Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Отчёт по рубежному контролю №2 по курсу «Технологии машинного обучения».

«Методы построения моделей машинного обучения».

Выполнил:
Гришин С. В.
студент группы ИУ5-61Б

Проверил:
Гапанюк Ю.Е.

Подпись и дата:

Подпись и дата:

Москва, 2022 г.

Рубежный контроль №2, ИУ5-61Б, Гришин Станислав, Вариант №10

1. Формулировка задачи:

Задание. Для заданного набора данных (по Вашему варианту) постройте модели классификации или регрессии (в зависимости от конкретной задачи, рассматриваемой в наборе данных). Для построения моделей используйте методы 1 и 2 (по варианту для Вашей группы). Оцените качество моделей на основе подходящих метрик качества (не менее двух метрик). Какие метрики качества Вы использовали и почему? Какие выводы Вы можете сделать о качестве построенных моделей? Для построения моделей необходимо выполнить требуемую предобработку данных: заполнение пропусков, кодирование категориальных признаков, и т.д.

Метод 1 - Линейная/логистическая регрессия Метод 2 - Случайный лес

Набор данных: https://www.kaggle.com/jessemostipak/hotel-booking-demand

2. Текстовое описание набора данных

В качестве предметной области будем рассматривать процесс бронирования номера в отеле/гостинице. В датасете содержится подробная информация о бронировании номера гостем:

- hotel - Тип отеля (курортный или городской)
- is_canceled - Булевое значение, указывающее, было ли бронирование отменено (1) или нет (0)
- lead_time - Количество дней, прошедших между датой ввода бронирования в систему управления гостиницей и датой прибытия
- arrival_date_year - Год приезда
- arrival_date_month - Месяц прибытия
- arrival_date_week_number - Номер недели в году прибытия
- arrival_date_day_of_month - День прибытия
- stays_in_weekend_nights - Количество ночей в выходные (суббота или воскресенье), которые гость проживал или забронировал
- stays_in_week_nights - Количество ночей в неделю (с понедельника по пятницу), которые гость останавливался или забронировал
- adults - Количество взрослых
- children – Количество детей
- babies – Количество младенцев
- meal - Тип забронированного питания. Категории представлены в стандартных пакетах гостеприимства:Undefined / SC - пакет без питания; BB - кровать и завтрак; HB - полупансион (завтрак и еще один прием пищи - обычно ужин); FB - Полный пансион (завтрак, обед и ужин)
- country - страна в формате ISO 3155–3: 2013.
- market_segment - Обозначение сегмента рынка. В категориях термин «TA» означает «Туристические агенты», а «TO» означает «Туроператоры».
- distribution_channel - Канал распространения бронирования. Термин «TA» означает «Туристические агенты», а «TO» означает «Туроператоры».
- is_repeated_guest - Значение, указывающее, было ли имя бронирования от повторного гостя (1) или нет (0)
- previous_cancellations - Количество предыдущих бронирований, которые были отменены клиентом до текущего бронирования.
- previous_bookings_not_canceled- Количество предыдущих бронирований, которые не были отменены клиентом до текущего бронирования
- reserved_room_type - Код типа зарезервированного номера

