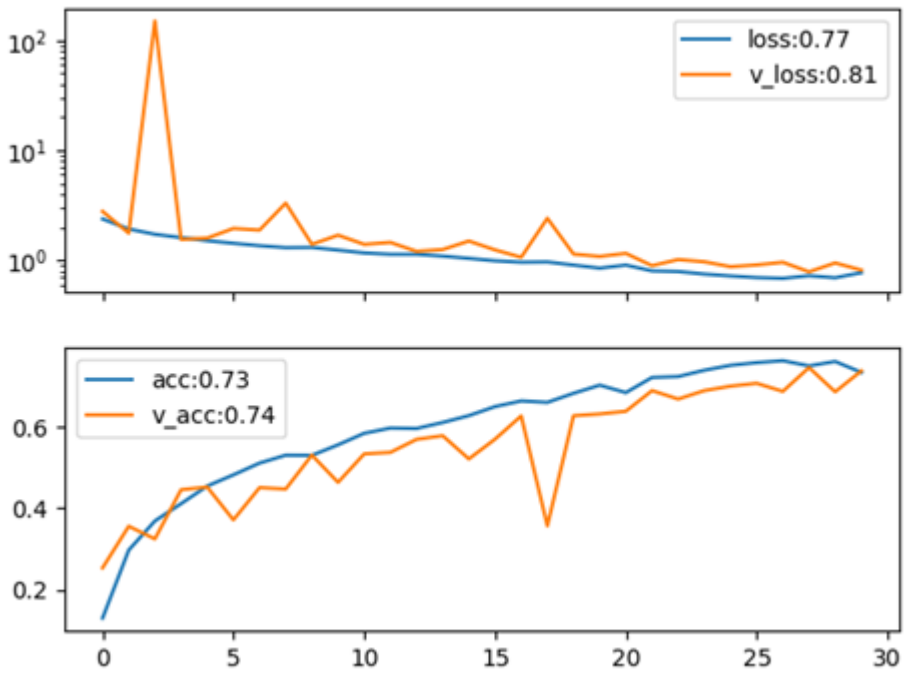
Лабораторная работа 2. Сверточные сети.

Выполнил: Кириллов Данил
Курс: 4
Группа: ФЗ-11

Эксперимент 0 – стартовый.

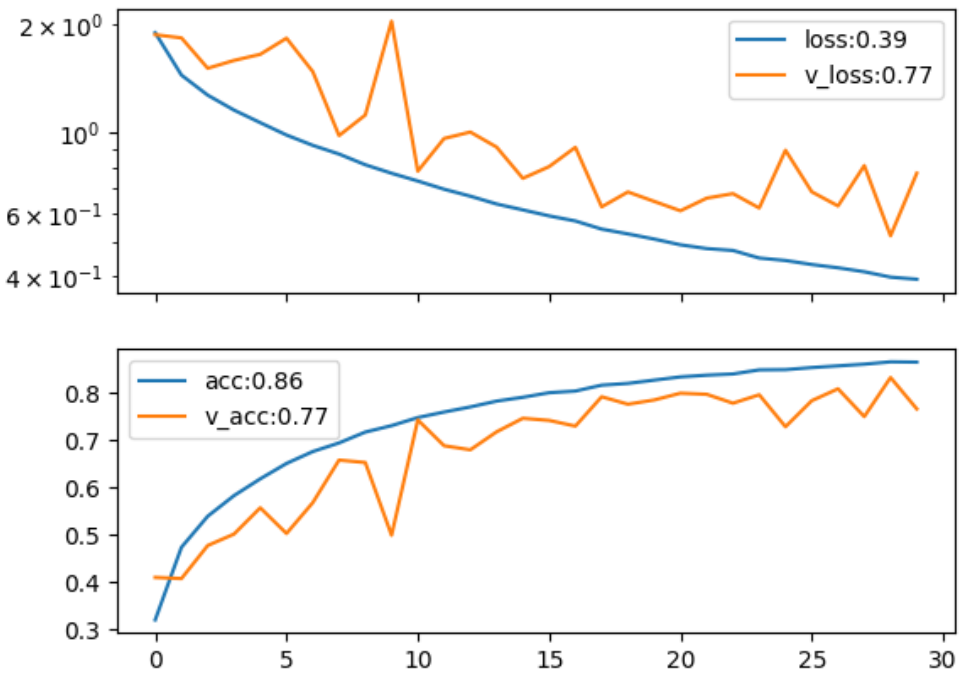
```
model = Sequential()
```

```
model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

for i in range(50):
    model.add(Conv2D(64,(3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Adam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



Эксперимент 1. Уменьшение сверточных слоев.

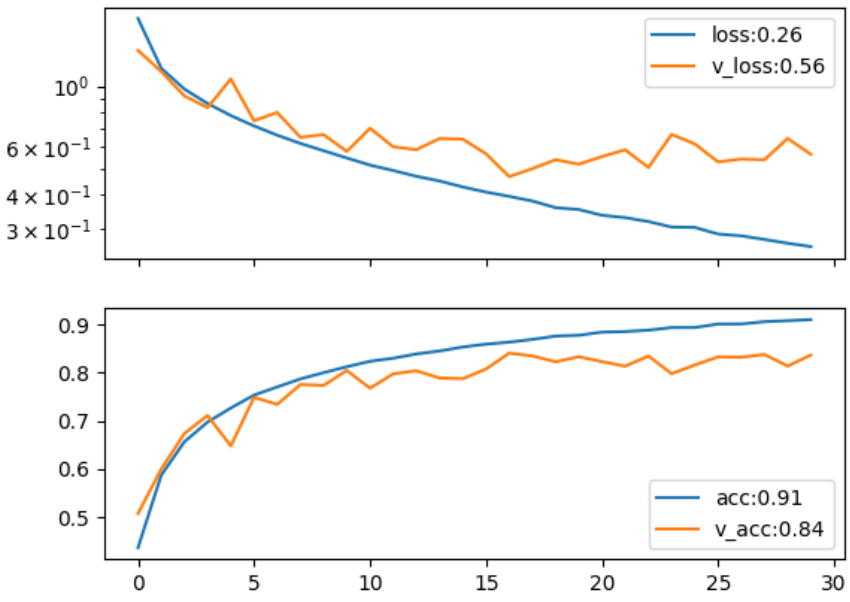
```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

