

Методы проектирования организации сложных комплексов работ на основе матричных моделей с применением программы MS Project

Наибольшее использование в строительстве получили следующие методы расчета календарных графиков с использованием матриц:

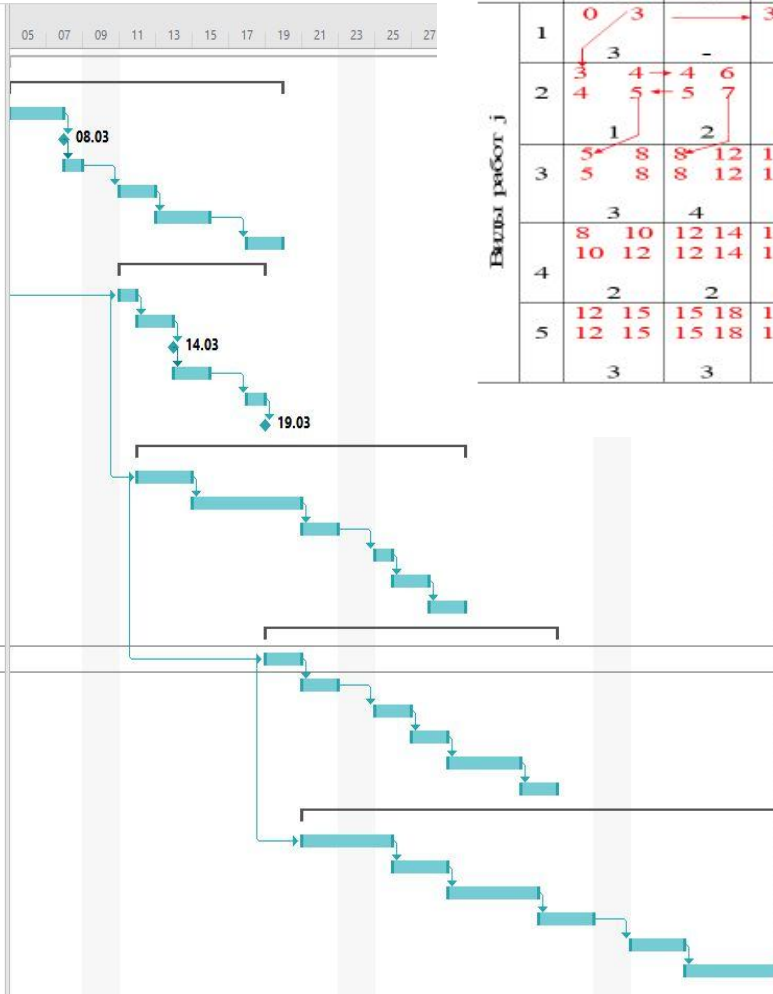
- метод критического пути (МКП);
- метод непрерывного использования ресурсов (МНИР);
- метод непрерывного освоения фронтов работ (МНОФ).

Каждый из этих методов может предусматривать разные варианты совмещения работ на общем фронте (положительное и отрицательное растяжение связей между работами). Частный случай исключает совмещение работ (например, на одной захватке).

