

Планирование смен

Необходимо разработать программу, рассчитывающую расстановку рабочих смен персонала по заданной таблице потребности в персонале.

Дано:

1. Таблица потребности

Таблица показывает сколько работающего персонала требуется на объекте в определенный интервал времени.

Date	Time	Needed
01.01.2024	0:00	2
01.01.2024	1:00	2
01.01.2024	2:00	5
01.01.2024	3:00	8
01.01.2024	..	
01.01.2024	23:00	5
02.01.2024	00:00	2
02.01.2024	01:00	7
	..	
02.01.2024	23:00	5
03.01.2024	00:00	3
	...	

Таблица потребности может быть задана со следующими интервалами времени:

- 6 часов
- 4 часа
- 2 часа
- 1 час
- 30 минут
- 10 минут
- 5 минут

Максимальный размер таблицы в днях = 200 дней.

Т.е. максимальное количество записей = $200 * 24 * 60 / 5 = 57\,600$ записей.

2. Таблица возможных смен

В таблице перечислены возможные смены работы персонала, время начала и окончания, коэф. Стоимости. Overtime – дополнительные смены, которые могут назначаться в дополнение к основной смене.

id	Name	Symbol	Type	Time start	Time end	Break 1	Launch	Break 2	Price_k	Schedules	Extends
1	Night12	N	Reg	20:00	08:00	0:20	0:30	0:20	1,15	2/2 Night, Day/Night	
2	Day12	D	Reg	08:00	20:00	0:20	0:30	0:20	1	2/2 Day, Day/Night	
3	Day9_9	D9	Reg	09:00	18:00	0:15	0:30	0:15	1	8x5	
4	Day9_11	D11	Reg	11:00	20:00	0:15	0:30	0:15	1	8x5	

5	Over_Night12_Plus	+	Over	08:00	10:00	0:15	-	-	2		Night12
6	Over_Night12_Minus	-	Over	18:00	20:00	0:15	-	-	2		Night12
7	Over_Day12_Plus	+	Over	20:00	22:00	0:15	-	-	2,4		Day12
8	Over_Day12_Minus	-	Over	06:00	08:00	0:15	-	-	2,4		Day12
9	Over_Day9_9_Plus	+	Over	18:00	20:00	0:15	-	-	2		Day9_9
10	Over_Day9_9_Minus	-	Over	07:00	09:00	0:15	-	-	2,2		Day9_9
11	Over_Day9_11_Plus	+	Over	20:00	22:00	0:15	-	-	2,2		Day9_11
12	Over_Day9_11_Minus	-	Over	09:00	11:00	0:15	-	-	2		Day9_11

Примечания:

- Максимальное количество записей в данной таблице в рамках данного проекта = 20.
- Допускается не более 1 overtime для 1 смены. Overtime не может быть оторван от смены.
- В один день 1 сотруднику не могут быть назначены 2 смены. И 2 смены не могут идти подряд (дневная не может идти сразу за ночной).
- В колонке Price_K указывается коэффициент цены для данной смены.
- Перерывы могут начинаться не ранее, чем через заданный интервал времени после начала смены или окончания предыдущего перерыва; и не позднее, чем интервал до окончания смены :
 - Для регулярных смен: Break_Interval_Reg = 90 минут
 - Для overtime: Break_Interval_Over = 30 минут

3. Таблица возможных графиков

Id	Name	Cycle	Work	Rest	Shifts	Overtimes per shift	Add shifts per cycle	Price_k per add shift	Vacations per year	Soft priorities	Soft Penalty Per month
1	8x5	7	5	2	Day9_9, Day9_11	1	1	2	7,7,14	Выходные должны быть рядом	1000
2	2/2 Day	4	2	2	Day12	1	0,5	2	7,7,14	2 дня работа, 2 дня отдыха Выходные должны быть рядом	1000
3	2/2 Night	4	2	2	Night12	1	0,5	2	7,7,14	2 дня работа, 2 дня отдыха Выходные должны быть рядом	1000
4	Day/Night	4	2	2	Day12/Night12	1	0,5	2	7,7,14	2 дня работа, 2 дня отдыха Выходные должны быть рядом	1000
5											

