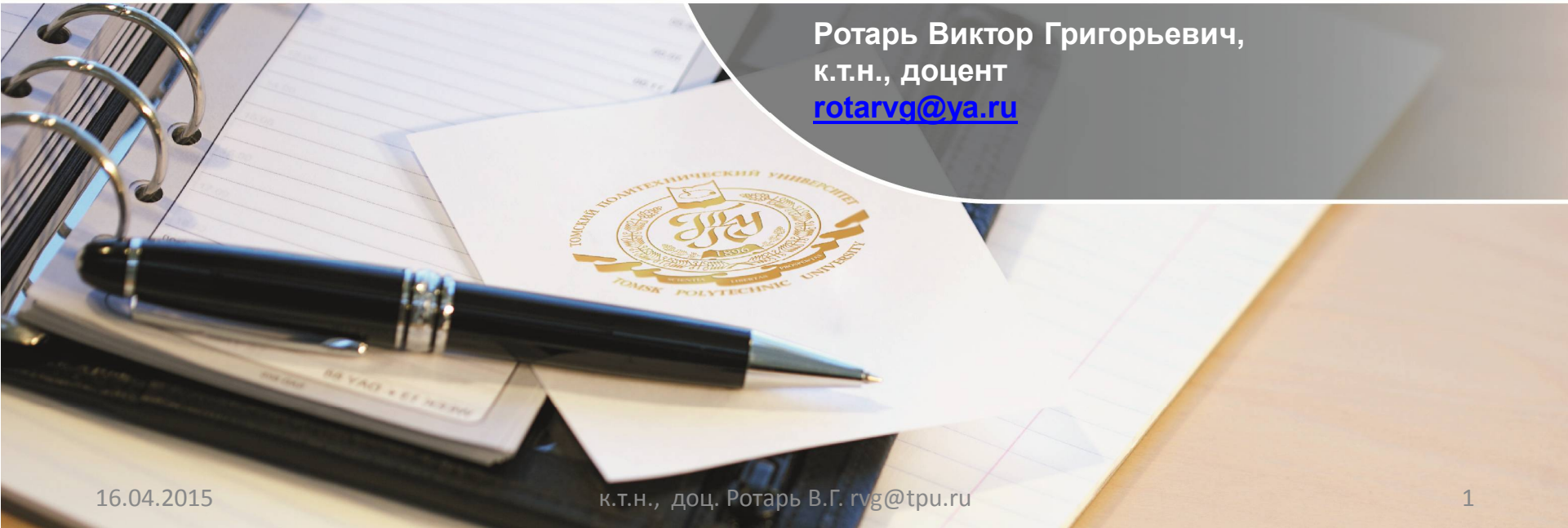




НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Фазы ИТ- администрирования проекта: **Управление ресурсами** ИДЗ (СРС7)



Ротарь Виктор Григорьевич,
к.т.н., доцент
rotarvg@ya.ru

Индивидуальные задания по теме (СРС7)

2

СРС7. Управление ресурсами проекта

СРС7.1 Моделирование процесса планирования выполнения проекта при ограниченных ресурсах

СРС7.2 Реализация в *MS Project* управления ограниченными ресурсами проекта



СРС7.1 Моделирование процесса планирования выполнения проекта при ограниченных ресурсах