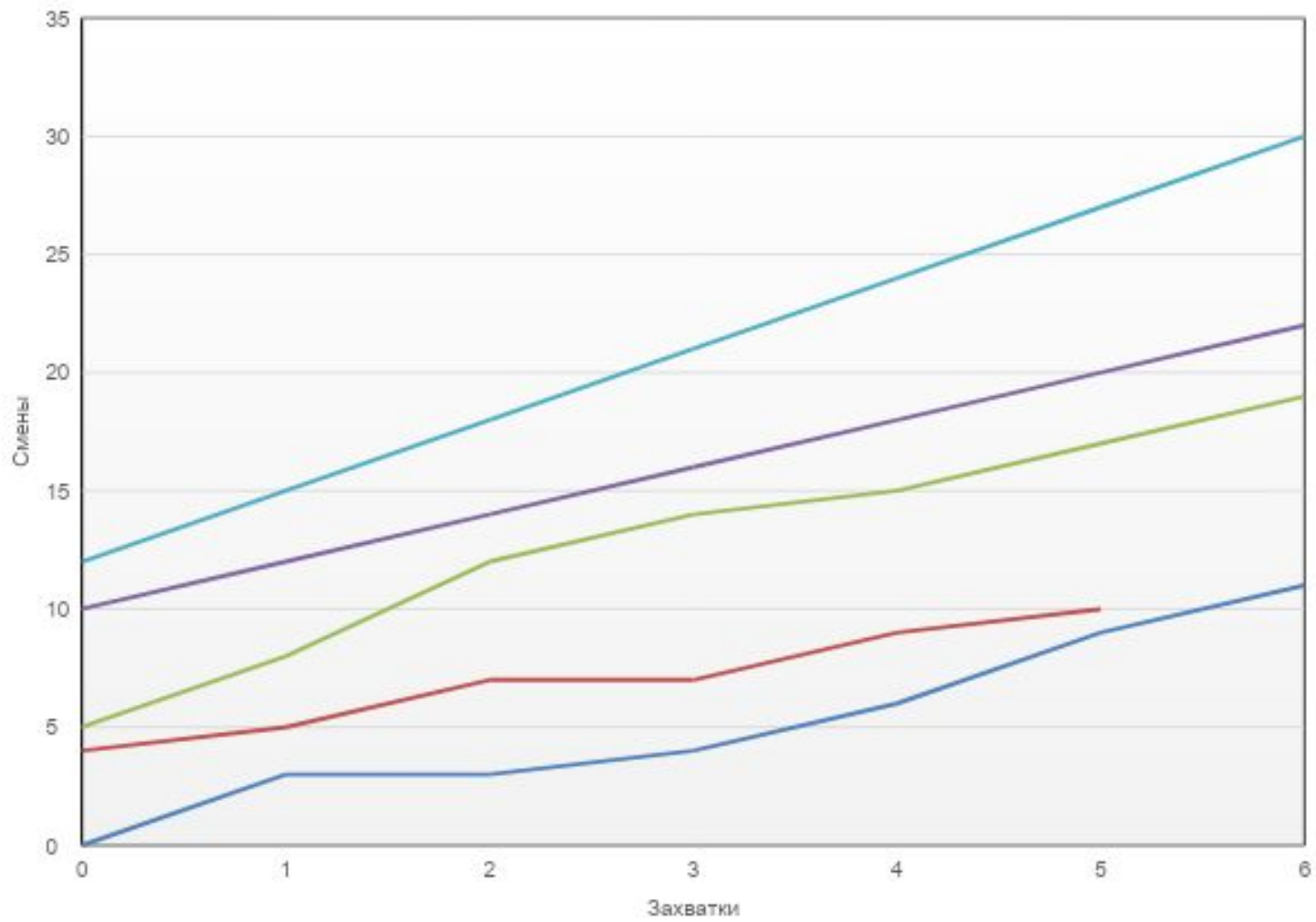
Пример расчёта матрицы методом непрерывного использования ресурсов без совмещения работ на общем фронте (по захваткам)

Представление графика в MS Project

	Режим задачи	Название задачи	Длительность	Начало	Окончание	Предшественн
0		Проект1	30 дней	Вт 05.03.19	Пн 15.04.19	
1		1	11 дней	Вт 05.03.19	Вт 19.03.19	
2		1.1	3 дней	Вт 05.03.19	Чт 07.03.19	
3		1.2	0 дней	Пт 08.03.19	Пт 08.03.19	2
4		1.3	1 день	Пт 08.03.19	Пт 08.03.19	3
5		1.4	2 дня	Пн 11.03.19	Вт 12.03.19	4
6		1.5	3 дня	Ср 13.03.19	Пт 15.03.19	5
7		1.6	2 дня	Пн 18.03.19	Вт 19.03.19	6
8		2	6 дней	Пн 11.03.19	Вт 19.03.19	
9		2.1	1 день	Пн 11.03.19	Пн 11.03.19	2НН+4 дня
10		2.2	2 дня	Вт 12.03.19	Ср 13.03.19	9
11		2.3	0 дней	Чт 14.03.19	Чт 14.03.19	10
12		2.4	2 дня	Чт 14.03.19	Пт 15.03.19	11
13		2.5	1 день	Пн 18.03.19	Пн 18.03.19	12
14		2.6	0 дней	Вт 19.03.19	Вт 19.03.19	13
15		3	14 дней	Вт 12.03.19	Пт 29.03.19	
16		3.1	3 дня	Вт 12.03.19	Чт 14.03.19	9НН+1 день
17		3.2	4 дня	Пт 15.03.19	Ср 20.03.19	16
18		3.3	2 дня	Чт 21.03.19	Пт 22.03.19	17
19		3.4	1 день	Пн 25.03.19	Пн 25.03.19	18
20		3.5	2 дня	Вт 26.03.19	Ср 27.03.19	19
21		3.6	2 дня	Чт 28.03.19	Пт 29.03.19	20
22		4	12 дней	Вт 19.03.19	Ср 03.04.19	
23		4.1	2 дня	Вт 19.03.19	Ср 20.03.19	16НН+5 дней
24		4.2	2 дня	Чт 21.03.19	Пт 22.03.19	23
25		4.3	2 дня	Пн 25.03.19	Вт 26.03.19	24
26		4.4	2 дня	Ср 27.03.19	Чт 28.03.19	25
27		4.5	2 дня	Пт 29.03.19	Пн 01.04.19	26
28		4.6	2 дня	Вт 02.04.19	Ср 03.04.19	27
29		5	18 дней	Чт 21.03.19	Пн 15.04.19	
30		5.1	3 дня	Чт 21.03.19	Пн 25.03.19	23НН+2 дня
31		5.2	3 дня	Вт 26.03.19	Чт 28.03.19	30
32		5.3	3 дня	Пт 29.03.19	Вт 02.04.19	31
33		5.4	3 дня	Ср 03.04.19	Пт 05.04.19	32
34		5.5	3 дня	Пн 08.04.19	Ср 10.04.19	33
35		5.6	3 дня	Чт 11.04.19	Пн 15.04.19	34



