку неисправностей.

ВНИМАНИЕ: Все данные должны быть сохранены в пригодном для компьютерной обработки формате pdf или docx.

**Модуль D Исследование характеристик детекторов одиночных фотонов**

**Цель**: найти требуемые параметры детектора одиночных фотонов.

**Описание полученного продукта**: набор необходимых параметров детектора одиночных фотонов для корректной работы системы.

1.Найти мертвое время.

2.Найти темновой счет.

Стоп-Подозвать оценочную группу

3.Найти квантовую эффективность.

а) Построить график зависимости срабатывания детектора от количества фотонов, пришедших на него.

б) Определить по полученному графику квантовую эффективность детектора в начале, середине и конце линейной области.

Стоп-Подозвать оценочную группу

4. Сформировать отчет в свободной форме, где указать полученные характеристики и привести расчеты.

ВНИМАНИЕ: Все данные должны быть сохранены в пригодном для компьютерной обработки формате pdf или docx.

**Модуль E Вычисления с помощью квантового компьютера**

**Цель**: реализация адаптированных алгоритмов программ и их запуск на реальных квантовых процессорах IBM.

**Описание полученного продукта**: реализация программы поиска в несортированной базе данных и других программ на платформе квантового компьютера.

Реализовать предложенные алгоритмы (Задание секретное).

Сформировать отчет в свободной форме, в котором должны быть прописаны код, визуальная последовательность гейтов и результат.

ВНИМАНИЕ: Все данные должны быть сохранены в пригодном для компьютерной обработки формате pdf или docx.

Отчет выглядит следующим образом: Скриншот схемы, скриншот результата расчета, комментарии к схеме.

Необходимо учесть:

1. Если в задании необходимо выполнить проверку при нескольких входных значениях, то добавлять в отчет необходимо и скриншот схемы и скриншот результата моделирования для каждого входного набора.

2. Комментарии к схеме в обязательном порядке должны содержать пояснения того, какие кубиты являются входными, а какие выходными. А также для многокубитовых систем необходимо пояснить какой кубит младший, а какой старший.