7. 1.1 Построение графика Ганта при условии неограниченных ресурсов

7.1.2 Расчет функции потребности в ресурсах

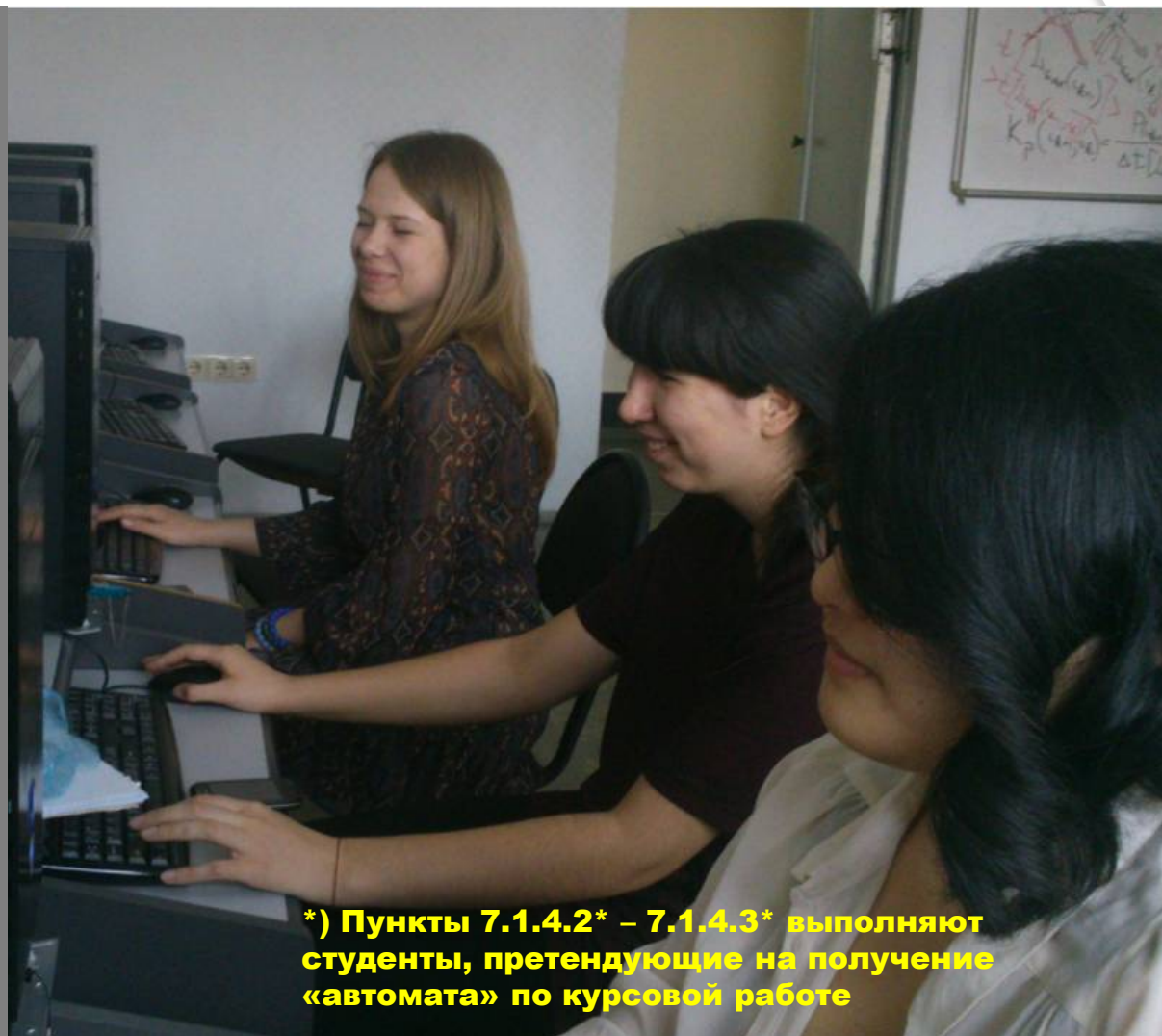
7.1.3 Формирование ограничения на предельно допустимую интенсивность потребления ресурса задачами проекта

7.1.4 Минимизация времени завершения проекта при ограниченных ресурсах

7.1.4.1 Решение симплекс – методом задачи управления ресурсами для объединенного проекта (частный случай)

