МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

ОНК «Институт высоких технологий»

ОТЧЁТ

о прохождении учебной практики по получению первичных

профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

на базе Высшей школы компьютерных наук и прикладной математики образовательно-научного кластера "Институт высоких технологий"

Выполнил Бакиновский Михаил Николаевич \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

студент очной формы обучения 3 курса

специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность

специализация «Математические методы защиты информации»

Руководитель практики от университета

доцент ОНК «ИВТ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Киршанова Е.А.

г. Калининград 2023 г.

# СОДЕРЖАНИЕ

[СОДЕРЖАНИЕ 2](#_Toc139572109)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc139572110)

[ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ 4](#_Toc139572111)

[ГЛАВА 1. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИКУ 4](#_Toc139572112)

[ГЛАВА 2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ НА ПРАКТИКУ 4](#_Toc139572113)

[2.1. Решение задачи 4](#_Toc139572114)

[2.2 Верстка презентации 6](#_Toc139572115)

[2.3 Загрузка на github 7](#_Toc139572116)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 8](#_Toc139572117)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 9](#_Toc139572118)

[Приложения 10](#_Toc139572119)

# ВВЕДЕНИЕ

Вид практики – учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, далее Учебная практика.

Цель учебной практики: Сформировать и укрепить навыки владения системой верстки документов LaTeX, системой управления версиями git. Также укрепить навыки владения языком программирования python при решении поставленной задачи.

Помимо целей, представленных выше, важной задачей является сформировать умение применять полученные теоретические знания для решения практических задач.

Для того, чтобы достичь поставленных целей, были поставлены задачи:

1. Решить любую из задач в разделе CTF Archive на сайте cryptohack.org, используя любой удобный язык программирования, а также, основываясь на теоретических знаниях, полученных за период обучения.
2. Сформировать презентацию в системе верстки документов LaTeX с подробным описанием сути задачи и методах ее решения.
3. Создать открытый git-репозиторий с исходными кодами презентации и самого решения.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

# ГЛАВА 1. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИКУ

**Задание 1.** Решить задачу broken oracle (HackTM CTF) на сайте cryptohack.org, используя язык программирования python

**Задание 2.** Сформировать презентацию, описывающую решение, с помощью системы LaTeX

**Задание 3.** Создать открытый git-репозиторий и загрузить в него исходные коды решения и презентации. Ссылку на репозиторий предоставить руководителю.

# ГЛАВА 2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ НА ПРАКТИКУ

# 2.1. Решение задачи

Дана программа, которая принимает на вход зашифрованное сообщение, на выход предоставляет enc(dec(сообщение)), где enc – функция шифрования, dec – функция расшифровки.

Исходный код условия задачи в приложении 1-4.

В задаче шифрование происходит в изменённой криптосистеме Рабина.

Для поиска чисел p и q передаём оракулу несколько сообщений, записываем результат. Далее, по условиям криптосистемы нам необходимо, чтобы шифрованное сообщение соблюдало условия (было квадратичным невычетом), что в реализации алгоритма не проверяется. Таким образом, набираем несколько зашифрованных сообщений по этому принципу и вычисляем секретный ключ (p,q). А, уже зная секретный ключ, – можем расшифровать флаг.

Для решения задачи был выбран язык программирования python, как самый простой и удобный в использовании, также, установка и подключение нестандартных библиотек осуществляется быстро и просто, при решении задачи использовались библиотеки ***gmpy2*** для генерации простых чисел, а также ***Crypto.Util.number*** для преобразования числа в байты. Условно программа делится на две части: работа оракула и попытка взлома, исходя из ответов оракула. Исходный код решения (дополнение к исходному коду) представлен в приложении 5.

# 

# 2.2 Верстка презентации

Для верстки презентации можно было бы установить программное обеспечение, поддерживающее LaTeX, однако, было принято решение использовать отрытую платформу Overleaf. Ее главным преимуществом является бесплатность, удобность, поскольку не нужно устанавливать никакого дополнительного программного обеспечения, работа проходит в онлайн режиме.

