

EVA – Анализ рисков

Пример "Оценка сроков изготовления изделия"

В рассматриваемом примере мы будем использовать следующие исходные данные. Компания использует четыре цеха для изготовления различных блоков изделия и сборочное производство. Изделие состоит из блоков, производство каждого которых требует выполнения взаимосвязанного набора операций, требующих определенных трудовых и материальных ресурсов.

В этой модели, которая рассчитывает общую длительность изготовления изделия, «EVA – Анализ рисков» можно использовать для поиска так называемых «узких мест» процесса изготовления, т.е. показателей, которые имеют наибольшее влияние на общую длительность изготовления изделия, сценарии пессимистичного и оптимистичного изготовления, риски получения (и неполучения) изделия в определенные сроки. Вы можете изменять каждый из входных параметров вручную и увидеть их влияние в общем автоматическом анализе по всем обнаруженным программой входным параметрам.

Проведенный анализ возможных вариантов этой модели показывает следующее:

- 1) обеспечение квалификации сотрудников в цехе 4 — самый важный параметр, влияющий на общую длительность изготовления изделия. Второй и третий наиважнейшие показатели - длительность работ сборочного цеха и операция сверления детали 3 в цехе 4.
- 2) применяя EVA, можно быстро убедиться, что реальная продолжительность изготовления изделия варьируется при оптимистичном и пессимистичном сценарии от 70 до 79 дней, а детерминированная продолжительность по плану 73 дня на самом деле достигается с вероятностью только 45,7%.
- 3) метод Монте-Карло показывает, что с вероятностью более 95% изделие будет закончено в срок 79 дней и с вероятностью менее 5% в срок 68 дней. При этом показатели продолжительности изготовления конкретной детали могут варьироваться в случае учета исторической продолжительности работ посредством подбора параметров по ним и изменения функции распределения (в примере длительность токарной операции в двух расчетах EVA_MK и EVA_MK_2 подчиняется нормальному и равномерному распределению, соответственно). Это внесет изменения и в конечный результат изготовления изделия.

Модель производства

Исходные данные

Цеха	№1	№2	№3	№4	Сборочный
Задержка начала работ, дн.	5	12	10	25	5
Длительность изготовления, дн.	16	19	22	28	15
Длительность	21	31	32	53	20

Общая длительность

Цех 1. Изготовление блока 1

Номер операции	Наименование	Длительность, дн.
1	Деталь 1, токарная операция	2,00
2	Деталь 1, фрезерная операция	1,00
3	Деталь 1, сверлильная операция	1,00
4	Деталь 1, расточная операция	0,50
5	Деталь 1, шлифование	3,00
6	Деталь 1, приемка	1,00
7	Деталь 2, литье	1,00
8	Деталь 2, ковка	1,00
9	Деталь 2, шлифование	2,00
10	Деталь 2, приемка	1,00
11	Блок 1, сборка	1,00
12	Блок 1, испытание и приемка	1,00
	Итого	16

Цех 2. Изготовление блока 2

Инвестиции в сотрудников 1,10

Номер операции	Наименование	Образцовая длительность, дн.	Фактическая длительность, дн.
1	Деталь 3, токарная операция	3,00	2,73
2	Деталь 3, фрезерная операция	1,00	0,91
3	Деталь 3, сверлильная операция	4,00	3,64
4	Деталь 3, расточная операция	0,60	0,55
5	Деталь 3, шлифование	2,10	1,91
6	Деталь 3, приемка	1,00	0,91
7	Деталь 4, литье	2,00	1,82
8	Деталь 4, ковка	1,50	1,36
9	Деталь 4, шлифование	0,50	0,45
10	Деталь 4, приемка	1,00	0,91
11	Блок 2, сборка	2,00	1,82
12	Блок 2, испытание и приемка	2,00	1,82
	Итого	21	19

