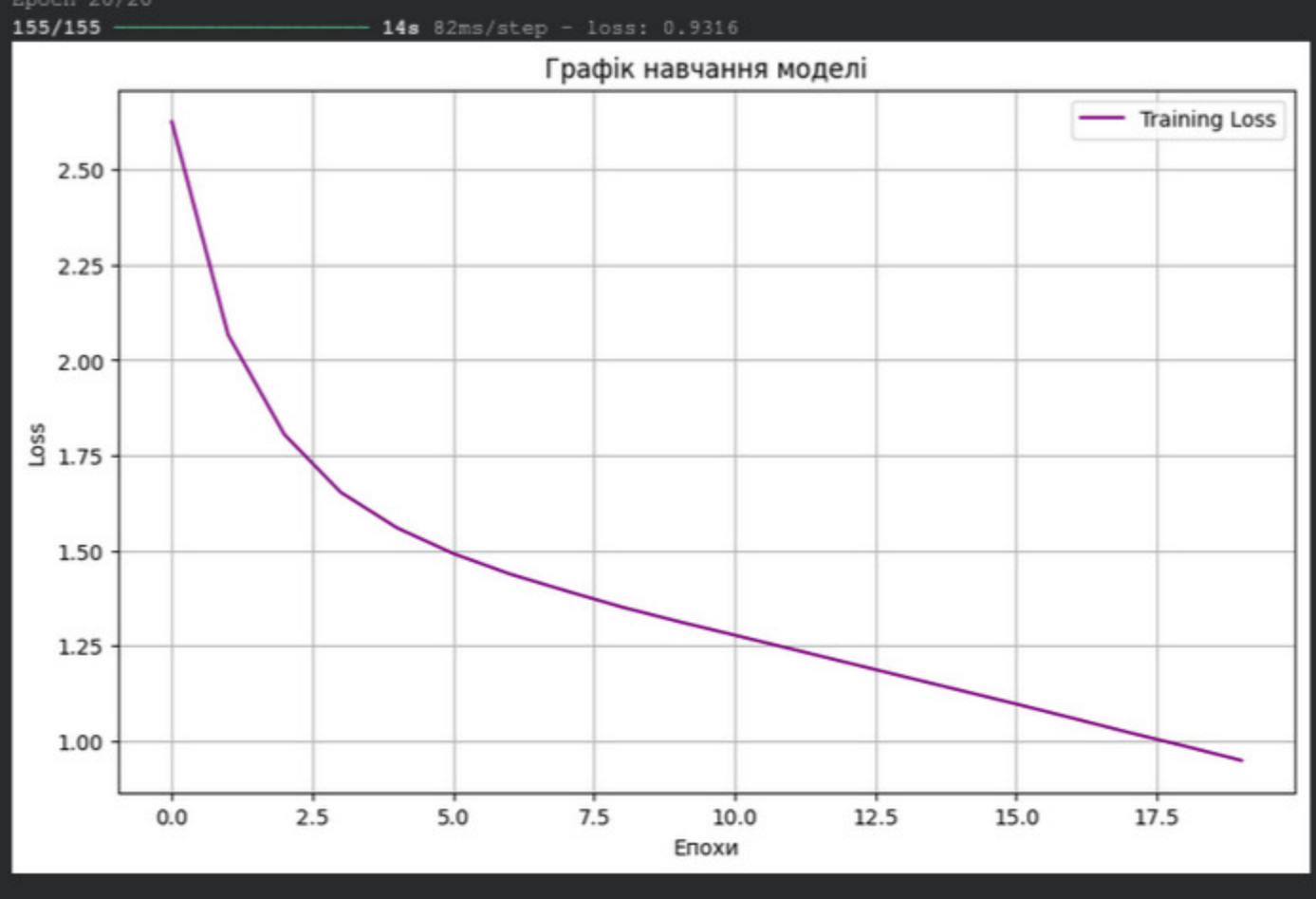
```python
import tensorflow as tf
import numpy as np
import os
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow.keras.layers import LSTM, Dense, Embedding, InputLayer


# Завдання 1: Генерація тексту (RNN/LSTM)
# 1. ЗАВАНТАЖЕННЯ ТА ОБРОБКА ДАНИХ

path_to_file = 'sample_data/lotr.txt'
text = open(path_to_file, 'rb').read().decode(encoding='utf-8')
print(f'Текст завантажено! Довжина: {len(text)} символів')

# Створюємо словник символів
vocab = sorted(set(text))
char2idx = {u:i for i, u in enumerate(vocab)}
idx2char = np.array(vocab)
text_as_int = np.array([char2idx[c] for c in text])

# Нарізаємо на пакети
seq_length = 100
examples_per_epoch = len(text)//(seq_length+1)
char_dataset = tf.data.Dataset.from_tensor_slices(text_as_int)
sequences = char_dataset.batch(seq_length+1, drop_remainder=True)

def split_input_target(chunk):
    input_text = chunk[:-1]
    target_text = chunk[1:]
    return input_text, target_text

dataset = sequences.map(split_input_target)
dataset = dataset.shuffle(10000).batch(64, drop_remainder=True)

# 2. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ (Keras 3 Compatible)
vocab_size = len(vocab)
embedding_dim = 256
rnn_units = 1024

model = tf.keras.Sequential([
    # Використовуємо InputLayer для сумісності з Keras 3
    InputLayer(batch_shape=(64, None)),
    Embedding(vocab_size, embedding_dim),
    LSTM(rnn_units, return_sequences=True, stateful=True, recurrent_initializer='glorot_uniform'),
    Dense(vocab_size)
])

def loss(labels, logits):
    return tf.keras.losses.sparse_categorical_crossentropy(labels, logits, from_logits=True)

model.compile(optimizer='adam', loss=loss)

# 3. НАВЧАННЯ
checkpoint_dir = './training_checkpoints'