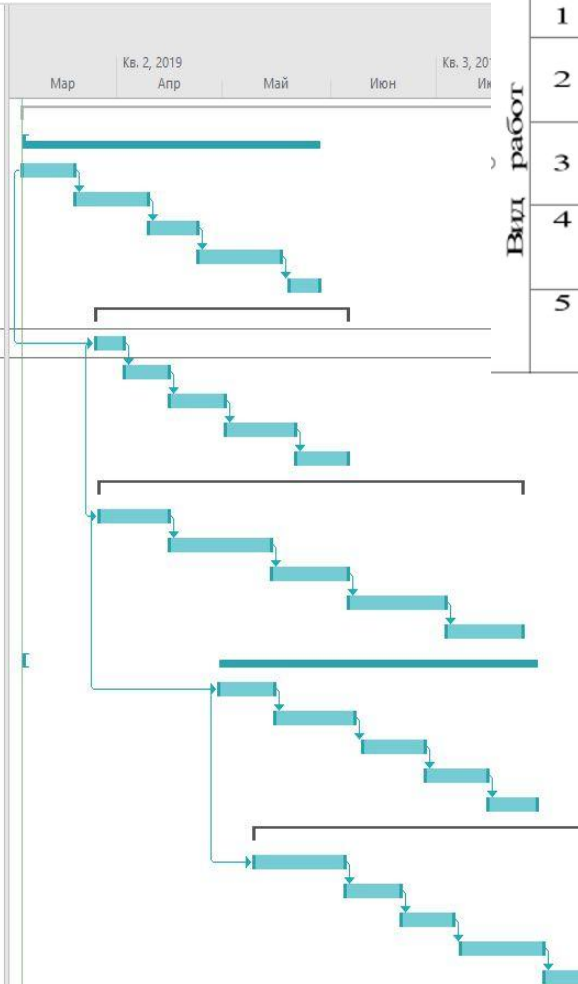
τ_{ij}	ЗАХВАТКИ						i			
	1	2	3	4	5	6				
1	0 3	→	3 4	→	4 6	→	6 9	→	9 11	1
2	3 4	→	4 6	→	6 8	→	8 10			2
3	4 5	→	5 7							3
4	5 8	→	8 12	→	12 14	→	14 15	→	15 17	4
5	8 10	→	10 12	→	12 14	→	14 15	→	15 17	5
6	10 12	→	12 14	→	14 16	→	16 18	→	18 20	6
7	12 15	→	15 18	→	18 21	→	21 24	→	24 27	7
8	15 18	→	18 21	→	21 24	→	24 27	→	27 30	
9	18 21	→	21 24	→	24 27	→	27 30	→	30 33	
10	21 24	→	24 27	→	27 30	→	30 33	→	33 36	
11	24 27	→	27 30	→	30 33	→	33 36	→	36 39	
12	27 30	→	30 33	→	33 36	→	36 39	→	39 42	
13	30 33	→	33 36	→	36 39	→	39 42	→	42 45	
14	33 36	→	36 39	→	39 42	→	42 45	→	45 48	
15	36 39	→	39 42	→	42 45	→	45 48	→	48 51	
16	39 42	→	42 45	→	45 48	→	48 51	→	51 54	
17	42 45	→	45 48	→	48 51	→	51 54	→	54 57	
18	45 48	→	48 51	→	51 54	→	54 57	→	57 60	
19	48 51	→	51 54	→	54 57	→	57 60	→	60 63	
20	51 54	→	54 57	→	57 60	→	60 63	→	63 66	
21	54 57	→	57 60	→	60 63	→	63 66	→	66 69	
22	57 60	→	60 63	→	63 66	→	66 69	→	69 72	
23	60 63	→	63 66	→	66 69	→	69 72	→	72 75	
24	63 66	→	66 69	→	69 72	→	72 75	→	75 78	
25	66 69	→	69 72	→	72 75	→	75 78	→	78 81	
26	69 72	→	72 75	→	75 78	→	78 81	→	81 84	
27	72 75	→	75 78	→	78 81	→	81 84	→	84 87	
28	75 78	→	78 81	→	81 84	→	84 87	→	87 90	
29	78 81	→	81 84	→	84 87	→	87 90	→	90 93	
30	81 84	→	84 87	→	87 90	→	90 93	→	93 96	
31	84 87	→	87 90	→	90 93	→	93 96	→	96 99	
32	87 90	→	90 93	→	93 96	→	96 99	→	99 102	
33	90 93	→	93 96	→	96 99	→	99 102	→	102 105	
34	93 96	→	96 99	→	99 102	→	102 105	→	105 108	
35	96 99	→	99 102	→	102 105	→	105 108	→	108 111	