7.1.4.2* Эвристический алгоритм Грея для индивидуального проекта

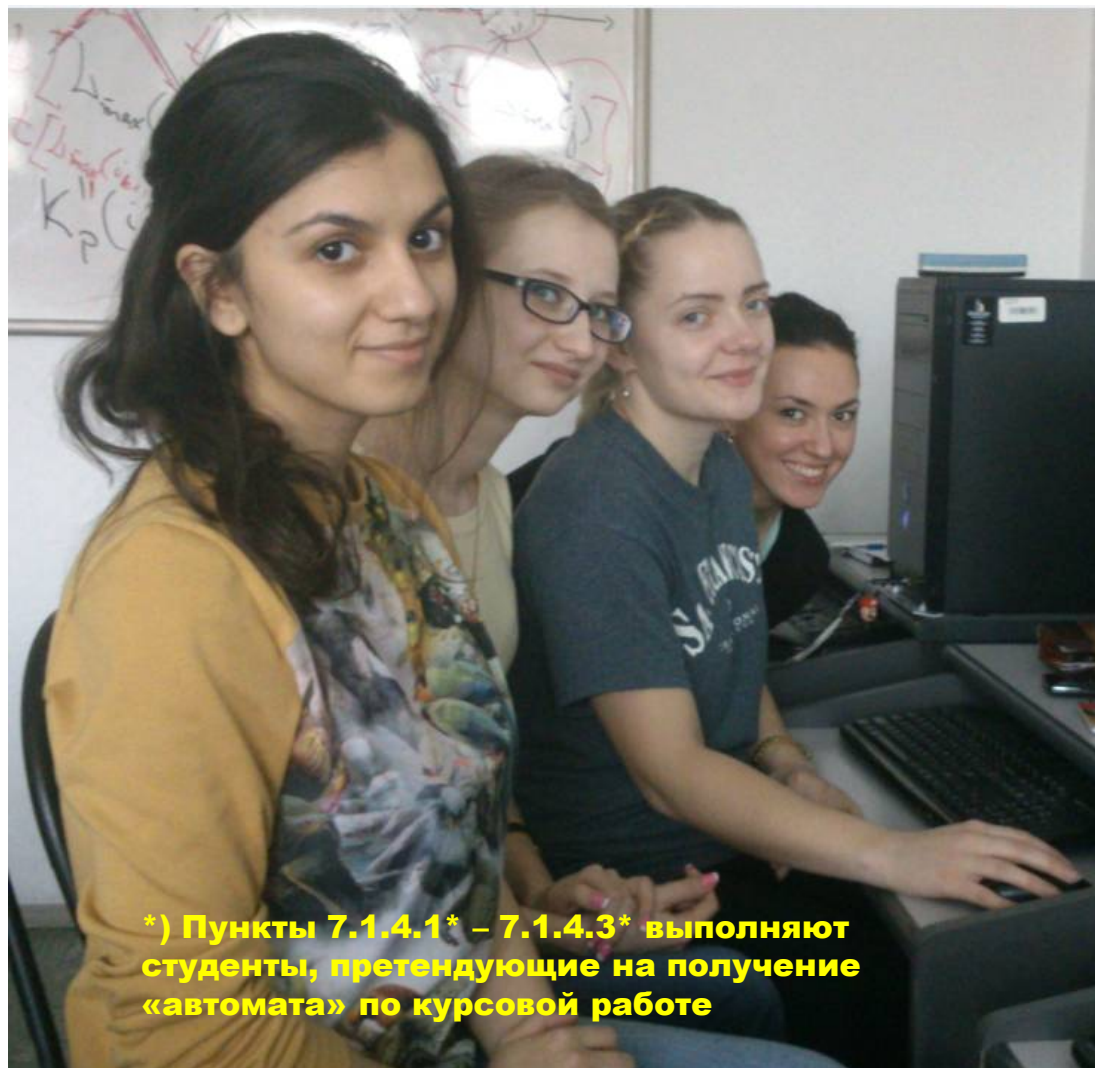
7.1.4.3* Определение задержки завершения проекта