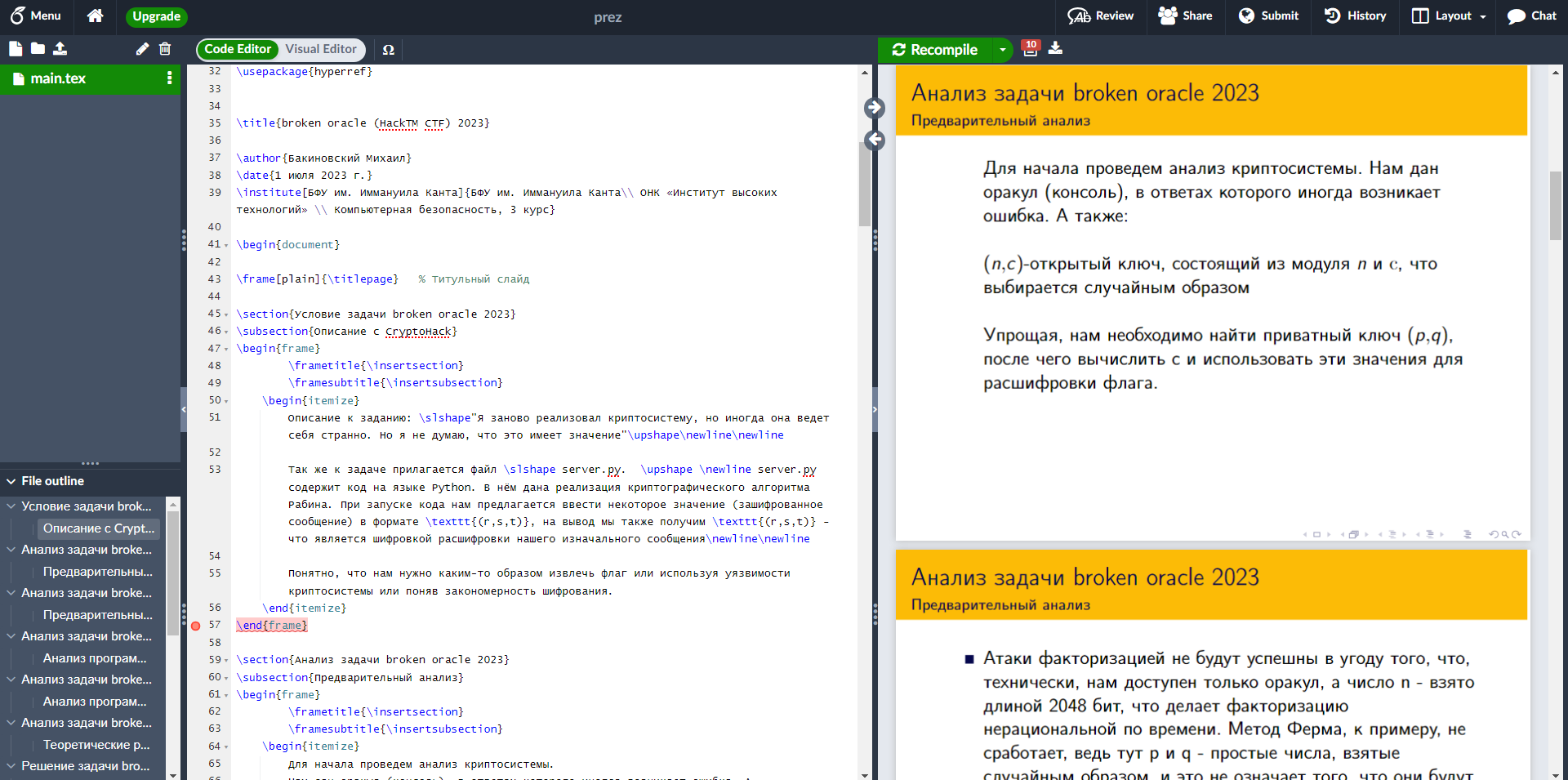


Рисунок 1. Интерфейс Overleaf

Также, помимо факторов, приведенных выше, у Overleaf есть собственное руководство с видео-уроками, из-за чего обучение протекало быстро и понятно.