Примечания:

- Максимальное количество записей в данной таблице в рамках данной работы = 10.
- Cycle – длина цикла планирования. Для 8x5 – длина = 7 дней, из которых 5 – рабочие, потом повторяется.
- Add shift per cycle означает, что сотрудник может выйти в дополнительную смену. Для графика 8x5 – означает выход в «субботу» (или другой возможный выходной). Для графика 2/2 Day – запись 0,5 означает, что сотрудника можно вывести в доп усмену 1 раз за 2 цикла (8 дней).
- Soft priorities – дополнительные пожелания сотрудников. Может не соблюдаться, но при этом в стоимости необходимо учитывать penalties.
- Дополнительно. Предусмотреть возможность планирования отпусков. Отпуска планировать, начиная с самого длинного.

4. Таблица должностей

Skill	Type	Price for hire	Price per hour	Start Number	Limit
Check-in	Inhouse	10 000	100	10	20
Check-in	Outsource	0	300	0	1000

5. Дополнительные параметры

- а. Потребность должна планироваться с учетом коэффициента не выхода (КНеВ) = 0,15. Т.е. значение Needed в таблице потребности должно быть умножено на величину (1+0,15).

Задача:

1. Рассчитать расстановку смен и графиков персонала таким образом, чтобы количество одновременно работающего персонала (с учетом перерывов) было не меньше, чем указанное в таблице потребностей. Заполнить таблицу смен.
2. Сумма стоимости всех смен за заданный период, стоимость привлечения сотрудника и стоимость штрафа за нарушение soft priorities должна быть минимизирована. Т.е. компания при такой расстановке должна тратить минимальное количество денег.

Выходные данные:

1. Таблица со списком смен сотрудников

Employee	Date	Shift	AddShift	Break 1	Launch	Break 2	Overtime	Over_Break	Shift start	Shift end	Price
1	01.01.2024	Day12	N	11:00	13:00	15:00	Over_Day12_Plus	21:00	08:00	22:00	1100
1	02.02.2024	Night12	N	22:00	0:00	04:00	Over_Night12_Minus	19:00	18:00	08:00	1250
1	05.01.2024	Day12	N	11:00	13:00	15:00			08:00	20:00	1000

2	01.01.2024	Day12	Y	11:00	13:00	15:00	Over_Day12_Minus	07:00	06:00	20:00	2240
...											
...											

Стоимость 1 смены рассчитывается, как

<Стоимость 1 часа сотрудника (Price per hour)> * <Коэф. За доп. Смену (Price_K per AddShift, в случае доп. Смены)> * <Коэф. Стоимости смены (Price_K)>.

2. Сводная таблица расписания сотрудников

Empl oyee	Type	Sched ule	Lo ad	Pri ce	Pri ce for hir e	Soft pen alty	01.01. 2024	02.01. 2024	03.01. 2024	04.01. 2024	05.01. 2024	06.01. 2024	07.01. 2024	08.01. 2024	...	30.06. 2024
1	Inhou se	Day/ Night					D+	N-	-	-	D	N	-	-		
2	Inhou se	2/2 Day					D-	D	-	-	D	N	-	-		
3	Inhou se	8x5					D9	D9	D11	D9	D9	-	-	D9		
4	Outso urce															
5																
6																

Примечание:

- Смена записывается на тот день, когда она начинается.
- Load считается как отношение фактического рабочего времени к нормальному значению регулярного рабочего времени за заданный период.
 - Т.е., например, для полусуточных смен цикл составляет 24ч (12+12) за 4 суток. Т.е. за месяц будет $30/4*24 = 180$ ч. Если человеку все смены назначаются с overtime'ами по 2ч, т.е. фактическая загрузка будет $30/4*28 = 210$ ч. Load будет равен $210/180 = 1,17$.
 - Для ежедневников, нормальное регулярное время составляет 40ч / неделю, за месяц = $30/7*40 = 171,42$ ч. При наличии overtime'ов = $30/7*50 = 214,29$ ч. Load = $214,29/171,42 = 1,25$.
- Price считается как сумма стоимости всех смен за период
- Дополнительно. При планировании отпусков, ставить отметку V (Vacation)

3. Таблица покрытия потребности

Date	Time	Needed	OnWork	Regular	AddShift	Overtimes	Breaks	Price
01.01.2024	0:00	2	2,83	2,83			0,17	
01.01.2024	1:00	2	2,67	2,67			0,33	
01.01.2024	2:00	5						
01.01.2024	3:00	8						
01.01.2024	..							
01.01.2024	23:00	5						
02.01.2024	00:00	2						
02.01.2024	01:00	7						
	..							
02.01.2024	23:00	5						
03.01.2024	00:00	3						
	...							