- assigned_room_type - Код для типа номера, назначенного для бронирования.Иногда назначенный тип номера отличается от типа зарезервированного номера по причинам, связанным с работой отеля (например, из-за избыточного бронирования) или по запросу клиента. Код представлен вместо обозначения из соображений анонимности
- booking_changes - Количество изменений / дополнений, внесенных в бронирование с момента внесения бронирования в систему управления гостиницей до момента заселения или отмены
- deposit_type - Индикация того, внес ли клиент предоплату для гарантии бронирования. Эта переменная может принимать три категории: No Deposit - депозит не был внесен; Non Refund - внесен залог в размере полной стоимости проживания; Refundable - был внесен депозит в размере, меньшем общей стоимости проживания.
- agent - ID туристического агентства, сделавшего бронирование
- company - ID компании / юридического лица, совершившего бронирование или ответственного за его оплату.
- days_in_waiting_list - Количество дней, в течение которых бронирование находилось в листе ожидания, прежде чем оно было подтверждено клиенту.
- customer_type - Тип бронирования, предполагающий одну из четырех категорий: Contract - когда с бронированием связано выделение или другой тип контракта; Group - когда бронирование связано с группой; Transient - когда бронирование не является частью группы или контракта и не связано с другим временным бронированием; Transient-party - когда бронирование является временным, но связано как минимум с другим временным бронированием.
- adr - Число представляет собой средний доход от аренды одной оплачиваемой занятой комнаты в заданный период времени (общее количество ночей проживания)
- required_car_parking_spaces - Количество мест для машин, требуемых заказчиком
- total_of_special_requests - Количество особых запросов, сделанных клиентом (например, две односпальные кровати или высокий этаж)
- reservation_status - Статус последнего бронирования, допускающий одну из трех категорий: Canceled - бронирование было отменено клиентом; Check-Out - клиент зарегистрировался, но уже уехал; No-Show - клиент не заселился и не проинформировал отель о причине
- reservation_status_date- Дата, когда был установлен последний статус. Эта переменная может использоваться вместе с ReservationStatus, чтобы понять, когда было отменено бронирование или когда клиент выписался из отеля.

3. Основные характеристики датасета

[36]:
```
import numpy as np
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
```

[37]:
```
data = pd.read_csv('hotel_bookings.csv')
```

Выведем первые 5 строк датасета:

[38]:
```
data.head()
```

[38]:

	hotel	is_canceled	lead_time	arrival_date_year	arrival_date_month	\
0	Resort Hotel	0	342	2015	July	
1	Resort Hotel	0	737	2015	July	
2	Resort Hotel	0	7	2015	July	

```
3  Resort Hotel            0         13               2015               July
4  Resort Hotel            0         14               2015               July

   arrival_date_week_number  arrival_date_day_of_month  \
0                        27                          1
1                        27                          1
2                        27                          1
3                        27                          1
4                        27                          1

   stays_in_weekend_nights  stays_in_week_nights  adults  …  deposit_type  \
0                        0                     0       2  …    No Deposit
1                        0                     0       2  …    No Deposit
2                        0                     1       1  …    No Deposit
3                        0                     1       1  …    No Deposit
4                        0                     2       2  …    No Deposit

   agent company days_in_waiting_list customer_type   adr  \
0    NaN     NaN                    0     Transient   0.0
1    NaN     NaN                    0     Transient   0.0
2    NaN     NaN                    0     Transient  75.0
3  304.0     NaN                    0     Transient  75.0
4  240.0     NaN                    0     Transient  98.0

   required_car_parking_spaces  total_of_special_requests  reservation_status  \
0                            0                          0           Check-Out
1                            0                          0           Check-Out
2                            0                          0           Check-Out
3                            0                          0           Check-Out
4                            0                          1           Check-Out

  reservation_status_date
0              2015-07-01
1              2015-07-01
2              2015-07-02
3              2015-07-02
4              2015-07-03

[5 rows x 32 columns]
```

Определим размер датасета:

[39]:
```
data.shape
```

[39]:
```
(119390, 32)
```

Определим типы столбцов:

[40]:
```
data.dtypes
```

[40]:
```
hotel                           object
is_canceled                      int64
lead_time                        int64
arrival_date_year                int64
arrival_date_month              object
```

```
arrival_date_week_number            int64
arrival_date_day_of_month           int64
stays_in_weekend_nights             int64
stays_in_week_nights                int64
adults                              int64
children                          float64
babies                              int64
meal                               object
country                            object
market_segment                     object
distribution_channel               object
is_repeated_guest                   int64
previous_cancellations              int64
previous_bookings_not_canceled      int64
reserved_room_type                 object
assigned_room_type                 object
booking_changes                     int64
deposit_type                       object
agent                             float64
company                           float64
days_in_waiting_list                int64
customer_type                      object
adr                               float64
required_car_parking_spaces         int64
total_of_special_requests           int64
reservation_status                 object
reservation_status_date            object
dtype: object
```

Выведем список параметров датасета и для каждого найдём количество null значений:

[41]:
```
for column in data.columns:
    print(f'{column}: {data[column].isnull().sum()} null values')
```

```
hotel: 0 null values
is_canceled: 0 null values
lead_time: 0 null values
arrival_date_year: 0 null values
arrival_date_month: 0 null values
arrival_date_week_number: 0 null values
arrival_date_day_of_month: 0 null values
stays_in_weekend_nights: 0 null values
stays_in_week_nights: 0 null values
adults: 0 null values
children: 4 null values
babies: 0 null values
meal: 0 null values
country: 488 null values
market_segment: 0 null values
distribution_channel: 0 null values
is_repeated_guest: 0 null values
previous_cancellations: 0 null values
previous_bookings_not_canceled: 0 null values
reserved_room_type: 0 null values
```

```
assigned_room_type: 0 null values
booking_changes: 0 null values
deposit_type: 0 null values
agent: 16340 null values
company: 112593 null values
days_in_waiting_list: 0 null values
customer_type: 0 null values
adr: 0 null values
required_car_parking_spaces: 0 null values
total_of_special_requests: 0 null values
reservation_status: 0 null values
reservation_status_date: 0 null values
```

Следующие столбцы имеют пустые ячейки: children, country, agent, company. Уберем записи с пустым параметром country и children из датасета, а столбцы agent и company удалим, поскольку они являются неинформативными :

[42]:
```
data.drop(data[data['country'].isnull()].index, inplace=True)
data.drop(data[data['children'].isnull()].index, inplace=True)
for column in data.columns:
    print(f'{column}: {data[column].isnull().sum()} null values')
```

```
hotel: 0 null values
is_canceled: 0 null values
lead_time: 0 null values
arrival_date_year: 0 null values
arrival_date_month: 0 null values
arrival_date_week_number: 0 null values
arrival_date_day_of_month: 0 null values
stays_in_weekend_nights: 0 null values
stays_in_week_nights: 0 null values
adults: 0 null values
children: 0 null values
babies: 0 null values
meal: 0 null values
country: 0 null values
market_segment: 0 null values
distribution_channel: 0 null values
is_repeated_guest: 0 null values
previous_cancellations: 0 null values
previous_bookings_not_canceled: 0 null values
reserved_room_type: 0 null values
assigned_room_type: 0 null values
booking_changes: 0 null values
deposit_type: 0 null values
agent: 16004 null values
company: 112275 null values
days_in_waiting_list: 0 null values
customer_type: 0 null values
adr: 0 null values
required_car_parking_spaces: 0 null values
total_of_special_requests: 0 null values
reservation_status: 0 null values
reservation_status_date: 0 null values
```

[43]:
```
data.drop('agent', inplace=True, axis=1)
data.drop('company', inplace=True, axis=1)
data.drop('market_segment', inplace=True, axis=1)
data.drop('distribution_channel', inplace=True, axis=1)
data.drop('reservation_status_date', inplace=True, axis=1)
data.drop('country', inplace=True, axis=1)
data.head()
```

[43]:

	hotel	is_canceled	lead_time	arrival_date_year	arrival_date_month	\
0	Resort Hotel	0	342	2015	July	
1	Resort Hotel	0	737	2015	July	
2	Resort Hotel	0	7	2015	July	
3	Resort Hotel	0	13	2015	July	
4	Resort Hotel	0	14	2015	July	

	arrival_date_week_number	arrival_date_day_of_month	\
0	27	1	
1	27	1	
2	27	1	
3	27	1	
4	27	1	

	stays_in_weekend_nights	stays_in_week_nights	adults	…	\
0	0	0	2	…	
1	0	0	2	…	
2	0	1	1	…	
3	0	1	1	…	
4	0	2	2	…	

	reserved_room_type	assigned_room_type	booking_changes	deposit_type	\
0	C	C	3	No Deposit	
1	C	C	4	No Deposit	
2	A	C	0	No Deposit	
3	A	A	0	No Deposit	
4	A	A	0	No Deposit	

	days_in_waiting_list	customer_type	adr	required_car_parking_spaces	\
0	0	Transient	0.0	0	
1	0	Transient	0.0	0	
2	0	Transient	75.0	0	
3	0	Transient	75.0	0	
4	0	Transient	98.0	0	

	total_of_special_requests	reservation_status
0	0	Check-Out
1	0	Check-Out
2	0	Check-Out
3	0	Check-Out
4	1	Check-Out