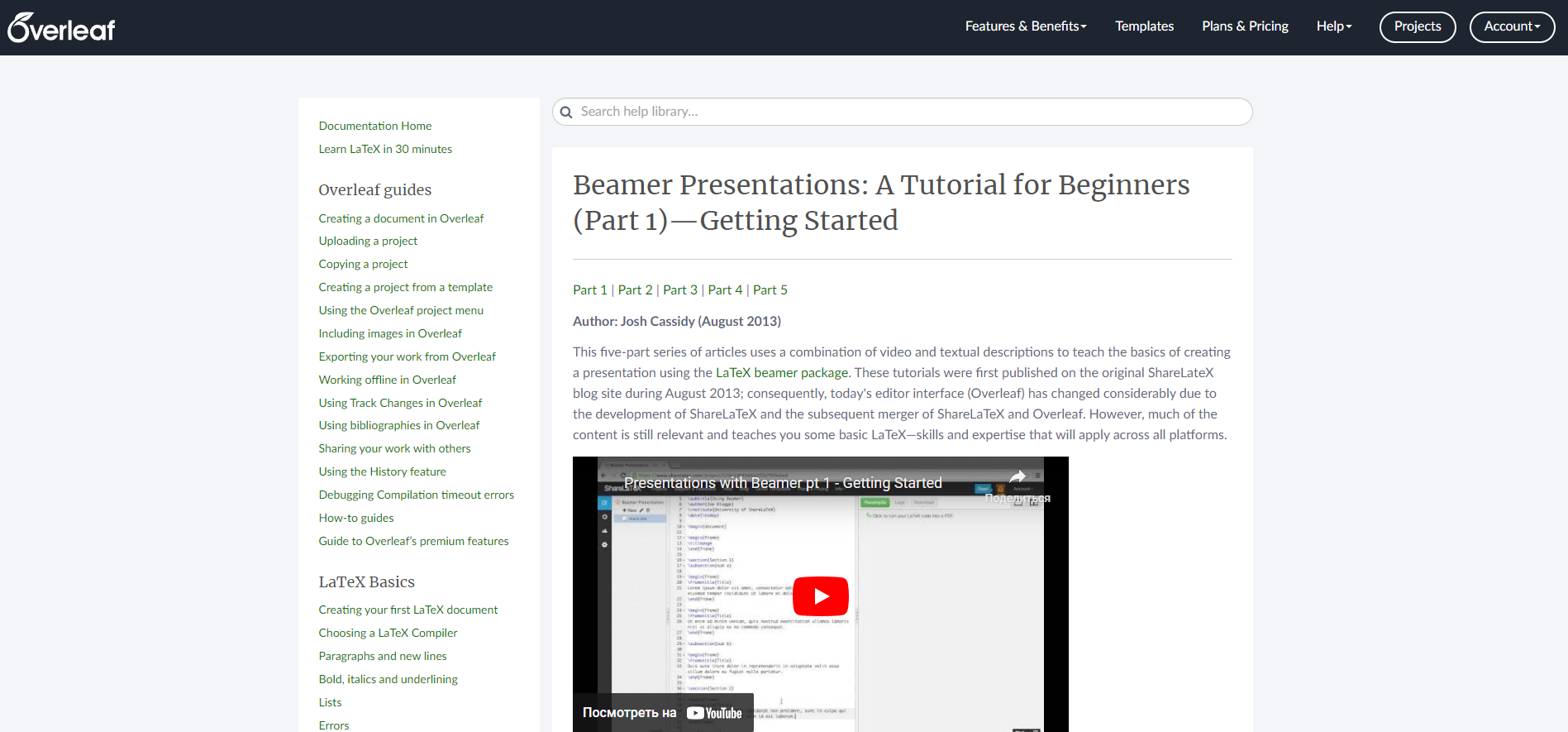


Рисунок 2. Руководство Overleaf

# 2.3 Загрузка на github

На сайте github.com создаю открытый репозиторий, после чего с помощью git bash добавляю все необходимые файлы, предварительно связывая с github.