# Розширення .weights.h5 для нових версій TensorFlow/Keras
checkpoint_prefix = os.path.join(checkpoint_dir, "ckpt_{epoch}.weights.h5")

checkpoint_callback = tf.keras.callbacks.ModelCheckpoint(
    filepath=checkpoint_prefix,
    save_weights_only=True)

EPOCHS = 20
print("Починаємо навчання... ☕")
history = model.fit(dataset, epochs=EPOCHS, callbacks=[checkpoint_callback])

# 4. ГРАФІК LOSS
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(history.history['loss'], label='Training Loss', color='purple')
plt.title('Графік навчання моделі')
plt.xlabel('Епохи')
plt.ylabel('Loss')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

model_gen = tf.keras.Sequential([
    InputLayer(batch_shape=(1, None)),
    Embedding(vocab_size, embedding_dim),
    LSTM(rnn_units, return_sequences=True, stateful=True),
    Dense(vocab_size)
])

last_checkpoint = os.path.join(checkpoint_dir, f"ckpt_{EPOCHS}.weights.h5")
model_gen.load_weights(last_checkpoint)

def generate_text(model, start_string):
    input_eval = [char2idx[s] for s in start_string]
    input_eval = tf.expand_dims(input_eval, 0)
    text_generated = []

    # Скидаємо шари вручну
    for layer in model.layers:
        if hasattr(layer, 'reset_states'):
            layer.reset_states()

    # Генеруємо 800 символів
    for i in range(800):
        predictions = model(input_eval)
        predictions = tf.squeeze(predictions, 0)
        temperature = 0.6
        predictions = predictions / temperature
        predicted_id = tf.random.categorical(predictions, num_samples=1)[-1,0].numpy()
        input_eval = tf.expand_dims([predicted_id], 0)
        text_generated.append(idx2char[predicted_id])

    return (start_string + ''.join(text_generated))

print("\n--- РЕЗУЛЬТАТ ---")
# Починаємо генерацію
print(generate_text(model_gen, start_string=u"Одного разу в Ширі"))
```