Пример расчёта графика
методом непрерывного
использования ресурсов при
совмещении работ на общем
фронте

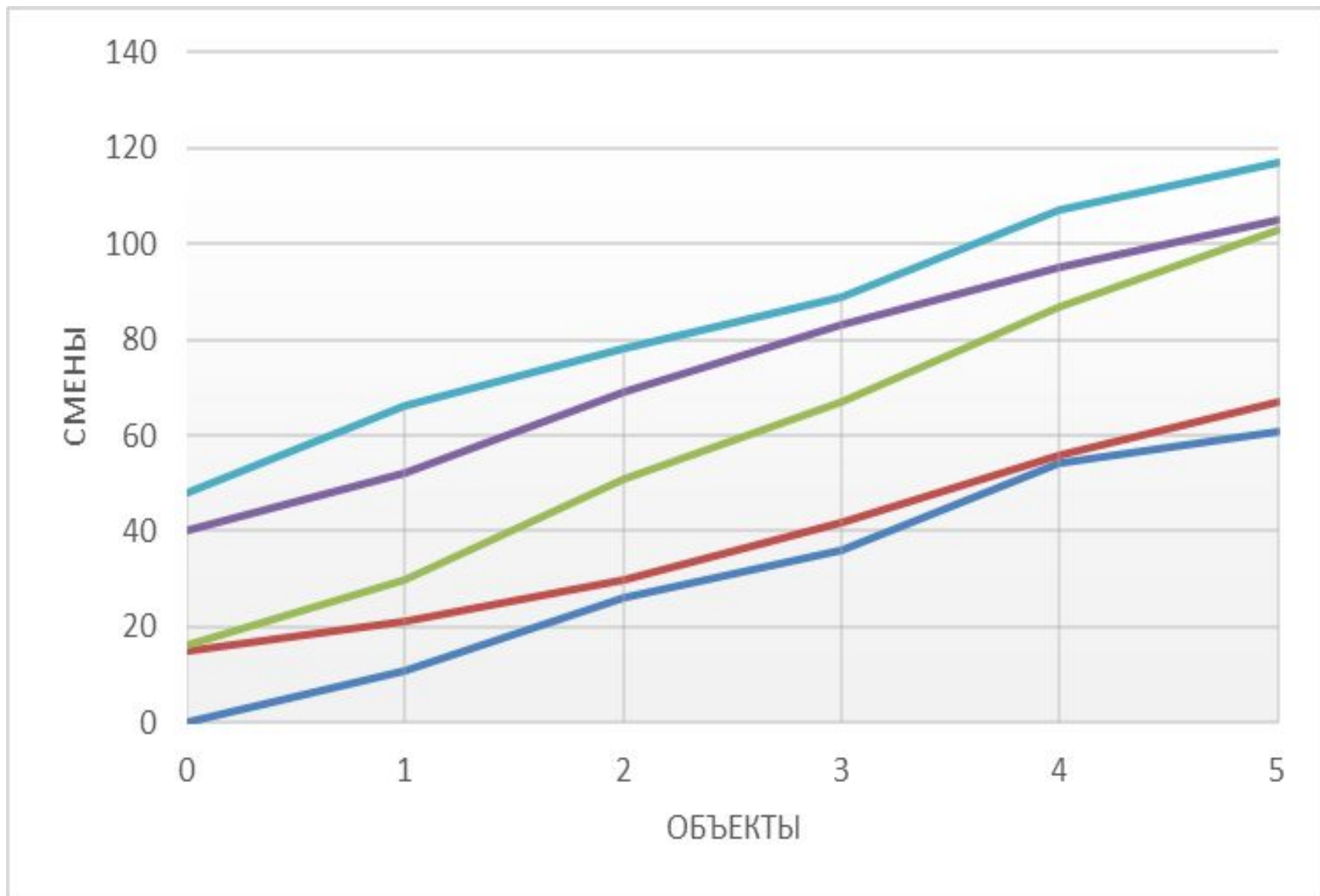
Представление календарного графика в MS Project