***) Пункты 7.1.4.2* – 7.1.4.3* выполняют студенты, претендующие на получение «автомата» по курсовой работе**

СРС7.2 Реализация управления ограниченными ресурсами проекта в *MS Project*

4



***) Пункты 7.1.4.1* – 7.1.4.3* выполняют студенты, претендующие на получение «автомата» по курсовой работе**

7.2.1 Формирование в *MS Project* графика Ганта при условии неограниченных ресурсов
7.2.2 Вывод в *MS Project* отчета о потребности в ресурсах (гистограмма)
7.2.3 Задание в *MS Project* ограничения по наличию ресурса
7.2.4 Устранение в *MS Project* конфликтов по ресурсу (превышение функции потребности над функцией наличия), вывод итогового графика Ганта
7.2.5 Определение в *MS Project* плановой задержки завершения проекта
7.2.6 Сравнение результатов планирования потребления ресурса в СРС7.1 с результатами, полученными средствами *MS Project* в СРС7.2

СРС7: Управление ресурсами проекта

Управление ресурсами — одна из главных подсистем управления проектом, которая включает в себя процессы планирования, закупок, поставок, распределения, учета и контроля ресурсов, обычно трудовых и материально-технических и др.

Помимо основных видов ресурсов в управлении проектами рассматриваются также следующие виды ресурсов:

1. Природные ресурсы — ресурсы земли, вод, атмосферы, космоса;
2. Средства производства — производственные мощности, предметы труда и др.;
3. Трудовые ресурсы (делятся по группам);
4. Ресурсы конечных «потребительских» благ — непроизводственные «мощности», продукты для личного и общественного потребления;
5. Информационные ресурсы — научный потенциал, культура и просвещение;
6. Финансовые ресурсы — капитальные вложения, кредитные ресурсы и др.;
7. Внешние ресурсы — валютные резервы, внешнеторговые связи и т.п.

СРС7: Управление ресурсами проекта

Для удобства, при работе над проектом, вышеперечисленные ресурсы группируют следующим образом:

Материально-технические ресурсы :

- сырье (материалы, конструкции, комплектующие);
- энергетические ресурсы;
- топливо;
- технологические ресурсы (машины, механизмы, оборудование).

Трудовые ресурсы, осуществляющие непосредственную работу с материально-техническими ресурсами :

- рабочая сила (НПС, УВП, ИТР, АУП, студенты, рабочие, строители, водители машин, монтажники и др.)

СРС7: Управление ресурсами проекта

Выделяют два основных типа ресурсов:

- **складируемые**, невозпроизводимые, накапливаемые ресурсы («энергия»);
- **нескладируемые**, воспроизводимые, ненакапливаемые ресурсы («мощность»)

Складируемые, невозпроизводимые, накапливаемые ресурсы в процессе выполнения работ расходуются полностью, не допуская повторного использования. Не использованные в данный отрезок времени, они могут использоваться в дальнейшем. Иначе говоря, такие ресурсы можно накапливать в последующим расходом запасов. Поэтому их часто называют ресурсами типа «энергия».

СРС7.1 Моделирование процесса планирования выполнения проекта при ограниченных ресурсах

7.1.1 Построение графика Ганта при условии неограниченных ресурсов
7.1.2 Расчет функции потребности в ресурсах
7.1.3 Расчет ограничения на предельно допустимую интенсивность потребления ресурса задачами проекта
7.1.4 Минимизация времени завершения проекта при ограниченных ресурсах

Пункты задания 7.1.1 -7.1.3 выполняются для индивидуального проекта

Пункт 7.1.4 выполняется для объединенного проекта

7.1.4* Минимизация времени завершения проекта при ограниченных ресурсах

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта

7.1.4.2* Эвристический алгоритм Грея для общего случая сетевой модели

7.1.4.3* Определение задержки завершения проекта

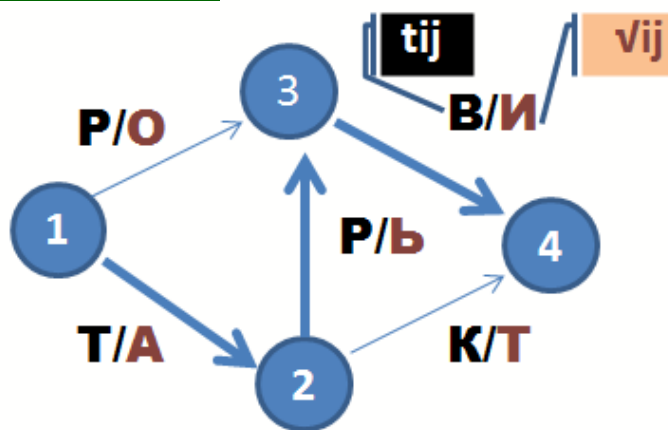
***) Пункты 7.1.4.2* – 7.1.4.3* выполняют студенты, претендующие на получение «автомата» по курсовой работе**