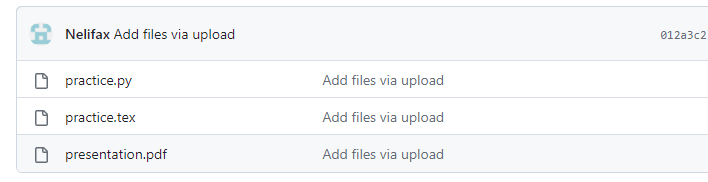


Рисунок 3. Онлайн репозиторий

Репозиторий доступен по ссылке: <https://github.com/Nelifax/Summer_practice2>

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение учебной практики все поставленные задачи были выполнены, цели достигнуты.

Я укрепил свои навыки программирования на python. Также улучшил навыки работы с LaTeX, git и github.

Помимо этого, навыки исследовательской и научной деятельности были укреплены, удалось применить теоретические знания на практике.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Официальный сайт Overleaf с видео-уроками - <https://www.overleaf.com/learn/latex/Beamer_Presentations%3A_A_Tutorial_for_Beginners_(Part_1)%E2%80%94Getting_Started>
2. Условие решаемой задачи - https://cryptohack.org/challenges/ctf-archive/
3. Официальный сайт git - [https://git-scm.com/](https://git-scm.com/%20)
4. Официальная документация git - <https://git-scm.com/docs>
5. Справочный материал к заданию от автора задания: https://www.cs.umd.edu/~gasarch/TOPICS/miscrypto/rabinwithrecip.pdf

# Приложения

Приложение 1

import os

import random

import signal

from dataclasses import dataclass

from math import gcd

from typing import List, Tuple

import gmpy2

from Crypto.Util.number import bytes\_to\_long, getPrime

@dataclass

class Pubkey:

n: int

c: int

@dataclass

class Privkey:

p: int

q: int

@dataclass

class Enc:

r: int

s: int

t: int

def \_\_repr\_\_(self) -> str:

return f"r = {self.r}\ns = {self.s}\nt = {self.t}"

def crt(r1: int, n1: int, r2: int, n2: int) -> int:

g, x, y = gmpy2.gcdext(n1, n2)

assert g == 1

return int((n1 \* x \* r2 + n2 \* y \* r1) % (n1 \* n2))

def gen\_prime(pbits: int) -> int:

p = getPrime(pbits)

while True:

if p % 4 == 3:

# return p

Приложение 2

p = getPrime(pbits)

def genkey(pbits: int) -> Tuple[Pubkey, Privkey]:

p, q = gen\_prime(pbits), gen\_prime(pbits)

n = p \* q

c = random.randint(0, n - 1)

while True:

if gmpy2.jacobi(c, p) == -1 and gmpy2.jacobi(c, q) == -1:

break

c = random.randint(0, n - 1)

pubkey = Pubkey(n=n, c=c)

privkey = Privkey(p=p, q=q)

return pubkey, privkey

def encrypt(m: int, pub: Pubkey) -> Enc:

assert 0 < m < pub.n

assert gcd(m, pub.n) == 1

r = int((m + pub.c \* pow(m, -1, pub.n)) % pub.n)

s = int(gmpy2.jacobi(m, pub.n))

t = int(pub.c \* pow(m, -1, pub.n) % pub.n < m)

enc = Enc(r=r, s=s, t=t)

assert s in [1, -1]

assert t in [0, 1]

return enc

def solve\_quad(r: int, c: int, p: int) -> Tuple[int, int]:

"""

Solve x^2 - r \* x + c = 0 mod p

See chapter 5.