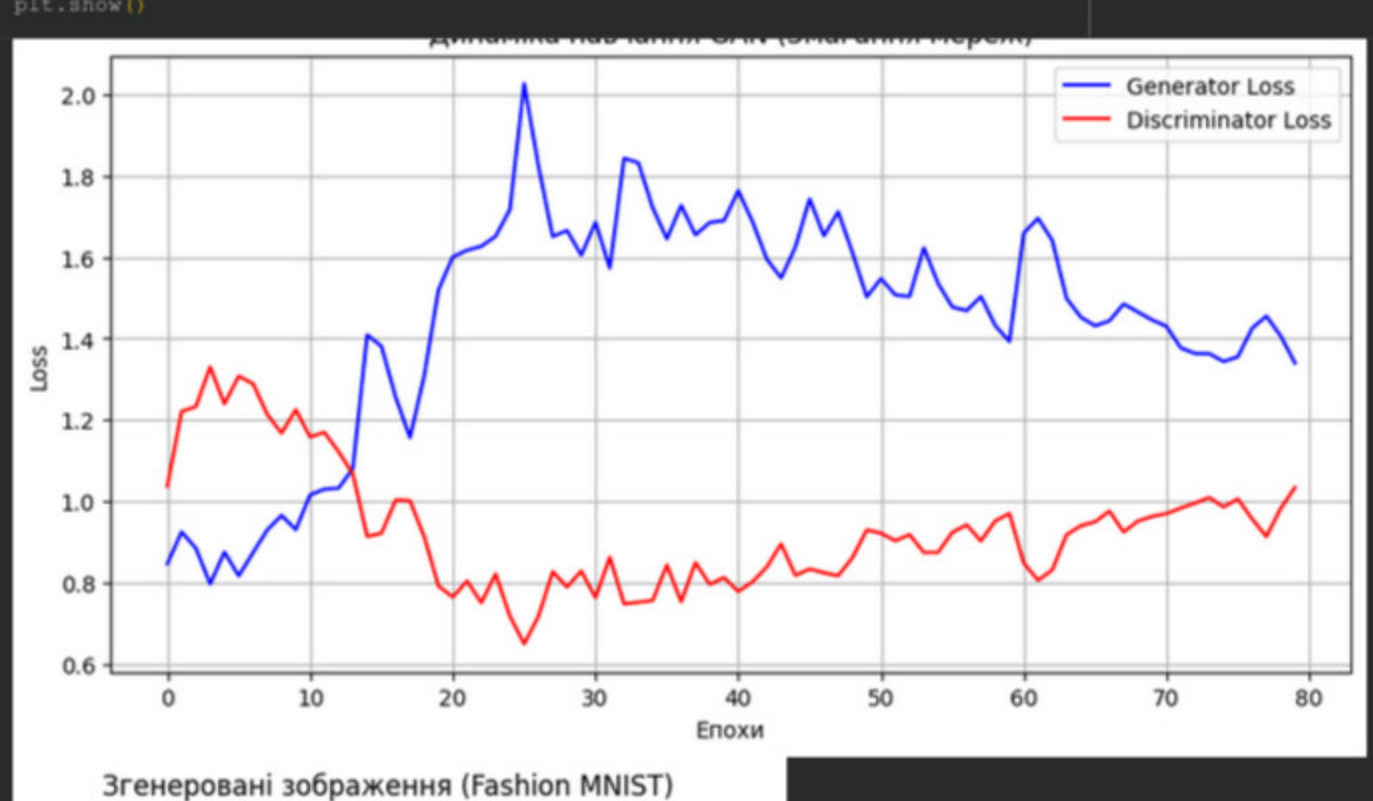
```
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 15s 82ms/step - loss: 1.2684
Epoch 12/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 14s 82ms/step - loss: 1.2345
Epoch 13/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 15s 82ms/step - loss: 1.1915
Epoch 14/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 15s 82ms/step - loss: 1.1560
Epoch 15/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 14s 82ms/step - loss: 1.1216
Epoch 16/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 15s 82ms/step - loss: 1.0827
Epoch 17/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 14s 83ms/step - loss: 1.0432
Epoch 18/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 15s 82ms/step - loss: 1.0056
Epoch 19/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 14s 82ms/step - loss: 0.9673
Epoch 20/20
155/155 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 14s 82ms/step - loss: 0.9316
```




```
--- РЕЗУЛЬТАТ ---
Одного разу в Ширі. А тоді, коли він повинен страшна пониза, і гобіт бачив далі, початок наймовірніші за кожинки переповідали нову повернутися до вогню та за краще». – Він поїхав до Переправи в Півні

– То все одно ми просимо, Семе, – відповів гобіт. – Це дуже добре податися сюди, тож нарешті вираз не заважали зі собою. А вже не на сході, на якій легко було на дорозі в достовної землі. Вона закі
```

```python
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