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 1)

1) Формируем исходные данные для объединенного проекта

Частный случай: В сетевой модели (СМ), объединенного проекта, представленного на языке событий (AoA - работы на дугах), необходимо существование полного пути, проходящего через все события.

Если такого пути нет, его следует создать путем дополнения сетевой модели объединенного проекта работами зависимостями



В приведенном упрощенном примере СМ такой полный путь $L_k(I \rightarrow S)$ существует и он проходит через все вершины.

$L_k(I \rightarrow S) = L(1, 2, 3, 4)$ – работы (дуги), составляющие данный полный путь выделены жирным синим цветом.

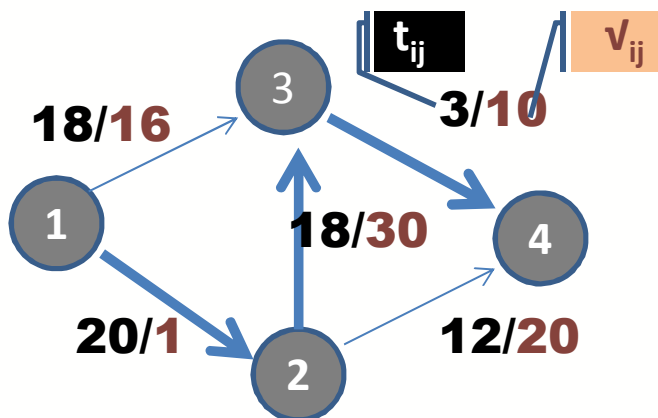
На дугах - работах указаны длительности работ (t_{ij}) и их интенсивности (v_{ij}) потребления лимитирующего ресурса.

Например, $t_{34} = 3$ дня, а $v_{34} = 8$ ед.ресурса/день

7.1.4.2 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 2)

2) Определяем параметры t_{ij} и \sqrt{ij} для примера

Частный случай: Наличие полного пути, проходящего через все события сетевой модели позволяет сформировать все допустимые сетевым графиком наборы (значения) функции фронта задач - Φ_k .



На дугах - работах указаны длительности работ (t_{ij}) и их интенсивности (\sqrt{ij}) потребления лимитирующего ресурса. Например, $t_{34}=3$ дня, а $\sqrt{34} = 10$ ед.ресурса/день

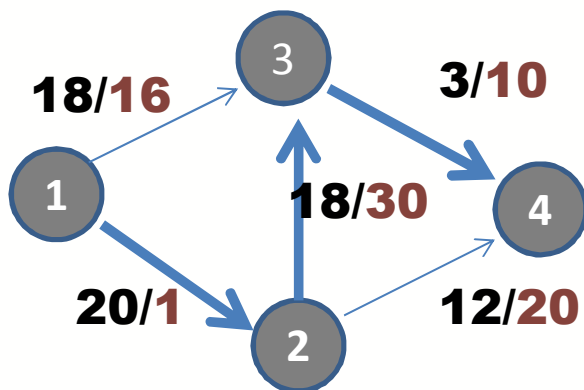
Аа [а]	Кк [ка]	Хх [ха]
Бб [бэ]	Лл [эль]	Цц [цэ]
Вв [вэ]	Мм [эм]	Чч [че]
Гг [гэ]	Нн [эн]	Шш [ша]
Дд [дэ]	Оо [о]	Щщ [ща]
Ее [е]	Пп [пэ]	Ъъ [твердый знак, стар. ер]
Её [ё]	Рр [эр]	Ыы [ы]
Жж [жэ]	Сс [эс]	Ьь [мягкий знак, стар. ерь]
Зз [зэ]	Тт [тэ]	Ээ [э обратное]
Ии [и]	Уу [у]	Юю [ю]
Йй [и краткое]	Фф [эф]	Яя [я]

