

# Компьютерное моделирование

## Моделирование производственных процессов.

### Черновик

Кафедра ИВТ и ПМ

2018

# План

Симплекс-метод

AnyLogic

# Outline

Симплекс-метод

AnyLogic

- ▶ Для откорма животных на ферме в их еженедельный рацион необходимо включать не менее 33 ед. питательного вещества А, 23 ед. питательного вещества В и 12 ед. питательного вещества С.
- ▶ Разные корма содержат разное количество питательных веществ
- ▶ Используется 3 вида кормов
- ▶ Содержание питательных веществ и стоимость одной весовой единицы каждого из кормов известны
- ▶ Составить наиболее дешёвый рацион, при котором каждое животное получало бы необходимые количества питательных веществ А, В, С.

Таблица с ценами за корм и содержанием питательных веществ

	A	B	C	Стоимость 1 ед.
В 1 ед. корма 1	4 ед.	3 ед.	1 ед.	20 руб.
В 1 ед. корма 2	3 ед.	2 ед.	1 ед.	20 руб
В 1 ед. корма 3	2 ед.	1 ед.	2 ед.	10 руб

Таблица с ценами за корм и содержанием питательных веществ

	A	B	C	Стоимость 1 ед.
В 1 ед. корма 1	4 ед.	3 ед.	1 ед.	20 руб.
В 1 ед. корма 2	3 ед.	2 ед.	1 ед.	20 руб
В 1 ед. корма 3	2 ед.	1 ед.	2 ед.	10 руб

Как формализовать задачу?

- ▶  $q_1$ ,  $q_2$  и  $q_3$  - количество закупаемых кормов 1, 2 и 3 соответственно. Это искомые переменные
- ▶  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  - стоимость кормов 1, 2 и 3 соответственно.
- ▶ Цена закупаемого корма должна быть минимальна:

$$q_1 P_1 + q_2 P_2 + q_3 P_3 \rightarrow \min$$

$$q_1 P_1 + q_2 P_2 + q_3 P_3 \rightarrow \min$$

Как учесть ограничения на количество питательных веществ?

$$q_1 P_1 + q_2 P_2 + q_3 P_3 \rightarrow \min$$

Как учесть ограничения на количество питательных веществ?

$$4q_1 + 3q_2 + 2q_3 \geq 33$$

$$3q_1 + 2q_2 + q_3 \geq 23$$

$$q_1 + q_2 + 2q_3 \geq 12$$

Таким образом нужно минимизировать значение линейной функции, при заданных линейных ограничениях для переменных.



# Симплекс-метод

**Симплекс-метод** — алгоритм решения оптимизационной задачи линейного программирования путём перебора вершин выпуклого многогранника в многомерном пространстве.

Задача линейного программирования<sup>1</sup> состоит в том, что необходимо максимизировать или минимизировать некоторый линейный функционал на многомерном пространстве при заданных линейных ограничениях.

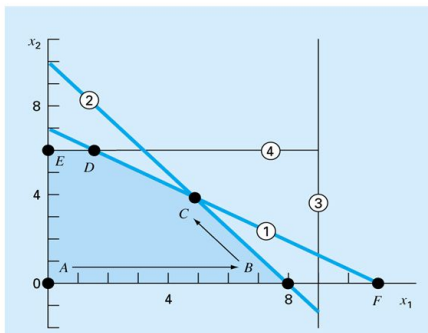
---

<sup>1</sup>Линейное программирование — математическая дисциплина, посвящённая теории и методам решения экстремальных задач на множествах  $n$ -мерного векторного пространства, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств

# Симплекс-метод

- ▶ Ограничения заданные неравенствами формируют выпуклый многоугольник
- ▶ Размерность пространства совпадает с числом искомых параметров
- ▶ Задача оптимизации - найти точку внутри многоугольника, для которой значение целевой функции будет оптимальным (минимальным или максимальным)

# Симплекс-метод



## Basic idea behind the Simplex method

1. Starting at a feasible corner point solution.
2. Repeatedly move to a better adjacent corner point feasible solution until an optimum point is found.

14

Оптимизация для двух параметров.

# Симплекс-метод

## Решение в python

```
# первый параметр - набор коэффициентов в функции, которую нужно минимизировать  
# A_ub - коэффициенты для неравенств вида Ax <= b  
# b_ub - правая часть неравенств  
# здесь A_ub и b_ub взяты со знаком минус, ибо неравенства в задаче  
# имеют обратный знак
```

```
r = linprog([20, 20, 10],  
            A_ub = [[-4, -3, -2],  
                    [-3, -2, -1],  
                    [-1, -1, -2]],  
            b_ub = [-33, -23, -12])  
print(r)
```

```
fun: 165.0  
message: 'Optimization terminated successfully.'  
nit: 3  
slack: array([0. , 0.5, 0. ])  
status: 0  
success: True  
x: array([7. , 0. , 2.5])
```

# Симплекс-метод

## Другие задачи

Помимо описанной формулировки задачи часто встречается следующая:

- ▶ Выпускаются  $N$  видов продукции
- ▶ Каждый из видов продукции имеют цену  $p_1, p_2, \dots, p_n$
- ▶ Для производства каждого продукта используются некоторое количество сырья  $R_1, R_2, \dots, R_n$
- ▶ Требуется максимизировать прибыль

$$q_1 p_1 + q_2 p_2 + \dots + q_n p_n \rightarrow \max$$

- ▶ Если возможности по хранению (поставкам) сырья ограничены:

$$Aq \geq b$$

или

$$Aq \leq b$$

$A$  матрица,  $b$  - столбец задающие ограничения.