```python
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras import layers
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import time
# Завдання 2: Генерація зображень (DCGAN)


# 1. ЗАВАНТАЖЕННЯ ДАНИХ (Fashion MNIST)

print("Завантаження даних...")
(train_images, _), (_, _) = tf.keras.datasets.fashion_mnist.load_data()

# Нормалізація зображень до [-1, 1]
train_images = train_images.reshape(train_images.shape[0], 28, 28, 1).astype('float32')
train_images = (train_images - 127.5) / 127.5

BUFFER_SIZE = 60000
BATCH_SIZE = 256
train_dataset = tf.data.Dataset.from_tensor_slices(train_images).shuffle(BUFFER_SIZE).batch(BATCH_SIZE)

# 2. СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ

def make_generator_model():
    model = tf.keras.Sequential([
        layers.Dense(7*7*256, use_bias=False, input_shape=(100,)),
        layers.BatchNormalization(),
        layers.LeakyReLU(),
        layers.Reshape((7, 7, 256)),
        # Розгортаємо (Upsampling)
        layers.Conv2DTranspose(128, (5, 5), strides=(1, 1), padding='same', use_bias=False),
        layers.BatchNormalization(),
        layers.LeakyReLU(),
        layers.Conv2DTranspose(64, (5, 5), strides=(2, 2), padding='same', use_bias=False),
        layers.BatchNormalization(),
        layers.LeakyReLU(),
        layers.Conv2DTranspose(1, (5, 5), strides=(2, 2), padding='same', use_bias=False, activation='tanh')
    ])
    return model

def make_discriminator_model():
    model = tf.keras.Sequential([
        layers.Conv2D(64, (5, 5), strides=(2, 2), padding='same', input_shape=[28, 28, 1]),
        layers.LeakyReLU(),
        layers.Dropout(0.3),
        layers.Conv2D(128, (5, 5), strides=(2, 2), padding='same'),
        layers.LeakyReLU(),
        layers.Dropout(0.3),
        layers.Flatten(),
        layers.Dense(1)
    ])
    return model

generator = make_generator_model()
discriminator = make_discriminator_model()

# 3. НАЛАШТУВАННЯ ВТРАТ (LOSS)

cross_entropy = tf.keras.losses.BinaryCrossentropy(from_logits=True)

def discriminator_loss(real_output, fake_output):
    real_loss = cross_entropy(tf.ones_like(real_output), real_output)
    fake_loss = cross_entropy(tf.zeros_like(fake_output), fake_output)
    return real_loss + fake_loss

def generator_loss(fake_output):
    return cross_entropy(tf.ones_like(fake_output), fake_output)

generator_optimizer = tf.keras.optimizers.Adam(1e-4)
discriminator_optimizer = tf.keras.optimizers.Adam(1e-4)


# 4. ЦИКЛ НАВЧАННЯ

@tf.function
def train_step(images):
    noise = tf.random.normal([BATCH_SIZE, 100])

    with tf.GradientTape() as gen_tape, tf.GradientTape() as disc_tape:
        generated_images = generator(noise, training=True)

        real_output = discriminator(images, training=True)
        fake_output = discriminator(generated_images, training=True)

        gen_loss = generator_loss(fake_output)
        disc_loss = discriminator_loss(real_output, fake_output)

    gradients_of_generator = gen_tape.gradient(gen_loss, generator.trainable_variables)
    gradients_of_discriminator = disc_tape.gradient(disc_loss, discriminator.trainable_variables)

    generator_optimizer.apply_gradients(zip(gradients_of_generator, generator.trainable_variables))
    discriminator_optimizer.apply_gradients(zip(gradients_of_discriminator, discriminator.trainable_variables))

    return gen_loss, disc_loss

# Списки для зберігання історії
gen_losses_history = []
disc_losses_history = []

EPOCHS = 80
print(f"Починаємо навчання на {EPOCHS} епох...")

for epoch in range(EPOCHS):
    start = time.time()

    epoch_gen_loss = []
    epoch_disc_loss = []

    for image_batch in train_dataset:
        g_loss, d_loss = train_step(image_batch)
        epoch_gen_loss.append(g_loss)
        epoch_disc_loss.append(d_loss)