Цех 3. Изготовление блока 3

Перекуры

1,08

Номер операции	Наименование	Образцовая длительность, дн.	Фактическая длительность, дн.
1	Деталь 3, токарная операция	3,00	3,25
2	Деталь 3, фрезерная операция	1,00	1,08
3	Деталь 3, сверлильная операция	4,00	4,33
4	Деталь 3, расточная операция	0,60	0,65
5	Деталь 3, шлифование	2,10	2,28
6	Деталь 3, приемка	1,00	1,08
7	Деталь 4, литье	2,00	2,17
8	Деталь 4, ковка	1,50	1,63
9	Деталь 4, шлифование	0,50	0,54
10	Деталь 4, приемка	1,00	1,08
11	Блок 2, сборка	2,00	2,17
12	Блок 2, испытание и приемка	2,00	2,17
	Итого	21	22

Цех 4. Изготовление блока 4

Особая важность

2,00

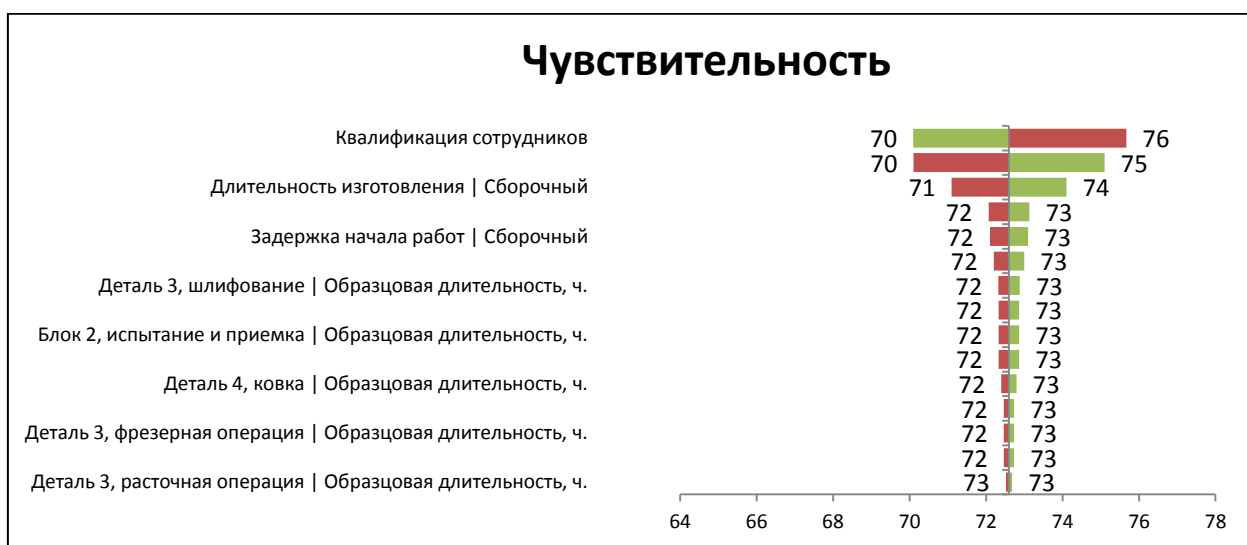
Квалификация сотрудников

1,50

Номер операции	Наименование	Образцовая длительность, дн.	Фактическая длительность, дн.
1	Деталь 3, токарная операция	3,00	4,00
2	Деталь 3, фрезерная операция	1,00	1,33
3	Деталь 3, сверлильная операция	4,00	5,33
4	Деталь 3, расточная операция	0,60	0,80
5	Деталь 3, шлифование	2,10	2,80
6	Деталь 3, приемка	1,00	1,33
7	Деталь 4, литье	2,00	2,67
8	Деталь 4, ковка	1,50	2,00
9	Деталь 4, шлифование	0,50	0,67
10	Деталь 4, приемка	1,00	1,33
11	Блок 2, сборка	2,00	2,67
12	Блок 2, испытание и приемка	2,00	2,67
	Итого	21	28

В модели производства изделия предполагается, что в некоторых цехах действуют дополнительные факторы, учет и влияние на которые можно использовать для изменения длительности изготовления (в примере это поощрения или учеба для сотрудников цеха 2, курящий коллектив цеха 3, особая важность изготовления блока 4 и высокая квалификация сотрудников цеха 4).