# Симплекс-метод

## Задача

- ▶ Автобаза обслуживает 3 овощных магазина,
- ▶ причём товар доставляется в магазин из 2 плодоовощных баз.
- ▶ Ежедневно вывозится с первой базы 12 т товара, со второй – 15 т.
- ▶ При этом завозится в первый магазин 8 т, во второй – 9 т, в третий – 10 т. Стоимость перевозки 1 т товара (в рублях) приведена в таблице.

БАЗА	МАГАЗИНЫ		
	1	2	3
Первая	0,80	1,10	0,90
Вторая	1,00	0,70	1,20

- ▶ Нужно спланировать перевозки так, чтобы их общая стоимость была минимальной.

# Outline

Симплекс-метод

AnyLogic

## AnyLogic - ПО для имитационного моделирования<sup>2</sup>

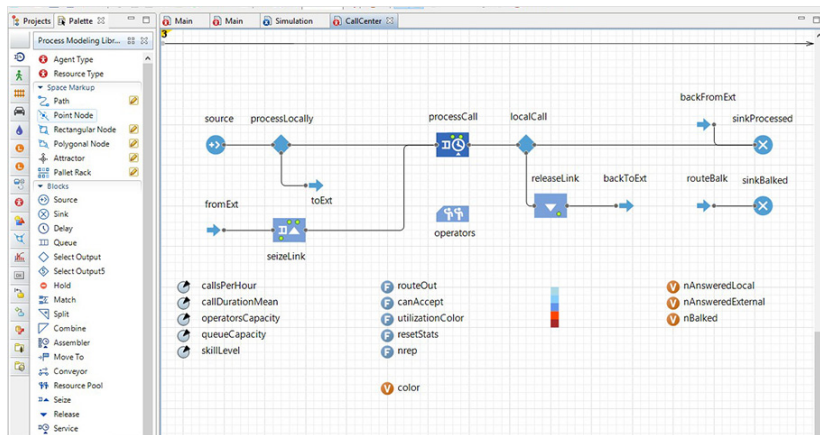
- ▶ Создание моделей для бизнеса и в исследовательских целях
- ▶ Моделирование для широкого круга задач: логистика, транспортные потоки, производство, обслуживание заявок, ....
- ▶ Интеграция с GIS (например OpenStreet Map)
- ▶ Использование файловых БД (в том числе Excel) и СУБД (например MySQL)

[anylogic.ru](http://anylogic.ru)

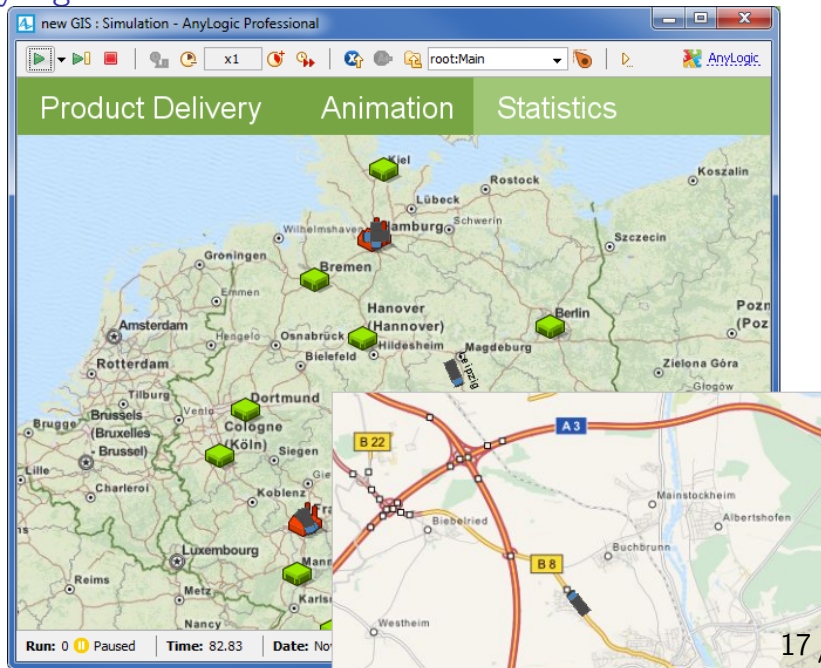
---

<sup>2</sup>метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, в которой процессы проходят так, как они проходили бы в действительности). Такие модели можно противопоставить аналитическим моделям









- ▶ Модель представляется графически - с помощью компонентов и отношений между ними
- ▶ Примеры компонентов, из которых строится модель: пешеход, конвейер, задержка, очередь, ...
- ▶ Каждый компонент - агент
- ▶ Компонент или логика модели может быть описана на Java
- ▶ Модель транслируется в Java и может быть запущена отдельно
- ▶ Модель можно анимировать, в том числе с использованием готовых 3D моделей

## Примерный алгоритм построение и использования модели

- ▶ Создание схемы описывающей работу модели; задание свойств элементов и их отношений
- ▶ Такие схемы имеют простое графическое представление (см. слайд 15)  
следующие действия выполняются в зависимости от типа модели
- ▶ Разметка пространства, соединение их с элементами схемы
- ▶ Графическое представление модели с помощью 2D или 3D анимации
- ▶ Создание информационной модели
- ▶ Проверка модели. Анализ результатов моделирования

Создание модели с помощью AnyLogic  
<https://help.anylogic.ru/nav/1>

## Другие средства имитационного моделированию

- ▶ GPSS
- ▶ Plant Simulation
- ▶ NetLogo

- ▶ AnyLogic за 3 дня: практическое пособие по имитационному моделированию Автор: Илья Григорьев  
[anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/](http://anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/)
- ▶ [help.anylogic.ru/index.jsp](http://help.anylogic.ru/index.jsp) - документация



Материалы курса

[github.com/ivtipm/computer-simulation](https://github.com/ivtipm/computer-simulation)