[5 rows x 26 columns]

[44]:
```
filter = (data.children == 0) & (data.adults == 0) & (data.babies == 0)
data[filter].drop
data = data[~filter]
data
```

[44]:

```
                hotel  is_canceled  lead_time  arrival_date_year  \
0        Resort Hotel            0        342               2015
1        Resort Hotel            0        737               2015
2        Resort Hotel            0          7               2015
3        Resort Hotel            0         13               2015
4        Resort Hotel            0         14               2015
…                …          …         …                  …
119385     City Hotel            0         23               2017
119386     City Hotel            0        102               2017
119387     City Hotel            0         34               2017
119388     City Hotel            0        109               2017
119389     City Hotel            0        205               2017

       arrival_date_month  arrival_date_week_number  \
0                    July                        27
1                    July                        27
2                    July                        27
3                    July                        27
4                    July                        27
…                     …                         …
119385             August                        35
119386             August                        35
119387             August                        35
119388             August                        35
119389             August                        35

        arrival_date_day_of_month  stays_in_weekend_nights  \
0                               1                       0
1                               1                       0
2                               1                       0
3                               1                       0
4                               1                       0
…                             …                       …
119385                         30                       2
119386                         31                       2
119387                         31                       2
119388                         31                       2
119389                         29                       2

        stays_in_week_nights  adults  …  reserved_room_type  \
0                          0       2  …                   C
1                          0       2  …                   C
2                          1       1  …                   A
3                          1       1  …                   A
4                          2       2  …                   A
…                        …     …  …                  …
119385                     5       2  …                   A
119386                     5       3  …                   E
```

```
119387                    5       2  …                  D
119388                    5       2  …                  A
119389                    7       2  …                  A

        assigned_room_type booking_changes  deposit_type  \
0                        C               3    No Deposit
1                        C               4    No Deposit
2                        C               0    No Deposit
3                        A               0    No Deposit
4                        A               0    No Deposit
…                      …               …           …
119385                   A               0    No Deposit
119386                   E               0    No Deposit
119387                   D               0    No Deposit
119388                   A               0    No Deposit
119389                   A               0    No Deposit

        days_in_waiting_list  customer_type     adr  \
0                          0      Transient    0.00
1                          0      Transient    0.00
2                          0      Transient   75.00
3                          0      Transient   75.00
4                          0      Transient   98.00
…                        …            …     …
119385                     0      Transient   96.14
119386                     0      Transient  225.43
119387                     0      Transient  157.71
119388                     0      Transient  104.40
119389                     0      Transient  151.20

       required_car_parking_spaces  total_of_special_requests  \
0                                0                          0
1                                0                          0
2                                0                          0
3                                0                          0
4                                0                          1
…                              …                        …
119385                           0                          0
119386                           0                          2
119387                           0                          4
119388                           0                          0
119389                           0                          2

       reservation_status
0               Check-Out
1               Check-Out
2               Check-Out
3               Check-Out
4               Check-Out
…                   …
119385          Check-Out
119386          Check-Out
119387          Check-Out
```

```
119388          Check-Out
119389          Check-Out

[118728 rows x 26 columns]
```

4. Кодирование категориальных признаков

[45]:
```
data['hotel'].unique()
```

[45]:
```
array(['Resort Hotel', 'City Hotel'], dtype=object)
```

[46]:
```
data['arrival_date_month'].unique()
```

[46]:
```
array(['July', 'August', 'September', 'October', 'November', 'December',
       'January', 'February', 'March', 'April', 'May', 'June'],
      dtype=object)
```

[47]:
```
data['deposit_type'].unique()
```

[47]:
```
array(['No Deposit', 'Refundable', 'Non Refund'], dtype=object)
```

[51]:
```
data['customer_type'].unique()
```

[51]:
```
array(['Transient', 'Contract', 'Transient-Party', 'Group'], dtype=object)
```