Примечание:

1. OnWork = Regular + Overtimes + AddShift – Breaks

2. Если время работы или отдыха только частично закрывает период, то должна высчитываться доля. Например: 01.01.2024 сотрудник уходит на обед в 0:50, возвращается к работе в 1:20. В этом случае, на интервал времени 0:00 – 01:00, записывается работа = 50 минут из 60 = 0,83; на интервал с 01:00 до 02:00 записывается работ 40 минут из 60 = 0,67
3. Таблица покрытия потребности должна быть рассчитана несколько раз с каждым из следующих интервалов времени: 5 минут, 10 минут, 30 минут, 1 час, 2 часа, 4 часа, 6 часов, 12 часов, 24 часа.

4. Сводная таблица

Month	Staff type	Count	Price Total	Price per hire	Price per work	Soft penalty	Number of Regular shifts	Number of Overtimes	Number of Add shifts
Total	Total	21	1 000 000	100 000	870 000	30 000			
	Inhouse	20	930 000	100 000	800 000	30 000			
	Outsource	1	70 000	0	70 000				
01.2024	Total								
	Inhouse								
	Outsource								
02.2024	Total								
	Inhouse								
	Outsource								

Технические требования.

Общие требования.

1. Тип программы – консольное приложение.
2. Программа должна быть разработана на языке Python 3.x или MiniZinc.
3. Программа должна исполняться на x86 архитектуре.
4. Возможность работы на ARM архитектуре должна обсуждаться отдельно.
5. Операционная система для запуска – Ubuntu 22.04.
6. Приложение также должно быть собрано в Docker контейнер, готовый к запуску.
7. Допускается использовать готовые библиотеки решателей, такие как OR-Tools, Gecode, и др. Обязательно требование – используемые решатели должны быть OpenSource и иметь свободное распространение.
8. Программа должна быть предоставлена в исходном коде. Должна быть предоставлена инструкция по сборке и развертыванию. Все необходимые зависимости должны быть указаны в файле requirements, и должны устанавливаться автоматически.

9. Все используемые внешние компоненты должны быть свободно-распространяемые OpenSource.

Входные данные:

10. Входные данные передаются в виде CSV файлов, в виде HTTP ссылок на S3 хранилище.
11. В целях отладки – предусмотреть возможность задания входных таблиц в виде Excel файла, где каждая таблица представлена отдельным листом.
12. Входные параметры должны быть заданы в текстовом файле config.cfg, также размещаемом в S3 хранилище.
13. Объем входных данных:
 - a. Таблица потребности – до 200 дней, с временными интервалами 5 минут
Т.е. максимальный размер таблицы – до 57 600 записей (200x24x60/5).
 - b. Таблица возможных смен – до 20 записей.
 - c. Таблица возможных графиков – до 10 записей.

Выходные данные:

14. Выходные данные должны быть сформированы в виде CSV файлов, размещенных в папке output.
15. В целях отладки – дополнительно сформировать Excel файл, где каждая выходная таблица представлена отдельным листом.
16. Код возврата. В случае, если найдено оптимальное решение, программа должна возвращать код ошибки = 0. Если найдено не оптимальное решение, код возврата = 1. Если решения не найдено, код возврата = 2. В случае ошибок – стандартные коды возврата.
17. Программа должна вести лог своей работы.

Требования по производительности:

18. Вычислительный ресурс для тестов – виртуальная инфраструктура (Hetzner, Amazon Lambda или Fargate) – 4 CPU до 10Гб памяти. На максимальном объеме входных данных, длительность расчета должна быть не более 15 минут.