

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

Отчет по заданию практикума:  
«Система управления воздушным движением»

Тарас Никита, 425 группа

Москва, 2018

## Оглавление:

Уточнение постановки задачи	3
Диаграмма основных классов	4
Текстовая спецификация классов	5
Диаграмма объектов	6
Инструментальные средства	7
Файловая структура	7
Пользовательский интерфейс	7

## **1. Уточнение постановки задачи:**

Рассматривается работа аэропорта с  $N$  взлетно-посадочными полосами

( $2 \leq N \leq 10$ ). Необходимо создать систему-диспетчер, обрабатывающую заявки на взлет и посадку самолетов нескольких авиакомпаний, и провести эксперименты с ней, программно смоделировав поток заявок. Заявки на взлет и посадку формируются на основе действующего суточного расписания полетов в данном аэропорту (оно включает расписание вылетов и расписание прилетов самолетов) с учетом возможных отклонений от расписания (из-за задержек загрузки топлива и по другим причинам). Отклонение от расписания моделируется как случайная величина, имеющая нормальное распределение в некотором интервале, например, от 0 до 120 минут. Для вылетов возможны только задержки, для посадок – как задержки, так и досрочные прилеты. Фактическое время начала взлета или посадки самолета определяется как время по расписанию, измененное на случайную величину отклонения, а также на время ожидания свободной полосы для взлета/посадки.

Длительность взлета/посадки зависит от типа самолета. Между последовательными взлетами/посадками самолетов на одной полосе обычно предусмотрены небольшие временные промежутки. Цель моделирования функций диспетчера взлетно-посадочных полос – определение оптимального количества полос для безопасного обслуживания взлетов/посадок. Одним из безопасных режимов считается разделение всех полос на непересекающиеся множества – полосы для взлета и полосы для посадки. Период моделирования – сутки.

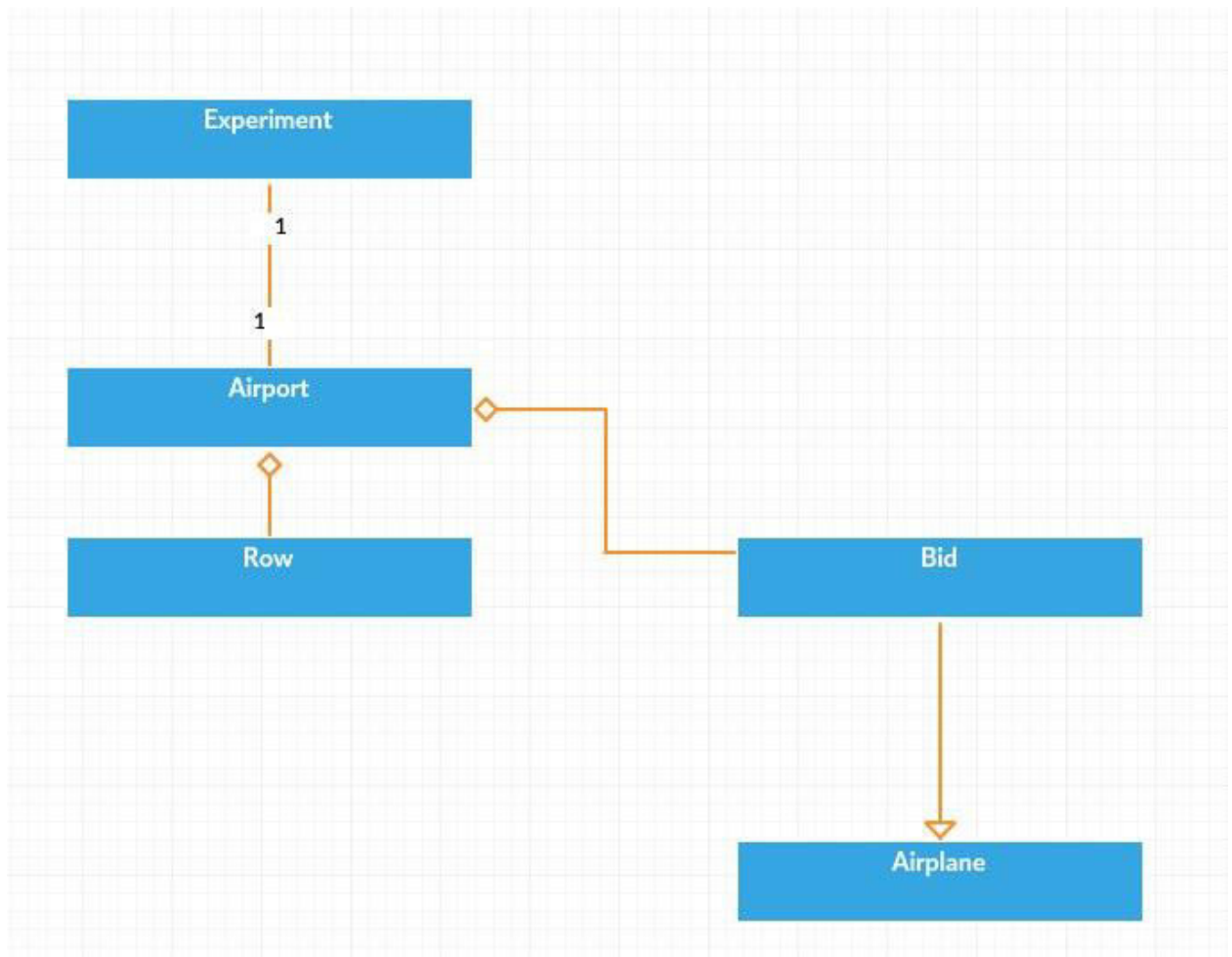
Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ состояния (занята/свободна) каждой взлетно-посадочной полосы и очереди самолетов на взлет и посадку, а также график уже произведенных взлетов и посадок с указанием времени и взлетной полосы. В ходе и по окончании моделирования следует вывести статистическую информацию: общее количество обслуженных заявок, максимальную и среднюю задержку вылета, максимальную и среднюю длину очереди на взлет или посадку, среднюю занятость взлетно-посадочных полос.