for i in range(25):
    model.add(Conv2D(64,(3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Adam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



При уменьшении количества сверточных слоев в 2 раза незначительно увеличилась точность (+3 %), скорость обучение уменьшилась в 2 раза.

Эксперимент 2. Уменьшение сверточных слоев + увеличение количества фильтров

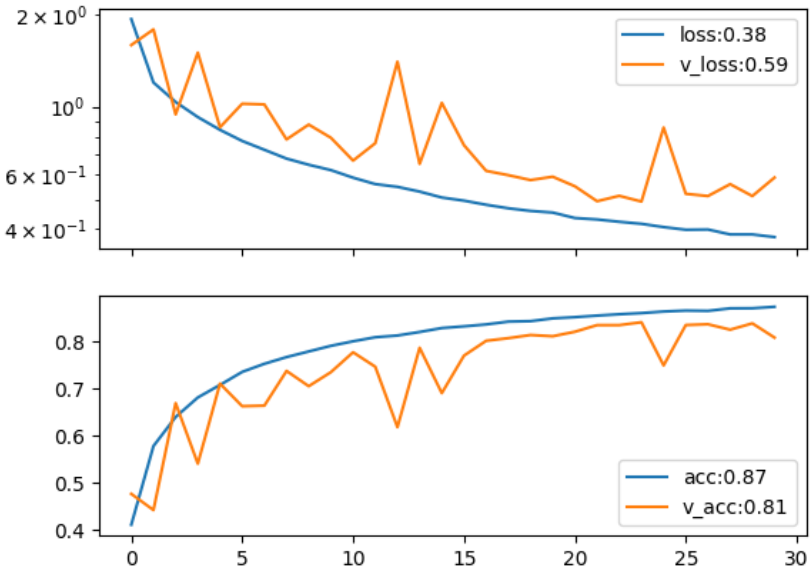
```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

num_filters = 16
for i in range(4):
    num_filters *= 2
    model.add(Conv2D(num_filters, (3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Adam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



Вместо константного значения количества фильтров, использовалось последовательное удваивание их на каждом слое. Также количество слоев уменьшилось в 6 раз, по сравнению с предыдущим экспериментом, а время на обучение уменьшилось в 1.5 раза

Эксперимент 3. Изменение оптимизатора.

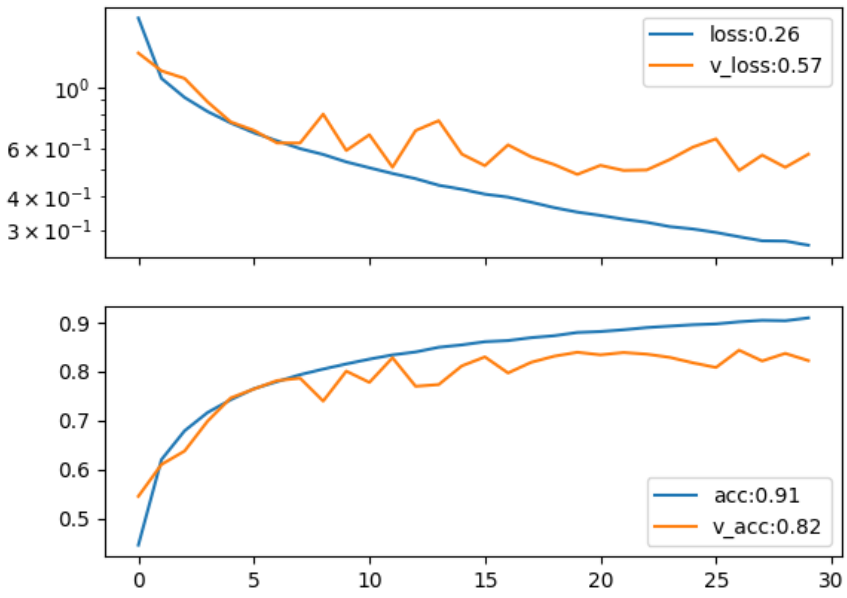
```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