[52]:
```
data['reserved_room_type'].unique()
```

[52]:
```
array(['C', 'A', 'D', 'E', 'G', 'F', 'H', 'L', 'B'], dtype=object)
```

[53]:
```
data['assigned_room_type'].unique()
```

[53]:
```
array(['C', 'A', 'D', 'E', 'G', 'F', 'I', 'B', 'H', 'L', 'K'],
      dtype=object)
```

[54]:
```
data['meal'].unique()
```

[54]:
```
array(['BB', 'FB', 'HB', 'SC', 'Undefined'], dtype=object)
```

[56]:
```
data['reservation_status'].unique()
```

[56]:
```
array(['Check-Out', 'Canceled', 'No-Show'], dtype=object)
```

[50]:
```
data.dtypes
```

[50]:
```
hotel                           object
is_canceled                      int64
lead_time                        int64
arrival_date_year                int64
arrival_date_month              object
arrival_date_week_number         int64
arrival_date_day_of_month        int64
stays_in_weekend_nights          int64
stays_in_week_nights             int64
```

```
adults                              int64
children                          float64
babies                              int64
meal                               object
is_repeated_guest                   int64
previous_cancellations              int64
previous_bookings_not_canceled      int64
reserved_room_type                 object
assigned_room_type                 object
booking_changes                     int64
deposit_type                       object
days_in_waiting_list                int64
customer_type                      object
adr                               float64
required_car_parking_spaces         int64
total_of_special_requests           int64
reservation_status                 object
dtype: object
```

[57]:
```
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
```

[61]:
```
hotel = LabelEncoder()
nhotel = hotel.fit_transform(data["hotel"])
data["hotel"] = nhotel
data = data.astype({"hotel":"int64"})
np.unique(nhotel)
```

[61]:
```
array([0, 1], dtype=int64)
```

[62]:
```
arrival_date_month = LabelEncoder()
n_arrival_date_month = arrival_date_month.
 ↪fit_transform(data["arrival_date_month"])
data["arrival_date_month"] = n_arrival_date_month
data = data.astype({"arrival_date_month":"int64"})
np.unique(n_arrival_date_month)
```

[62]:
```
array([ 0,  1,  2,  3,  4,  5,  6,  7,  8,  9, 10, 11])
```

[63]:
```
deposit_type = LabelEncoder()
n_deposit_type = hotel.fit_transform(data["deposit_type"])
data["deposit_type"] = n_deposit_type
data = data.astype({"deposit_type":"int64"})
np.unique(n_deposit_type)
```

[63]:
```
array([0, 1, 2])
```

[64]:
```
customer_type = LabelEncoder()
n_customer_type = customer_type.fit_transform(data["customer_type"])
data["customer_type"] = n_customer_type
data = data.astype({"customer_type":"int64"})
np.unique(n_customer_type)
```

[64]:
```
array([0, 1, 2, 3])
```

[65]:
```
reserved_room_type = LabelEncoder()
n_reserved_room_type = reserved_room_type.
 ↪fit_transform(data["reserved_room_type"])
data["reserved_room_type"] = n_reserved_room_type
data = data.astype({"reserved_room_type":"int64"})
np.unique(n_reserved_room_type)
```

[65]:
```
array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8])
```

[66]:
```
assigned_room_type = LabelEncoder()
n_assigned_room_type = assigned_room_type.
 ↪fit_transform(data["assigned_room_type"])
data["assigned_room_type"] = n_assigned_room_type
data = data.astype({"assigned_room_type":"int64"})
np.unique(n_assigned_room_type)
```

[66]:
```
array([ 0,  1,  2,  3,  4,  5,  6,  7,  8,  9, 10])
```

[67]:
```
meal = LabelEncoder()
nmeal = meal.fit_transform(data["meal"])
data["meal"] = nmeal
data = data.astype({"meal":"int64"})
np.unique(nmeal)
```

[67]:
```
array([0, 1, 2, 3, 4])
```

[68]:
```
reservation_status = LabelEncoder()
n_reservation_status = reservation_status.
 ↪fit_transform(data["reservation_status"])
data["reservation_status"] = n_reservation_status
data = data.astype({"reservation_status":"int64"})
np.unique(n_reservation_status)
```