### **Входные параметры:**

1) Число взлетных полос

- 2) Число посадочных полос
- 3) Диапазон разброса случайной величины
- 4) Шаг моделирования
- 5) Время начала рабочего дня

## **2. Диаграмма основных классов:**



## **3. Текстовая спецификация классов:**

class Experment # класс хранящий глобальные параметры и таймер

class Airport

self.list\_rows = [] # список всех полос

self.queue = [] # очередь самолетов

```

self.executing_bids = [] #список выполняющихся на данный момент
#заявок

self.schedule = [] # расписание загруженное из файла

self.random_values = [] # список всех случайных величин из диапазона

self.airplane_dict = {} # словарь отношений Самолет: Время
#взлёта/посадки

def gen_bids(self) # функция генерирующая заявки

def free_row(self,type) # функция, возвращающая свободную полосу
#данного типа(взлетная/посадочная) и ее индекс в списке полос

def num_occupied_rows(self) # функция подсчитывающая количество
#занятых полос любого типа

def handle(self, data) # функция производящая 1 шаг эксперимента

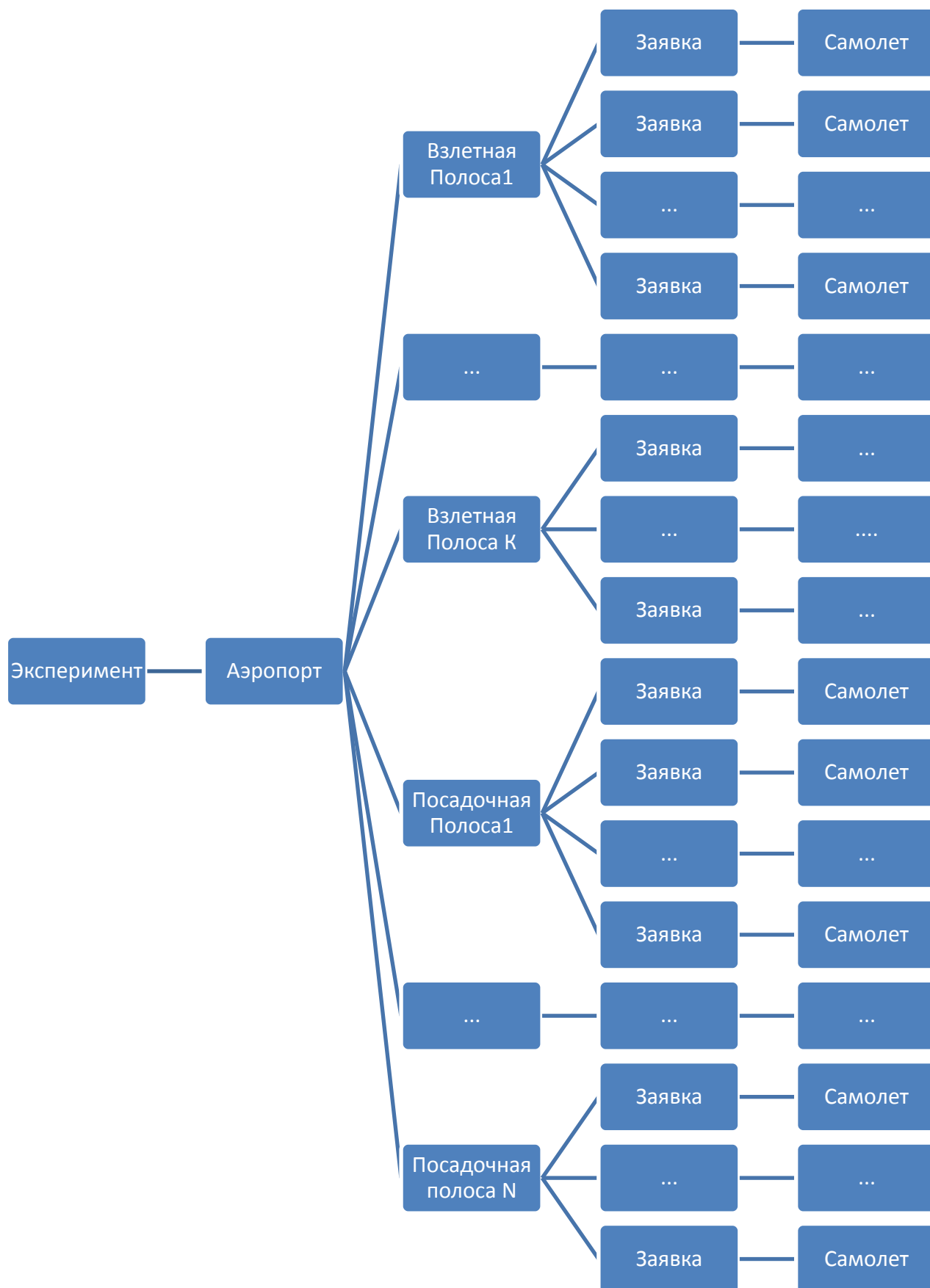
class Row # класс полосы, хранящий ее тип и текущее состояние

class Airplane # класс самолет, хранящий его имя и время взлета/посадки

class Bid(Airplane) # класс заявки

```

#### 4. Диаграмма объектов:



## **5. Инструментальные средства**

Язык разработки: Python 3.6.3

Используемая библиотеки: Tkinter, random

## **6. Файловая структура**

*Classes.py* – описание классов и их методов

*gen\_schedule.py* – файл генерирующий расписание

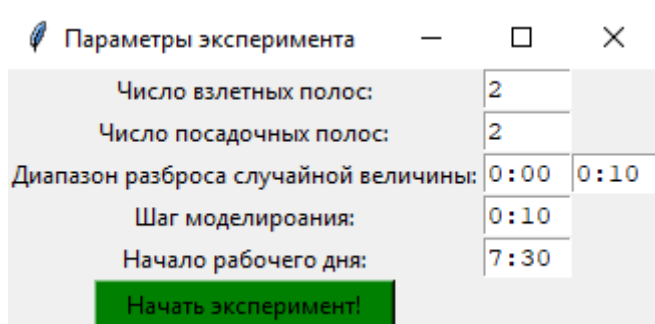
*graphics.py* – графический интерфейс и запуск программы

*schedule.txt* - расписание самолетов

*time\_aiplanes.txt* – соответствие самолет : время взлета/посадки

## **7. Пользовательский интерфейс**

При запуске программы появляется окно:

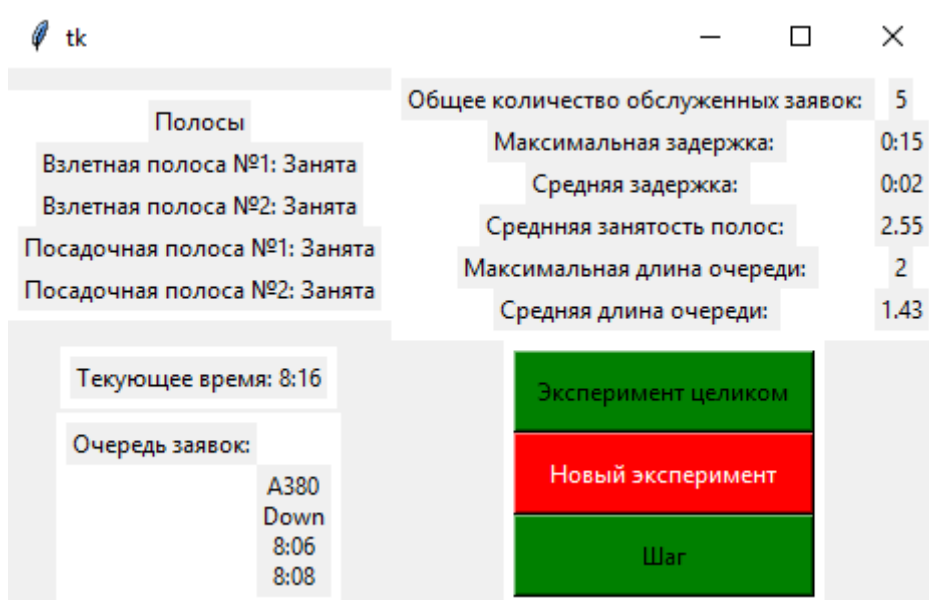


Параметры эксперимента	Значения
Число взлетных полос:	2
Число посадочных полос:	2
Диапазон разброса случайной величины:	0:00 0:10
Шаг моделирования:	0:10
Начало рабочего дня:	7:30

Начать эксперимент!

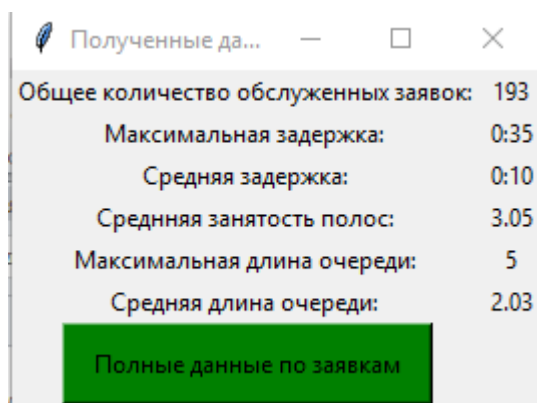
Пользователь вводит начальные параметры (Диапазон разброса случайной величины, шаг моделирования, начало рабочего дня вводятся в формате hh:mm), и нажимает кнопку «Начать эксперимент!»

После нажатия кнопки появляется окно:



Для прохождения всего эксперимента пользователь может нажать кнопку «Эксперимент целиком». Для сброса текущего эксперимента и начала нового, необходимо нажать на кнопку «Новый эксперимент». Кнопка шаг служит для прохождения эксперимента по шагам.

После завершения эксперимента появляется окно данных:



При нажатии на кнопку «Полные данные по заявкам», появляется окно завершившихся заявок.

Столбцы: имя самолета, взлет/посадка, время в расписании, время с учетом случайной задержки, время начала исполнения заявки, время окончания выполнения заявки.



Выполненные заявки:

Boeing747-8	Up	7:31	7:32	7:32	7:42	A380	Down	10:16	10:06	10:06	10:18	A320	Up	12:10	12:12	12:12	12:27
A320	Down	7:49	7:40	7:40	7:55	A300	Down	9:49	9:50	10:00	10:20	Boeing747	Down	12:07	12:03	12:15	12:27
TU-154	Down	7:47	7:39	7:39	7:56	Boeing747	Up	10:08	10:16	10:16	10:28	A320	Down	12:05	12:05	12:19	12:34
A380	Up	7:40	7:43	7:43	7:55	Boeing737	Up	10:10	10:16	10:16	10:31	Boeing737	Down	12:08	12:05	12:28	12:43
A380	Down	8:06	7:56	7:56	8:08	A380	Down	10:16	10:12	10:20	10:32	A380	Down	12:11	12:13	12:34	12:46
A300	Down	7:37	7:41	7:55	8:15	Boeing737	Down	10:00	10:07	10:18	10:33	A320	Up	12:29	12:33	12:33	12:48
Boeing737	Up	8:01	8:02	8:02	8:17	Boeing747-8	Down	10:19	10:14	10:32	10:42	TU-154	Down	12:21	12:13	12:43	13:00
Boeing747	Up	8:10	8:10	8:10	8:22	Boeing747	Down	10:28	10:22	10:33	10:45	TU-154	Up	12:36	12:46	12:46	13:03
TU-154	Down	8:00	8:00	8:08	8:25	TU-154	Up	10:30	10:40	10:40	10:57	A300	Down	12:06	12:15	12:46	13:06
Boeing747	Down	7:53	8:01	8:15	8:27	Boeing737	Up	10:34	10:42	10:42	10:57	A300	Up	12:41	12:49	12:49	13:09
A320	Up	8:11	8:16	8:17	8:32	A320	Down	10:44	10:37	10:42	10:57	Boeing747-8	Down	12:21	12:26	13:00	13:10
Boeing737	Up	8:15	8:19	8:22	8:37	A300	Down	10:33	10:39	10:45	11:05	A380	Up	12:55	12:55	13:03	13:15
TU-154	Down	8:25	8:25	8:25	8:42	Boeing747-8	Up	10:57	11:00	11:00	11:10	Boeing747	Down	12:33	12:42	13:06	13:18
Boeing737	Down	8:34	8:32	8:32	8:47	Boeing737	Up	10:42	10:50	10:57	11:12	Boeing747	Up	12:50	12:56	13:09	13:21
Boeing747-8	Down	8:38	8:38	8:42	8:52	Boeing737	Down	10:31	10:41	10:58	11:13	Boeing747	Down	13:09	13:05	13:10	13:22
Boeing747-8	Down	8:47	8:41	8:47	8:57	A320	Down	10:44	10:44	11:05	11:20	Boeing747	Down	13:06	13:12	13:18	13:30
A300	Up	8:31	8:38	8:38	8:58	Boeing737	Up	11:06	11:14	11:14	11:29	Boeing747-8	Up	13:03	13:12	13:21	13:31
A320	Up	8:39	8:45	8:45	9:00	A300	Up	11:03	11:03	11:10	11:30	TU-154	Up	13:06	13:08	13:15	13:32
A320	Down	8:56	8:53	8:53	9:08	A300	Down	10:44	10:48	11:13	11:33	Boeing737	Down	13:16	13:19	13:22	13:37
TU-154	Down	9:04	9:07	9:07	9:24	Boeing737	Down	10:52	11:00	11:20	11:35	Boeing747	Up	13:08	13:15	13:31	13:43
TU-154	Up	9:13	9:15	9:15	9:32	A320	Up	11:12	11:20	11:29	11:44	A300	Up	13:14	13:18	13:32	13:52
A380	Up	9:16	9:23	9:23	9:35	A320	Up	11:22	11:22	11:30	11:45	A320	Up	13:25	13:27	13:43	13:58
A380	Down	9:38	9:29	9:29	9:41	Boeing747	Down	11:31	11:24	11:33	11:45	Boeing747-8	Down	13:56	13:52	13:52	14:02
Boeing747	Down	9:27	9:32	9:32	9:44	Boeing747	Up	11:36	11:42	11:44	11:56	Boeing747-8	Down	13:48	13:54	13:54	14:04
A320	Up	9:19	9:25	9:32	9:47	Boeing737	Down	11:46	11:42	11:42	11:57	TU-154	Up	13:33	13:35	13:52	14:09
A380	Up	9:27	9:35	9:35	9:47	Boeing747	Down	11:55	11:52	11:52	12:04	Boeing737	Up	13:39	13:45	13:58	14:13
Boeing747	Down	9:53	9:48	9:48	10:00	A380	Up	11:55	12:00	12:00	12:12	A300	Down	14:00	14:00	14:02	14:22
A300	Down	9:36	9:37	9:41	10:01	Boeing737	Down	11:54	12:00	12:00	12:15	A300	Down	14:07	14:04	14:04	14:24
A300	Up	9:46	9:49	9:49	10:09	Boeing737	Down	12:10	12:01	12:04	12:19	A320	Up	13:44	13:47	14:09	14:24
A300	Up	9:53	9:55	9:55	10:15	A380	Up	12:05	12:08	12:08	12:20	A300	Up	14:06	14:12	14:13	14:33