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 3)

3) Формируем возможные значения функции фронта задач Φ_k ,

вычисляем

суммарные интенсивности
потребления ресурса v_k

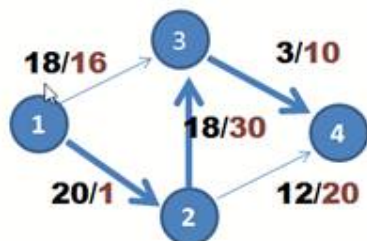


k	Φ_k	v_k	k	Φ_k	v_k
1	{{(1,2)}	1	8	{{(1,3), (2,4)}	36
2	{{(1,3)}	16	9	{{(2,3), (2,4)}	50
3	{{(2,3)}	30	10	{{(2,4), (3,4)}	30
4	{{(2,4)}	20	11	{{(1,3), (2,3), (2,4)}	66
5	{{(3,4)}	10			
6	{{(1,2),(1,3)}	17			
7	{{(1,3), (2,3)}	46			

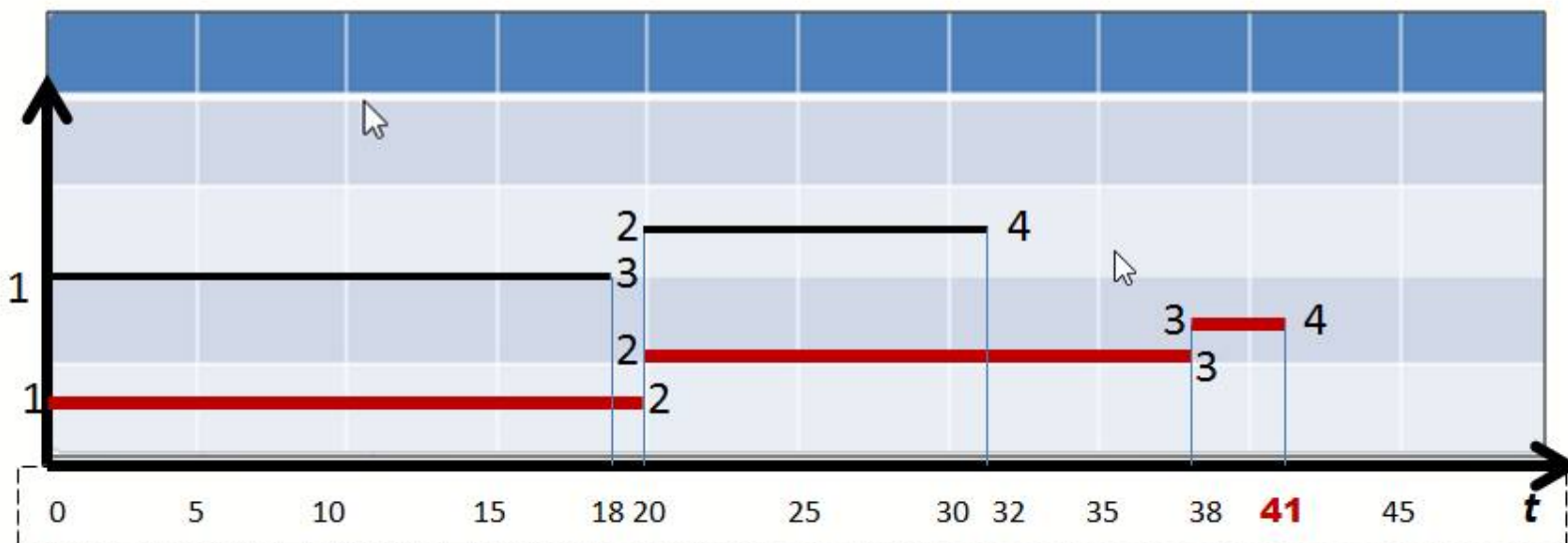
7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта

(Лист 4)

4) Строим линейную диаграмму проекта (график Ганта)