[68]:
```
array([0, 1, 2])
```

[69]:
```
data.dtypes
```

[69]:
```
hotel                             int64
is_canceled                       int64
lead_time                         int64
arrival_date_year                 int64
arrival_date_month                int64
arrival_date_week_number          int64
arrival_date_day_of_month         int64
stays_in_weekend_nights           int64
stays_in_week_nights              int64
adults                            int64
children                        float64
babies                            int64
meal                              int64
is_repeated_guest                 int64
previous_cancellations            int64
previous_bookings_not_canceled    int64
reserved_room_type                int64
```

```
assigned_room_type                int64
booking_changes                   int64
deposit_type                      int64
days_in_waiting_list              int64
customer_type                     int64
adr                             float64
required_car_parking_spaces       int64
total_of_special_requests         int64
reservation_status                int64
dtype: object
```

5. Разделение выборки на обучающую и тестовую

[73]:
```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

[74]:
```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(data, data.hotel,
↪random_state=1)
```

Размеры обучающей выборки и тестовой выборки:

[76]:
```
X_train.shape, y_train.shape, X_test.shape, y_test.shape
```

[76]:
```
((89046, 26), (89046,), (29682, 26), (29682,))
```

6. Построение моделей классификации

7. Логистическая регрессия

Построим модель логистической регрессии с помощью LogisticRegression:

[80]:
```
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
```

[81]:
```
model_logistic = LogisticRegression()
model_logistic.fit(X_train, y_train)
```

[81]:
```
LogisticRegression()
```

[82]:
```
targ_logistic = model_logistic.predict(X_test)
```

8. Случайный лес

Построим модель случайного леса с помощью RandomForestClassifier с числом соседей = 5:

[83]:
```
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
```

[84]:
```
model_forest = RandomForestClassifier(n_estimators=5, oob_score=True,
↪random_state=100)
model_forest.fit(X_train, y_train)
```

[84]:
```
RandomForestClassifier(n_estimators=5, oob_score=True, random_state=100)
```

[85]:
```
targ_forest = model_forest.predict(X_test)
```

Оценка качества моделей

Для оценки качества моделей классификации будем использовать две метрики - Accuracy и матрицу ошибок Confusion Matrix. Именно эти две метрики были выбраны, так как они помогают посчитать процент верно определенных отелей и отобразить наглядно классифицированные данные.

[86]:
```
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.metrics import ConfusionMatrixDisplay
```

9. Метрика Accuracy

[87]:
```
accuracy_score(y_test, targ_logistic)
```

[87]:
```
0.7895020551175796
```

[88]:
```
accuracy_score(y_test, targ_forest)
```

[88]:
```
1.0
```

Видно, что точность всех классов у модели случайного леса значительно выше, чем у модели логистической регрессии.

Проверим для каждого отеля из hotel:

[90]:
```
from typing import Dict, Tuple
```

[92]:
```
def accuracy_score_for_classes(
    y_true: np.ndarray,
    y_pred: np.ndarray) -> Dict[int, float]:
    """
    Вычисление метрики Accuracy для каждого класса
    y_true - истинные значения классов
    y_pred - предсказанные значения классов
    Возвращает словарь: ключ - метка класса,
    значение - Accuracy для данного класса
    """
    # Для удобства фильтрации сформируем Pandas DataFrame
    d = {'t': y_true, 'p': y_pred}
    df = pd.DataFrame(data=d)
    # Метки классов
    classes = np.unique(y_true)
    # Результирующий словарь
    res = dict()
    # Перебор меток классов
    for c in classes:
        # отфильтруем данные, которые соответствуют
        # текущей метке класса в истинных значениях
        temp_data_flt = df[df['t']==c]
        # расчет accuracy для заданной метки класса
        temp_acc = accuracy_score(
            temp_data_flt['t'].values,
            temp_data_flt['p'].values)
```

```
        # сохранение результата в словарь
        res[c] = temp_acc
    return res

def print_accuracy_score_for_classes(
    y_true: np.ndarray,
    y_pred: np.ndarray):
    """
    Вывод метрики Accuracy для каждого класса
    """
    accs = accuracy_score_for_classes(y_true, y_pred)
    if len(accs)>0:
        print('Отель \t Accuracy')
    for i in accs:
        print('{} \t {}'.format(i, accs[i]))
```

[93]:
```
print_accuracy_score_for_classes(y_test, targ_logistic)
```