num_filters = 16
for i in range(4):
    num_filters *= 2
    model.add(Conv2D(num_filters, (3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.RMSprop(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



Изменение оптимизатора на RMSprop ухудшило точность модели, а также обучение проходило менее стабильно.

Эксперимент 4. Изменение оптимизатора.

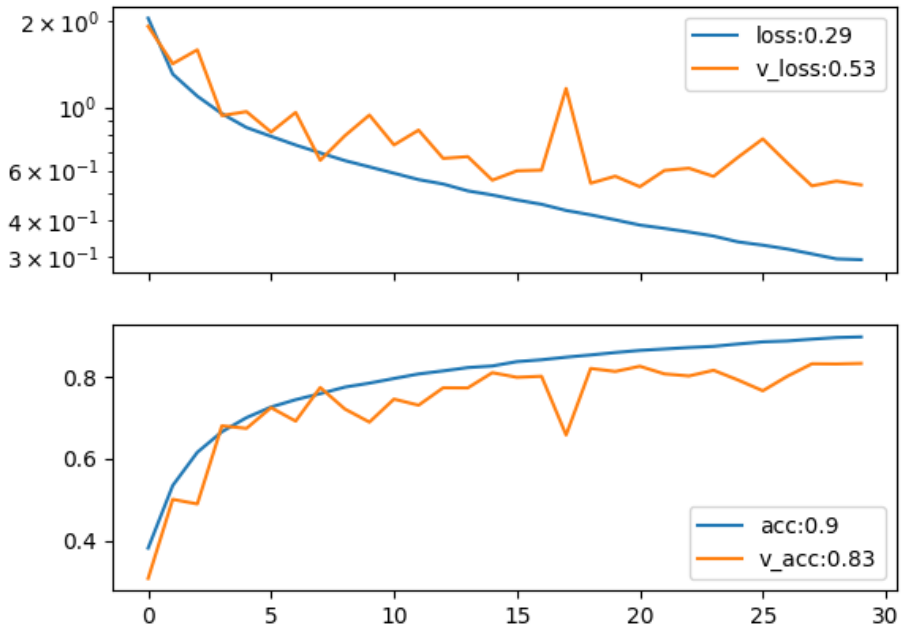
```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

num_filters = 16
for i in range(4):
    num_filters *= 2
    model.add(Conv2D(num_filters, (3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Nadam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



Изменение оптимизатора на Nadam(0.001) также не привело к улучшениям результатов.

Эксперимент 5. Изменение batch size.

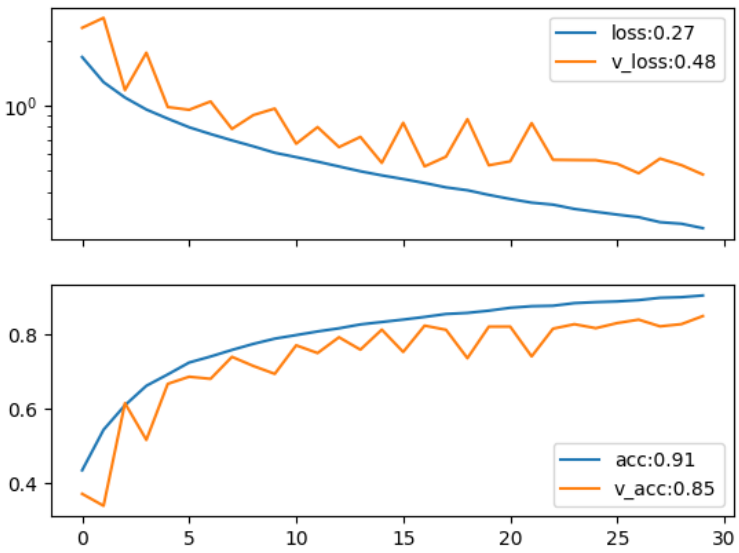
```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