"""

def mod(poly: List[int]) -> None:

"""

Calculate mod x^2 - r \* x + c (inplace)

"""

assert len(poly) == 3

if poly[2] == 0:

return

poly[1] += poly[2] \* r

poly[1] %= p

poly[0] -= poly[2] \* c

poly[0] %= p

Приложение 3

poly[2] = 0

def prod(poly1: List[int], poly2: List[int]) -> List[int]:

"""

Calculate poly1 \* poly2 mod x^2 - r \* x + c

"""

assert len(poly1) == 3 and len(poly2) == 3

assert poly1[2] == 0 and poly2[2] == 0

res = [

poly1[0] \* poly2[0] % p,

(poly1[1] \* poly2[0] + poly1[0] \* poly2[1]) % p,

poly1[1] \* poly2[1] % p,

]

mod(res)

assert res[2] == 0

return res

# calculate x^exp mod (x^2 - r \* x + c) in GF(p)

exp = (p - 1) // 2

res\_poly = [1, 0, 0] # = 1

cur\_poly = [0, 1, 0] # = x

while True:

if exp % 2 == 1:

res\_poly = prod(res\_poly, cur\_poly)

exp //= 2

if exp == 0:

break

cur\_poly = prod(cur\_poly, cur\_poly)

# I think the last equation in chapter 5 should be x^{(p-1)/2}-1 mod (x^2 - Ex + c)

# (This change is not related to vulnerability as far as I know)

a1 = -(res\_poly[0] - 1) \* pow(res\_poly[1], -1, p) % p

a2 = (r - a1) % p

return a1, a2

def decrypt(enc: Enc, pub: Pubkey, priv: Privkey) -> int:

assert 0 <= enc.r < pub.n

assert enc.s in [1, -1]

assert enc.t in [0, 1]

mps = solve\_quad(enc.r, pub.c, priv.p)

mqs = solve\_quad(enc.r, pub.c, priv.q)

ms = []

for mp in mps:

for mq in mqs:

Приложение 4

m = crt(mp, priv.p, mq, priv.q)

if gmpy2.jacobi(m, pub.n) == enc.s:

ms.append(m)

assert len(ms) == 2

m1, m2 = ms

if m1 < m2:

m1, m2 = m2, m1

if enc.t == 1:

m = m1

elif enc.t == 0:

m = m2

else:

raise ValueError

return m

if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":

signal.alarm(300)

flag = os.environ.get("FLAG", "FAKEFLAG{THIS\_IS\_FAKE}").encode()

pbits = 1024

pub, priv = genkey(pbits)

while len(flag) < 255:

flag += os.urandom(1)

enc\_flag = encrypt(bytes\_to\_long(flag), pub)

print("encrypted flag:")

print(enc\_flag)

while True:

try:

r, s, t = map(int, input("r, s, t = ").split(","))

enc = Enc(r=r, s=s, t=t)

enc\_dec\_enc = encrypt(decrypt(enc, pub, priv), pub)

print("decrypt(encrypt(input)):")

print(enc\_dec\_enc)

except KeyboardInterrupt:

break

except Exception:

print("Something wrong...")

Приложение 5

from sympy import primerange

def oracle(r,s,t,h=1):

RST=encrypt(decrypt(Enc(r=r,s=s,t=t),pub,priv),pub)

if h!=1: return RST

return RST.r, RST.s, RST.t

pbits = 1024

pub, priv = genkey(pbits)

res = []

for i in range(1, 21):

rst = oracle(i, 1, 1)

if rst[0] is None:

continue

res.append(rst[0] - i)

factors = set()

for i in range(len(res)):

if res[i] == 0:

continue

for j in range(i + 1, len(res)):

if res[j] == 0:

continue

tmp = gcd(res[i], res[j])

if tmp > 2\*\*100:

for pi in primerange(1000):

while True:

if tmp % pi == 0:

tmp //= pi

else:

break

factors.add(tmp)

assert len(factors) == 2

p = int(factors.pop())