Ид	Рез. зад	Название задачи	Длительность	Начало	Окончание	Предшественники	Н рг	ЗВ
0		Проект1	117 дней	Вт 05.03.19	Ср 14.08.19			
1		1		Вт 05.03.19				
2		1.1	11 дней	Вт 05.03.19	Вт 19.03.19			
3		1.2	15 дней	Ср 20.03.19	Вт 09.04.19	2		
4		1.3	10 дней	Ср 10.04.19	Вт 23.04.19	3		
5		1.4	18 дней	Ср 24.04.19	Пт 17.05.19	4		
6		1.5	7 дней	Пн 20.05.19	Вт 28.05.19	5		
7		2	52 дней	Вт 26.03.19	Ср 05.06.19			
8		2.1	6 дней	Вт 26.03.19	Вт 02.04.19	2НН+15 дней		
9		2.2	9 дней	Ср 03.04.19	Пн 15.04.19	8		
10		2.3	12 дней	Вт 16.04.19	Ср 01.05.19	9		
11		2.4	14 дней	Чт 02.05.19	Вт 21.05.19	10		
12		2.5	11 дней	Ср 22.05.19	Ср 05.06.19	11		
13		3	87 дней	Ср 27.03.19	Чт 25.07.19			
14		3.1	14 дней	Ср 27.03.19	Пн 15.04.19	8НН+1 день		
15		3.2	21 дней	Вт 16.04.19	Вт 14.05.19	14		
16		3.3	16 дней	Ср 15.05.19	Ср 05.06.19	15		
17		3.4	20 дней	Чт 06.06.19	Ср 03.07.19	16		
18		3.5	16 дней	Чт 04.07.19	Чт 25.07.19	17		
19		4		Вт 05.03.19				
20		4.1	12 дней	Вт 30.04.19	Ср 15.05.19	14НН+24 дней		
21		4.2	17 дней	Чт 16.05.19	Пт 07.06.19	20		
22		4.3	14 дней	Пн 10.06.19	Чт 27.06.19	21		
23		4.4	12 дней	Пт 28.06.19	Пн 15.07.19	22		
24		4.5	10 дней	Вт 16.07.19	Пн 29.07.19	23		
25		5	69 дней	Пт 10.05.19	Ср 14.08.19			
26		5.1	18 дней	Пт 10.05.19	Вт 04.06.19	20НН+8 дней		
27		5.2	12 дней	Ср 05.06.19	Чт 20.06.19	26		
28		5.3	11 дней	Пт 21.06.19	Пт 05.07.19	27		
29		5.4	18 дней	Пн 08.07.19	Ср 31.07.19	28		
30		5.5	10 дней	Чт 01.08.19	Ср 14.08.19	29		



τ_{ci}	ОБЪЕКТЫ										
	1	2	3	4	5						
1	0	11	11	26	26	36	36	54	54	61	1
2	4	11	6	15	2	10	6	18	2	7	2
	15	21	21	30	30	42	42	56	56	67	3
3	1	6	3	9	3	12	3	14	3	11	
	16	30	30	51	51	67	67	87	87	103	
4	5	14	7	21	4	16	10	20	8	16	
	21	33	37	54	55	69	77	89	95	105	
5	40	52	52	69	69	83	83	95	95		
	2	12	11	17	9	14	6	12	6	10	
	42	60	63	75	78	89	89	107	107	117	
	48	66	66	78							
	18	12	11	18	10						

τ_{qj}		ОБЪЕКТЫ										
		1	2	3	4	5						
Вид работ	1	0	11	26	36	54	61	1				
		11	15	10	18	7						
	2	4	6	2	6	2		2				
		4	10	17	26	28	40	42	56	56	67	3
		15	21	21	30	30	42	42	56	56		
	6	9	12	14	11							
	1	3	3	3	3							
3	16	30	51	67	87	103						
	14	21	16	20	16							
4	5	7	4	10	8							
	21	33	37	54	55	69	77	89	95	105		
	40	52	52	69	69	83	83	95	95			
	12	17	14	12	10							
5	2	11	9	6	6							
	42	60	63	75	78	89	89	107	107	117		
	48	66	66	78								
	18	12	11	18	10							