Анализ чувствительности



Сводный анализ возможных вариантов итоговых значений

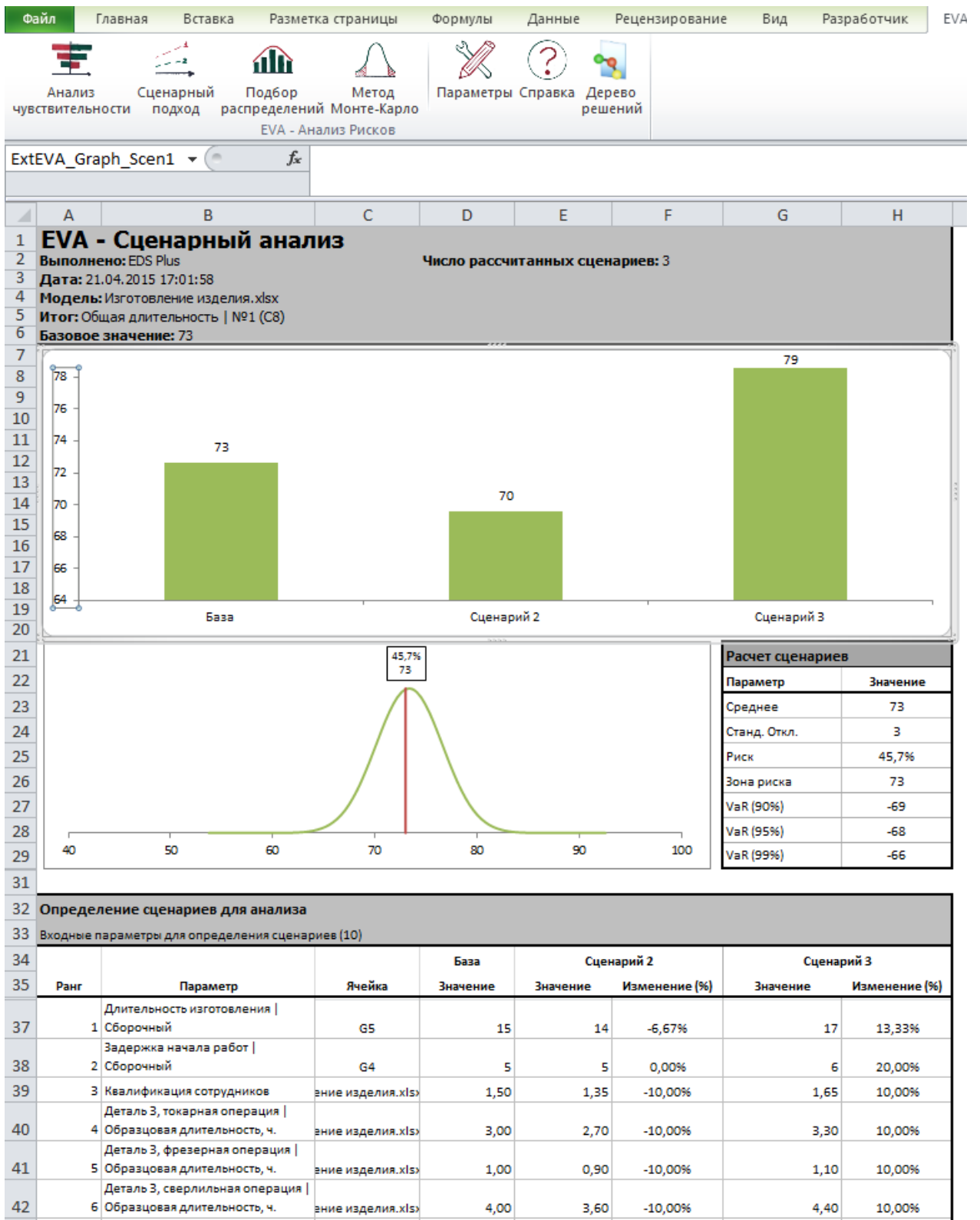
Входные параметры, наиболее влияющие на итоговое значение (10)