q = int(factors.pop())

n = p \* q

print("Recover p, q, n:\np = %d \nq = %d \nn = %d"%(p,q,n))

r = None

for i in range(100):

rst = oracle(i, 1, 1)

if rst[0] is None:

continue

if gcd(rst[0] - i, n) == 1:

r = i

break

assert r is not None

rs = []

for s in [-1, 1]:

for t in [0, 1]:

rs.append(oracle(r, s, t)[0])

for i in range(4):

for j in range(i + 1, 4):

r1 = rs[i]

r2 = rs[j]

try:

m1 = (r2 \* r - r \*\* 2) \* pow(r1 - 2 \* r + r2, -1, n) % n

c = (r1 \* m1 - m1 \*\* 2) % n

print(long\_to\_bytes(decrypt(enc\_flag, Pubkey(n=n, c=c), Privkey(p=p, q=q)))[0:22].decode())

except Exception as e:

print(e)

continue

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

ОНК «Институт высоких технологий»

ДНЕВНИК

учебной практики по получению первичных

профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

г. Калининград 2023 г.

**1.Информационная часть**

Бакиновский Михаил Николаевич студент очной формы обучения 3 курса группы 05\_КБ\_20\_О\_/ специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, специализация «Математические методы защиты информации» в соответствии с приказом №2218-ст от 06 июня 2023 г. направляется на учебную практику по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности в Высшую школу компьютерных наук и прикладной математики образовательно-научного кластера "Институт высоких технологий".

Период практики – с 26.062023 г. по 08.07.2023 г.

Руководитель практики от университета – доцент ОНК «ИВТ» Киршанова Елена Алексеевна.

ОНК «Институт высоких технологий»

Контактный номер телефона +7 (4012) 338 217

Первый заместитель

директора ОНК «ИВТ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шпилевой А.А.

**2. Программа практики**

**2.1. План работы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Рабочее место практиканта, вид работы** | **Продолжительность**  **(в днях)** |
| **1.** | Компьютерный класс, ауд. 230 | **14** |
|  |  |  |
|  |  |  |

**2.2. Индивидуальное задание по профилю подготовки/специальности**

1. Пройти инструктаж по технике безопасности.
2. Ознакомиться и выполнить задачи на практику.
3. Написать отчет по практике.

Руководитель практики от университета

доцент ОНК «ИВТ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Киршанова Елена Алексеевна

**3. Ход выполнения практики**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Дата** | **Описание выполненной работы** | **Отметки**  **руководителя практики от профильной организации** |
| 1 | 26.06.2023 | Пройден инструктаж по технике безопасности |  |
| 2 | 27.06.2023-30.06.2023 | Решение задачи. Написание программы на языке программирования Python |  |
| 3 | 06.07.2023 | Создание презентации на основе системы верстки LaTeX |  |
| 4 | 06.07.2023 | Создание открытой онлайн репозитории с исходным кодом презентации и решения |  |
| 5 | 07.07.2023 | Подготовка отчета по учебной практике |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**4. Отзыв руководителя практики**

Бакиновский Михаил Николаевич студент очной формы обучения 3 курса группы 05\_КБ\_20\_О\_/ специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, специализация «Математические методы защиты информации» в соответствии с приказом №2218-ст от 06 июня 2023 г. направляется на учебную практику по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности в Высшую школу компьютерных наук и прикладной математики образовательно-научного кластера "Институт высоких технологий".

Период практики – с 26.06.2023 г. по 08.07.2023 г.

Программа практики и индивидуальное задание на практику выполнены. Отчёт по практике сдан и защищён на отчётной конференции.

Студент Бакиновский Михаил Николаевич в процессе прохождения практики справился с поставленными задачами, приобрёл первичные профессиональные навыки и компетенции, в том числе:

* способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
* способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.

Учебная практика оценена на оценку \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель практики от университета –

доцент ОНК «ИВТ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Киршанова Елена Алексеевна

«08» июля 2023 г.