Расчёт матрицы методом критического пути

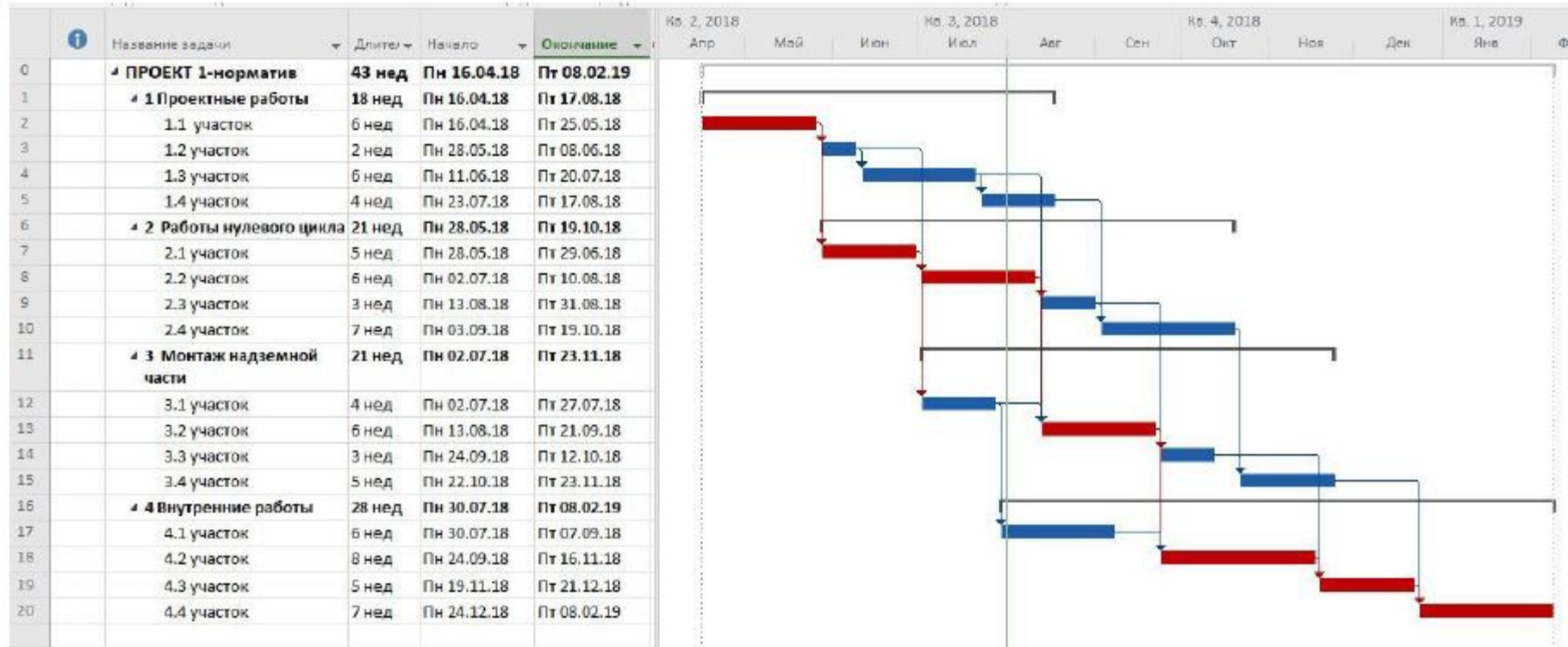
(выделены работы, лежащие на критическом пути)

Индекс и наименование работ	Частный фронт работы												Суммарная длительность работы
	1			2			3			4			
А. Проектные работы, нед.	0		6	6		8	8		14	14		18	18=18-0
		6			2			6			4		18=6+2+6+4
	0		6	9		11	14		20	20		24	24=24-0
Б. Работы нулевого цикла, нед.	6		11	11		17	17		20	20		27	21=27-6
		5			6			3			7		21=5+6+3+7
	6		11	11		17	21		24	24		31	25=31-6
В. Монтаж надземной части, нед.	11		15	17		23	23		26	27		32	21=32-11
		4			6			3			5		18=4+6+3+5
	13		17	17		23	28		31	31		36	23=36-13
Г. Внутренние работы, нед.	15		21	23		31	31		36	36		43	28=43-15
		6			8			5			7		26=6+8+5+7
	17		23	23		31	31		36	36		43	26=43-17
Суммарные продолжительности фронтов работ	21=21-0			25=31-6			28=36-8			29=43-14			Растяжение связей: ресурсных - 5/15
		21			22			17			23		
	23=23-0			22=31-9			22=36-14			23=43-20			фронтальных - 20/7