num_filters = 16
for i in range(4):
    num_filters *= 2
    model.add(Conv2D(num_filters, (3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Adam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



Увеличение размера batch также не привело к улучшениям результатов.

Эксперимент 6. Увеличение сверточных слоев.

```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

num_filters = 16
max_filter = 128
for i in range(10):
    if num_filters < max_filter:
        num_filters *= 2
    model.add(Conv2D(num_filters, (3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Adam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```

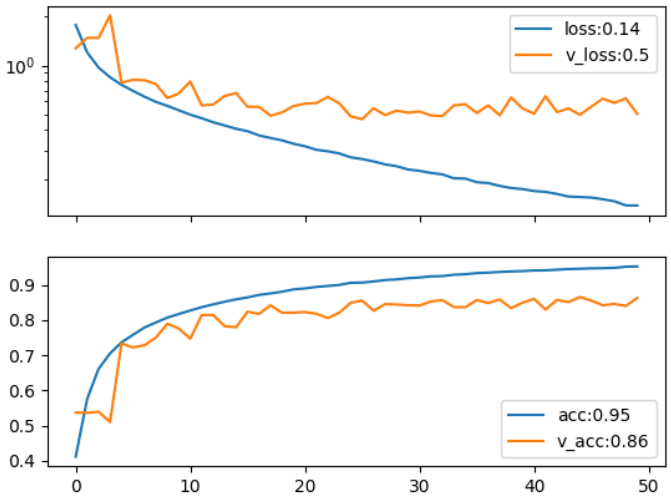


Увеличиваем количество сверточных слоев до 10, с постепенным увеличением количества фильтров до 128. Также уменьшаем batch size до 80.

В результате увеличиваем точность модели на 1%.

Эксперимент 7. Увеличение эпох и количества сверточных слоев с ограничение фильтров.

```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(16, (3,3), input_shape=(32,32,3), padding='same'))
model.add(BatchNormalization())
model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))

num_filters = 16
max_filter = 128
for i in range(6):
    if num_filters < max_filter:
        num_filters *= 2
    model.add(Conv2D(num_filters, (3,3), padding='same'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(ReLU())

model.add(MaxPooling2D(2,2))
model.add(Flatten())

model.add(Dense(num_classes))
model.add(Activation('softmax'))

opt = keras.optimizers.Adam(0.001)

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer=opt,
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
```



Сводная таблица.

№	Кол-во эпох	Оптимизатор	Размер batch	v_loss	v_acc	Время
0	30	Adam(0.001)	64	0.81	74% (-)	30 мин
1	30	Adam(0.001)	64	0.77	77% (+3%)	15 мин
2	30	Adam(0.001)	64	0.56	84% (+7%)	10 мин
3	30	RMSprop(0.001)	64	0.59	81% (-3%)	15 мин
4	30	Nadam(0.001)	64	0.57	82% (+1%)	15 мин
5	30	Adam(0.001)	128	0.53	83%(+1%)	10 мин
6	30	Adam(0.001)	80	0.48	85%(+1%)	11 мин
7	50	Adam(0.001)	80	0.5	86%(+1%)	18 мин

Итоги.

В ходе выполнения лабораторной работы удалось получить модель, которая классифицирует изображения с точностью валидации (v_acc) на уровне 86%.