Ранг	Имя входного параметра	Ячейка	Минимум		Параметр Значение	Максимум		Параметр Значение	Базовое значение		Чувствительность
			Итог Значение	Изменение (%)		Итог Значение	Изменение (%)		Параметр	Итог	
1	Квалификация сотрудников	[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C4	80	9,50%	1,20	68	-6,34%	1,80	1,50	73	12
2	Задержка начала работ №4	F4	68	-6,89%	20	78	6,89%	30	25	73	10
3	Длительность изготовления	G5	70	-4,13%	12	76	4,13%	18	15	73	6

	Сборочный									
4	Деталь 3, сверлильная операция Образцовая длительность, ч. [Изготовление изделия.xlsx]Цех 4'!C9	72	-1,47%	3,20	74	1,47%	4,80	4,00	73	2
5	Задержка начала работ Сборочный G4	72	-1,38%	4	74	1,38%	6	5	73	2
6	Деталь 3, токарная операция Образцовая длительность, ч. [Изготовление изделия.xlsx]Цех 4'!C7	72	-1,10%	2,40	73	1,10%	3,60	3,00	73	2
7	Деталь 3, шлифование Образцовая длительность, ч. [Изготовление изделия.xlsx]Цех 4'!C11	72	-0,77%	1,68	73	0,77%	2,52	2,10	73	1
8	Блок 2, сборка Образцовая длительность, ч. [Изготовление изделия.xlsx]Цех 4'!C17	72	-0,73%	1,60	73	0,73%	2,40	2,00	73	1
9	Блок 2, испытание и приемка Образцовая длительность, ч. [Изготовление изделия.xlsx]Цех 4'!C18	72	-0,73%	1,60	73	0,73%	2,40	2,00	73	1
10	Деталь 4, литье Образцовая длительность, ч. [Изготовление изделия.xlsx]Цех 4'!C13	72	-0,73%	1,60	73	0,73%	2,40	2,00	73	1

Анализ чувствительности позволяет автоматически выделить наиболее значимые факторы, влияющие на длительность изготовления изделия. Обеспечение квалификации сотрудников в цехе 4 — самый важный параметр, влияющий на общую длительность изготовления изделия. Второй и третий наиважнейшие показатели - длительность работ сборочного цеха и операция сверления детали 3 в цехе 4.

Сценарный подход



Сценарный подход дает информацию о возможных вариантах и общей оценке риска изготовления изделия за определенный срок. автоматически выделить наиболее значимые факторы, влияющие на длительность изготовления изделия. Применяя EVA, можно быстро убедиться, что реальная продолжительность изготовления изделия варьируется при оптимистичном и пессимистичном сценарии от 70 до 79 дней, а детерминированная продолжительность по плану 73 дня на самом деле достигается с вероятностью только 45,7%.