    # Зберігаємо середній loss за епоху
    avg_g_loss = np.mean(epoch_gen_loss)
    avg_d_loss = np.mean(epoch_disc_loss)

    gen_losses_history.append(avg_g_loss)
    disc_losses_history.append(avg_d_loss)

    print(f'Епоха {epoch + 1}, Gen Loss: {avg_g_loss:.4f}, Disc Loss: {avg_d_loss:.4f}, Час: {time.time()-start:.1f} сек')


# 5. ГРАФІК LOSS

plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(gen_losses_history, label="Generator Loss", color="blue")
plt.plot(disc_losses_history, label="Discriminator Loss", color="red")
plt.title("Динаміка навчання GAN (Змагання мереж)")
plt.xlabel("Епохи")
plt.ylabel("Loss")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()


# 6. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТУ

noise = tf.random.normal([16, 100])
predictions = generator(noise, training=False)

plt.figure(figsize=(6, 6))
for i in range(predictions.shape[0]):
    plt.subplot(4, 4, i+1)
    plt.imshow(predictions[i, :, :, 0] * 127.5 + 127.5, cmap='gray')
    plt.axis('off')
plt.suptitle("Згенеровані зображення (Fashion MNIST)")
plt.show()
```



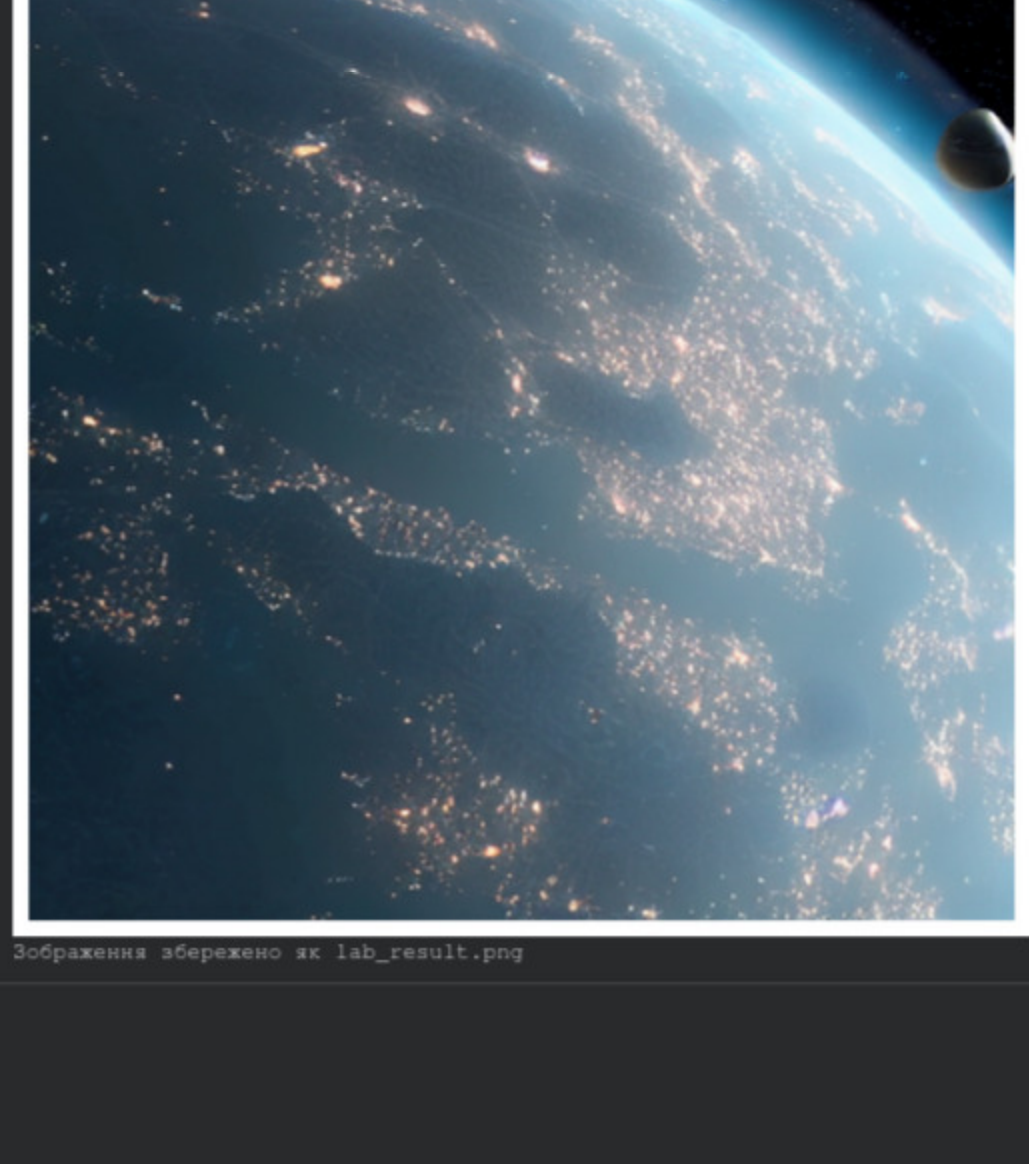