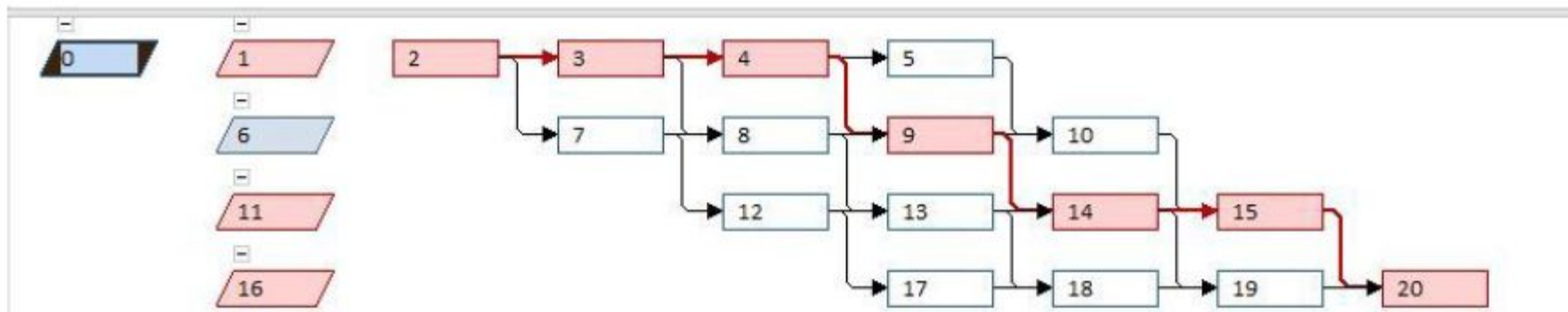
Отображение расчётной матрицы (предыдущий слайд) в MS Project

а - график Ганта; б – сетевой график

а


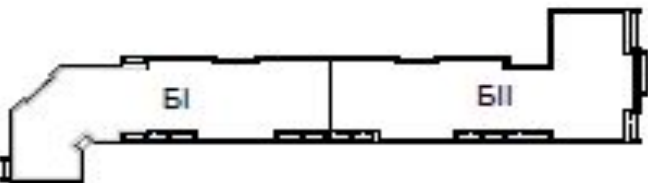
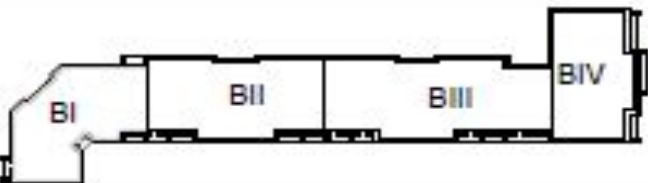
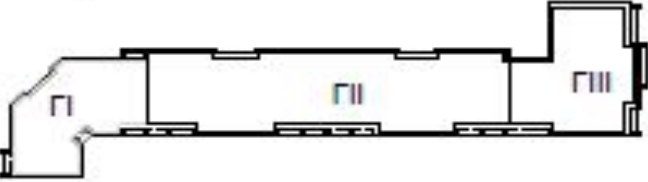