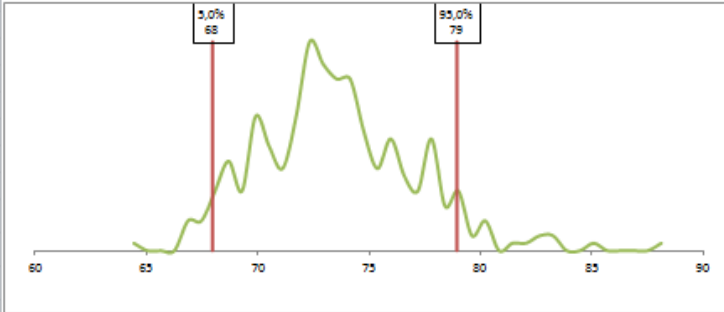
Метод Монте-Карло анализа рисков

Исходные параметры				
Адрес	Имя	Распределение	Параметры	Значение
G5	Длительность изготовления Сборочный	Нормальное	$\mu=15; \sigma=1,5; (-\infty; +\infty)$	15
G4	Задержка начала работ Сборочный	Нормальное	$\mu=5; \sigma=0,5; (-\infty; +\infty)$	5
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C4	Квалификация сотрудников	Нормальное	$\mu=1,5; \sigma=0,15; (-\infty; +\infty)$	1,50
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C7	Деталь 3, токарная операция Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=3; \sigma=0,3; (-\infty; +\infty)$	3,00
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C8	Деталь 3, фрезерная операция Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=1; \sigma=0,1; (-\infty; +\infty)$	1,00
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C9	Деталь 3, сверлильная операция Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=4; \sigma=0,4; (-\infty; +\infty)$	4,00
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C10	Деталь 3, расточная операция Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=0,6; \sigma=0,06; (-\infty; +\infty)$	0,60
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C11	Деталь 3, шлифование Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=2,1; \sigma=0,21; (-\infty; +\infty)$	2,10
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C12	Деталь 3, приемка Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=1; \sigma=0,1; (-\infty; +\infty)$	1,00
[Изготовление изделия.xlsx]Цех 4!C13	Деталь 4, литье Образцовая длительность, ч.	Нормальное	$\mu=2; \sigma=0,2; (-\infty; +\infty)$	2,00

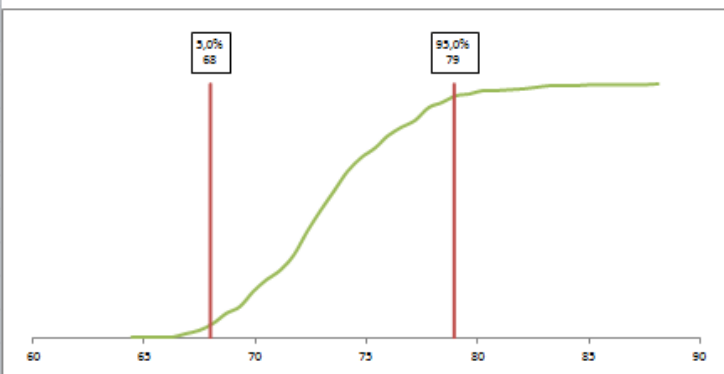
Метод Монте-Карло анализа рисков позволяет в автоматическом режиме оценить риски затягивания сроков изготовления изделия на основе минимального набора данных.

Метод показывает, что с вероятностью более 95% изделие будет закончено в срок 79 дней и с вероятностью менее 5% в срок 68 дней. При этом показатели продолжительности изготовления конкретной детали могут варьироваться в случае учета исторической продолжительности работ посредством подбора параметров по ним и изменения функции распределения (в примере длительность токарной операции в двух расчетах EVA_MK и EVA_MK_2 подчиняется нормальному и равномерному распределению, соответственно). Это внесет изменения и в конечный результат изготовления изделия.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	EVA - Монте-Карло							
2	Выполнено: EDS Plus			Число итераций: 300 (брак 0)				
3	Дата: 21.04.2015 17:05:14			Число входных параметров: 10				
4	Модель: Изготовление изделия.xlsx			Генератор случайных чисел: субтрактивный алгоритм Кнута				
5	Итог: Общая длительность №1 (C8)			Длительность моделирования: 5,8 с				
6	Базовое значение: 73							



Сводные статистики			
Минимум	64	Левая X	68
Максимум	89	Левая P	5,0%
Среднее	73	Правая X	79
Станд. Откл	4	Правая P	95,0%
Медиана	73	Дифф X	11
Мода	72	Дифф P	90,0%



Проценти			
5%	68	50%	73
10%	69	55%	73
15%	69	60%	74
20%	70	65%	74
25%	71	70%	74
30%	72	75%	75
35%	72	80%	76
40%	72	85%	77
45%	73	90%	78
50%	73	95%	79



Влияние параметров		
Имя	Нижняя	Верхняя
Квалификация сотрудников	83	66
Длительность изготовления	68	78
Деталь 3, сверлильная опер	71	74
Задержка начала работ Сб	71	74
Деталь 3, токарная операци	72	74
Деталь 3, шлифование Обр	72	73
Деталь 4, литье Образцова	72	73
Деталь 3, приемка Образц	72	73
Деталь 3, фрезерная операц	72	73
Деталь 3, расточная операц	72	73