```
Отель    Accuracy
0        0.894289927289368
1        0.5837244133799301
```

[94]:
```
print_accuracy_score_for_classes(y_test, targ_forest)
```

```
Отель    Accuracy
0        1.0
1        1.0
```

10. Метрика Confusion Matrix

[95]:
```
confusion_matrix(y_test, targ_logistic, labels=[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7])
```

[95]:
```
array([[17588,  2079,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [ 4169,  5846,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0]],
      dtype=int64)
```

[96]:
```
confusion_matrix(y_test, targ_forest, labels=[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7])
```

[96]:
```
array([[19667,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0, 10015,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
       [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0],
```

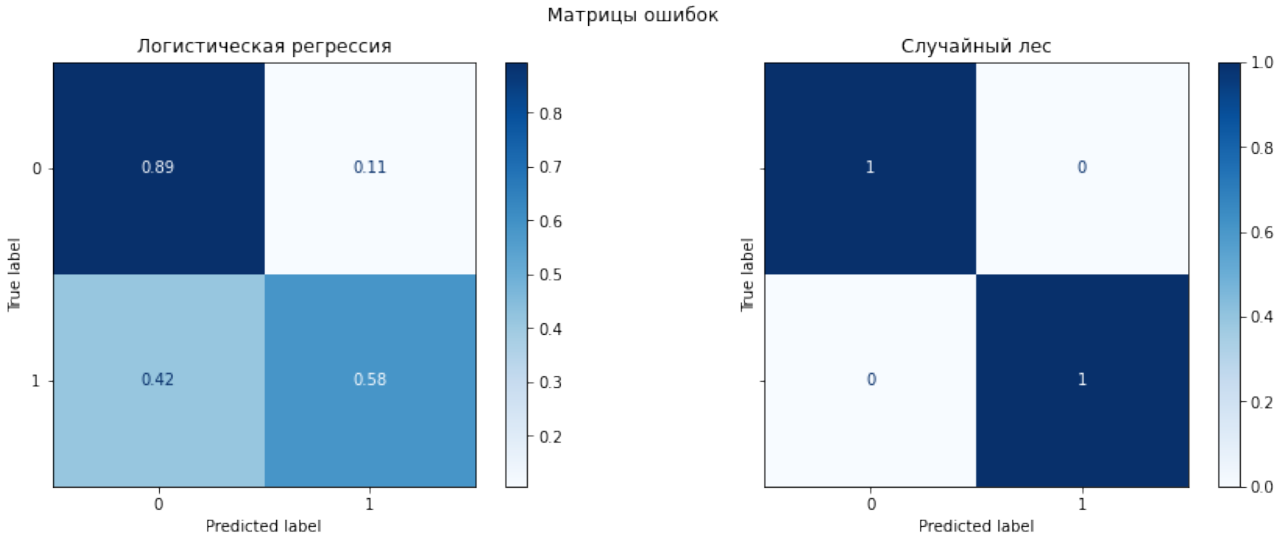
```
        [    0,     0,     0,     0,     0,     0,     0,     0]],
      dtype=int64)
```

[97]:
```
fig, ax = plt.subplots(1, 2, sharex='col', sharey='row', figsize=(15,5))

ConfusionMatrixDisplay.from_estimator(
        model_logistic,
        X_test,
        y_test,
        display_labels=model_logistic.classes_,
        cmap=plt.cm.Blues,
        normalize='true',
        ax=ax[0]
    )

ConfusionMatrixDisplay.from_estimator(
        model_forest,
        X_test,
        y_test,
        display_labels=model_forest.classes_,
        cmap=plt.cm.Blues,
        normalize='true',
        ax=ax[1]
    )

fig.suptitle('Матрицы ошибок')
ax[0].title.set_text('Логистическая регрессия')
ax[1].title.set_text('Случайный лес')
```



Видно, что модель случайного леса обладает высокой точностью.