```python
from transformers import pipeline

# Завдання 3 b

# 1. ПЕРЕКЛАД (Translation)
# Використовуємо модель від Гельсінського університету (найпопулярніша для перекладу)
translator = pipeline("translation", model="Helsinki-NLP/opus-mt-uk-en")

text_ukr = """Геть, Душе старий! Сяє сонце згори!
Як туман, розвійся, вий, лети з вітрами

У пустельний дикий край за найдальші гори!

Ніколи не вертай! Вилізай з кургану!

Зникни й забутий будь, мчи, від тьми темніший,

До навік замкнутих брам, аж до зміни світу."""

result_translation = translator(text_ukr)

print(f"\n🇺🇦 Оригінал: {text_ukr}")
print(f"🇬🇧 Переклад: {result_translation[0]['translation_text']}")
print("-" * 50)


# 2. ZERO-SHOT CLASSIFICATION (Класифікація без навчання)
# Ця модель (mDeBERTa) розуміє 100 мов, включаючи українську.
# Ми даємо їй текст і самі вигадуємо категорії на льоту.
classifier = pipeline("zero-shot-classification", model="MoritzLaurer/mDeBERTa-v3-base-mnli-xnli")

text_news = "Верховна Рада ухвалила новий закон про оподаткування криптовалют."
candidate_labels = ["політика", "спорт", "економіка", "кулінарія"]

result_classification = classifier(text_news, candidate_labels, multi_label=False)

print(f"📰 Текст: {text_news}")
print("📊 Результат класифікації:")
for label, score in zip(result_classification['labels'], result_classification['scores']):
    print(f" - {label}: {score:.4f}")
print("-" * 50)


# 3. SUMMARIZATION (Анотація тексту)
# Модель mT5 від Google, донавчена на BBC News (включаючи українську службу)
summarizer = pipeline("summarization", model="csebuetnlp/mT5_multilingual_XLSum")

long_text = """
Чорна діра — це область простору-часу, гравітаційне тяжіння якої настільки велике, що покинути її не можуть навіть об'єкти, які рухаються зі швидкістю світла, зокрема кванти самого світла.
Межа цієї області називається горизонтом подій. Чорні діри є одними з найзагадковіших об'єктів у Всесвіті.
Теоретично можливість існування таких областей простору-часу випливає з деяких точних розв'язків рівнянь Ейнштейна, перше з яких було знайдене Карлом Шварцшильдом у 1915 році.
"""

summary = summarizer(long_text, max_length=30, min_length=10, do_sample=False)

print(f"📜 Довгий текст: {long_text[:100]}...")
print(f"✂️ Стислий зміст: {summary[0]['summary_text']}")
```

```
/usr/local/lib/python3.12/dist-packages/transformers/models/marian/tokenization_marian.py:175: UserWarning: Recommended: pip install sacremoses.
  warnings.warn("Recommended: pip install sacremoses.")
Device set to use cuda:0

🇺🇦 Оригінал: Геть, Душе старий! Сяє сонце згори!
Як туман, розвійся, вий, лети з вітрами

У пустельний дикий край за найдальші гори!

Ніколи не вертай! Вилізай з кургану!