б

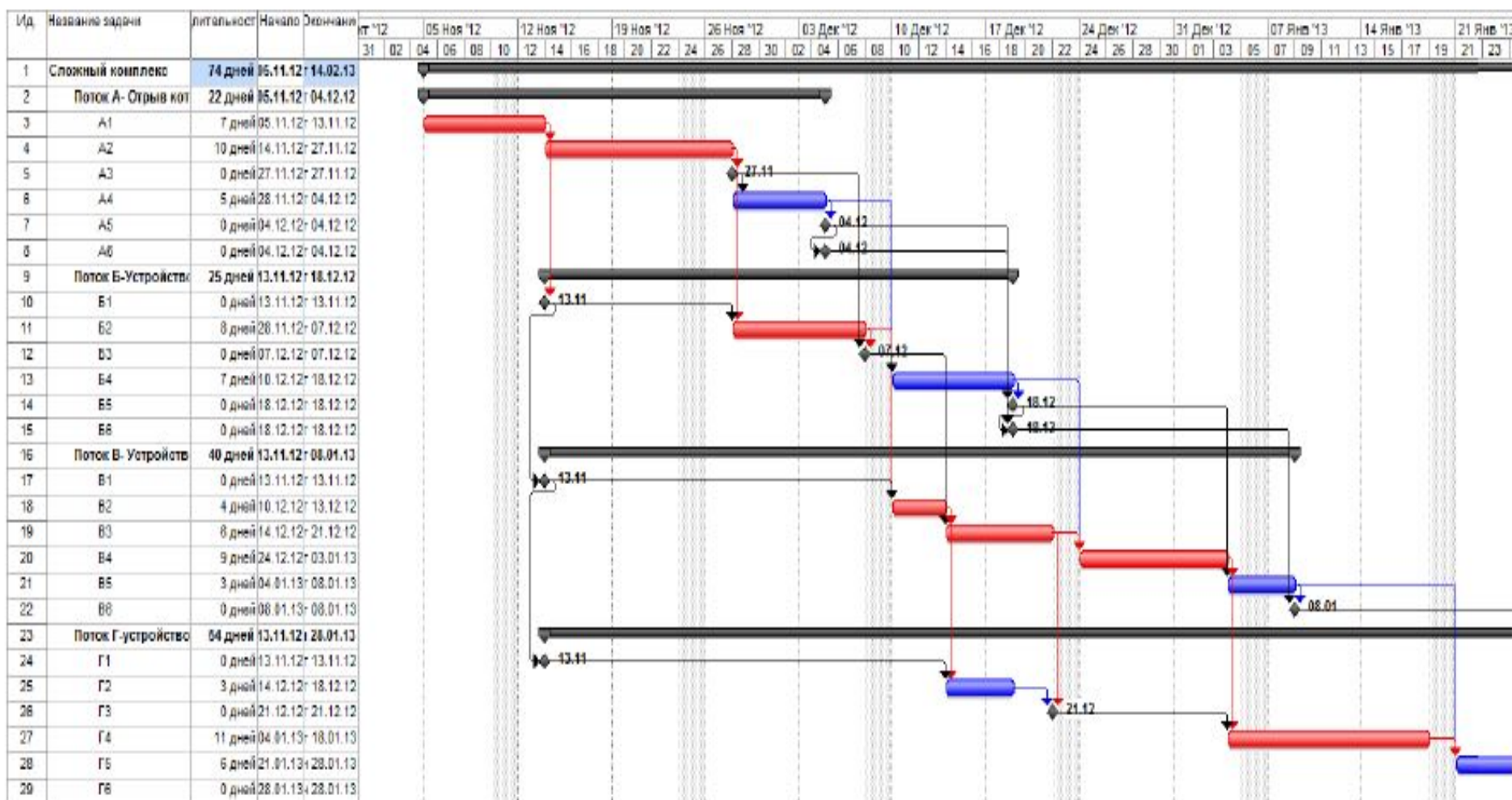


Разбивка общего фронта работ на захватки при сложной конфигурации фундамента здания*

(календарный график организации работ на следующем слайде)

Виды работ	Разбивка фронта работ на захватки		
А		AI AII AIII	А - Отрыв котлована
Б		BI BII	Б - Устройство свайного поля
В		VI VII VIII CIV	В - Устройство ростверка
Г		GI GII GIII	Г - Устройство стен подвала
Д		DI DII DIII	Д - устройство перекрытия

Календарный график со сложными комплексами на подземные монолитные работы



*По материалам магистерской диссертации Мансурова Н.К. «Проблемы применения программы MS Project для сложных комплексов работ». СПб – 2014. Науч рук. Д.т.н. В.З. Величкин

Матрица 1. Расчет циклограммы МНИР без совмещения работ на частном фронте (захватке)

Вид работ/захватка	Продолжительность по вариантам, смены															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Подготовительные работы																
1/1	5	4	2	2	3	2	2	3	1	2	2	2	6	4	4	2
1/2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2
1/3	6	3	3	5	3	3	3	2	2	4	6	3	6	3	2	5
1/4	2	3	4	2	4	4	2	4	2	6	3	4	2	3	3	2
1/5	4	7	4	8	2	4	6	5	4	3	4	4	4	7	1	8
2. Земляное полотно																
2/1	2	3	3	5	7	7	7	1	1	5	3	3	7	5	5	5
2/2	3	2	2	3	4	4	4	7	1	3	5	2	3	-	3	-
2/3	1	5	8	1	5	2	2	4	3	1	5	8	1	5	1	1
2/4	5	2	1	4	5	2	5	4	3	4	4	1	5	2	1	4
2/5	4	7	2	5	2	3	3	9	4	5	7	2	4	7	5	5
3. Подстилающий слой																
3/1	3	3	1	1	3	3	3	2	3	1	8	1	5	3	3	6
3/2	6	2	3	1	9	9	9	2	6	3	8	3	6	2	6	1
3/3	7	3	5	7	4	4	5	3	7	7	4	5	7	3	7	-
3/4	4	5	2	7	8	8	3	3	4	7	9	2	4	-	-	4
3/5	2	2	3	3	8	8	8	4	2	3	3	3	2	2	2	3
4. Основание																
4/1	2	2	1	3	3	3	3	3	2	3	3	1	2	2	6	3
4/2	3	1	3	3	5	2	5	3	3	3	3	3	3	1	-	3
4/3	2	4	3	5	4	1	7	5	2	5	3	3	2	4	2	5
4/4	2	4	3	1	3	4	2	6	2	1	5	3	2	4	3	1
4/5	4	2	5	3	3	5	1	2	4	3	5	5	4	2	1	3
5. Покрытие																
5/1	3	3	4	2	5	5	5	1	3	2	5	4	2	3	3	2
5/2	2	3	2	5	4	4	3	5	2	5	4	2	2	3	3	5
5/3	2	1	3	3	4	4	3	5	2	3	4	3	2	1	2	3
5/4	3	4	4	4	5	5	4	7	3	5	2	4	3	4	2	4
5/5	3	1	6	5	5	5	5	2	3	5	6	6	3	1	5	5