Зникни й забутий будь, мчи, від тьми темніший,

До навік замкнутих брам, аж до зміни світу.
🇬🇧 Переклад: The sun is shining from above! the mist, go away, go away, go away, fly with the winds into the desert wild country beyond the mountains, never return! Get out of the mound, and be forgot
--------------------------------------------------
config.json: 1.07k/? [00:00<00:00, 115kB/s]
model.safetensors: 100% 558M/558M [00:07<00:00, 107MB/s]
tokenizer_config.json: 1.26k/? [00:00<00:00, 129kB/s]
spm.model: 100% 4.31M/4.31M [00:00<00:00, 4.50MB/s]
tokenizer.json: 100% 16.3M/16.3M [00:00<00:00, 27.3MB/s]
added_tokens.json: 100% 23.0/23.0 [00:00<00:00, 2.77kB/s]
special_tokens_map.json: 100% 286/286 [00:00<00:00, 34.5kB/s]
Device set to use cuda:0
📰 Текст: Верховна Рада ухвалила новий закон про оподаткування криптовалют.
📊 Результат класифікації:
 - політика: 0.7238
 - економіка: 0.2167
 - кулінарія: 0.0412
 - спорт: 0.0183
--------------------------------------------------
config.json: 100% 730/730 [00:00<00:00, 72.5kB/s]
pytorch_model.bin: 100% 2.33G/2.33G [00:43<00:00, 73.8MB/s]
model.safetensors: 72% 1.68G/2.33G [00:54<00:22, 29.2MB/s]
tokenizer_config.json: 100% 375/375 [00:00<00:00, 41.3kB/s]
spiece.model: 100% 4.31M/4.31M [00:05<00:00, 1.09MB/s]
special_tokens_map.json: 100% 65.0/65.0 [00:00<00:00, 8.21kB/s]
You are using the default legacy behaviour of the <class 'transformers.models.t5.tokenization_t5.T5Tokenizer'>. This is expected, and simply means that the `legacy` (previous) behavior will be used so
/usr/local/lib/python3.12/dist-packages/transformers/convert_slow_tokenizer.py:566: UserWarning: The sentencepiece tokenizer that you are converting to a fast tokenizer uses the byte fallback option w
  warnings.warn(
Device set to use cuda:0
📜 Довгий текст:
Чорна діра — це область простору-часу, гравітаційне тяжіння якої настільки велике, що покинути її н...
✂️ Стислий зміст: У вівторок стало відомо про те, що Чорна діра — одна з найзагадковіших об'
```

```python
import torch
from diffusers import StableDiffusionPipeline
import matplotlib.pyplot as plt

# Завдання 3 c


# 1. Завантаження пайплайну
model_id = "runwayml/stable-diffusion-v1-5" # Найпопулярніша версія
#model_id = "CompVis/stable-diffusion-v1-4" # Трохи легша

pipe = StableDiffusionPipeline.from_pretrained(model_id, torch_dtype=torch.float16)

# Переносимо на відеокарту
pipe = pipe.to("cuda")

# 2. Промпт (опис картинки)
prompt = "space factory on orbit of Earth, cinematic lighting, highly detailed, 8k"

# 3. Генерація

image = pipe(prompt).images[0]

# 4. Вивід
plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.imshow(image)
plt.axis("off")
plt.title(prompt)
plt.show()

image.save("lab_result.png")
print("Зображення збережено як lab_result.png")
```

```
scheduler_config.json: 100% 308/308 [00:00<00:00, 14.2kB/s]
tokenizer_config.json: 100% 806/806 [00:00<00:00, 18.4kB/s]
vocab.json: 1.06M/? [00:00<00:00, 12.4MB/s]
config.json: 100% 743/743 [00:00<00:00, 14.3kB/s]
config.json: 100% 547/547 [00:00<00:00, 14.1kB/s]
unet/diffusion_pytorch_model.safetensors: 100% 3.44G/3.44G [03:01<00:00, 21.4MB/s]
vae/diffusion_pytorch_model.safetensors: 100% 335M/335M [02:19<00:00, 2.25MB/s]
Loading pipeline components...: 100% 7/7 [00:23<00:00, 4.03s/it]
`torch_dtype` is deprecated! Use `dtype` instead!
100% 50/50 [00:08<00:00, 6.10it/s]
```

space factory on orbit of Earth, cinematic lighting, highly detailed, 8k



```
Зображення збережено як lab_result.png
```