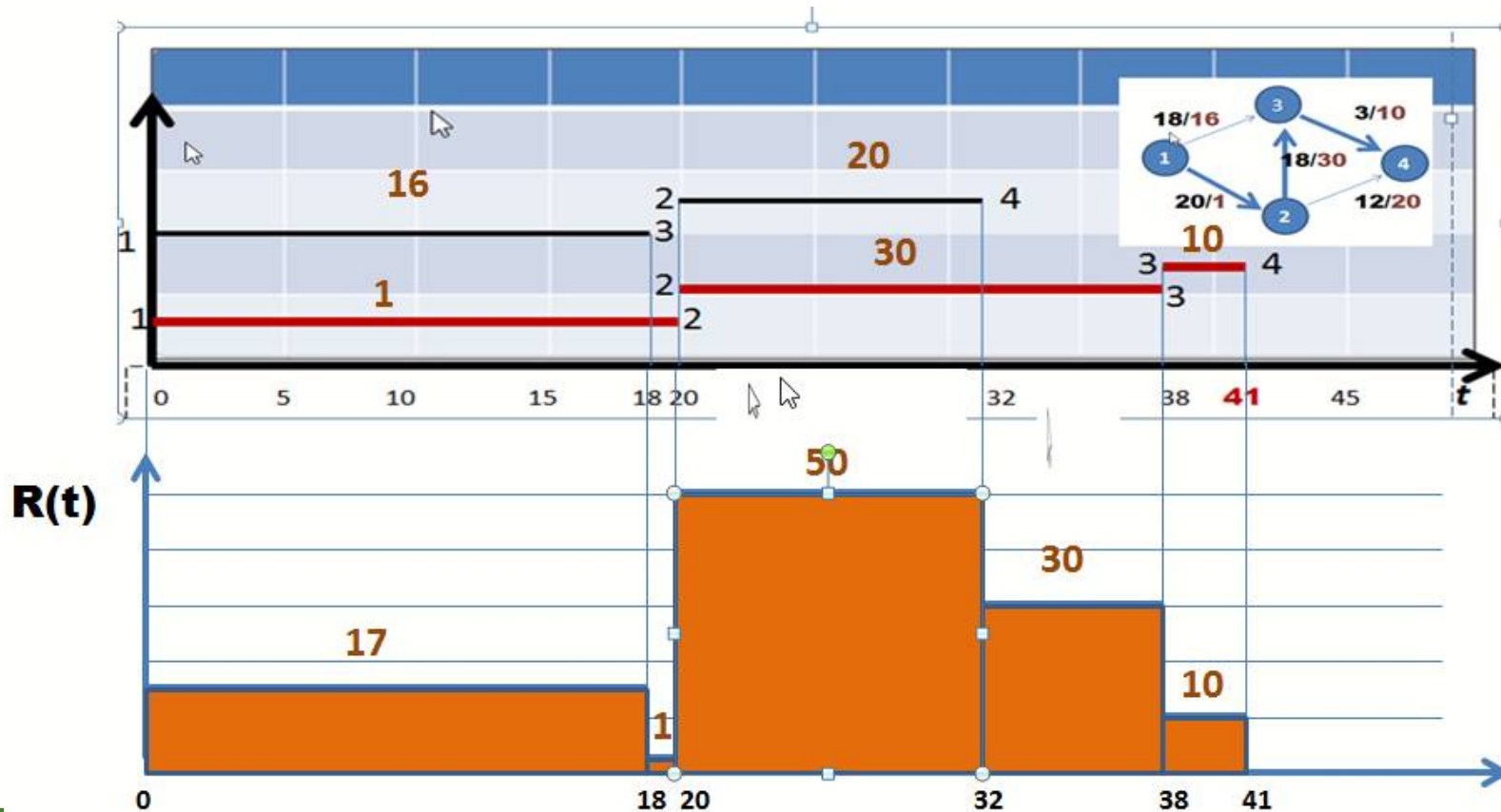


Начало каждой работы проекта задаем как возможное раннее начало $t_{РН}(i, j)$



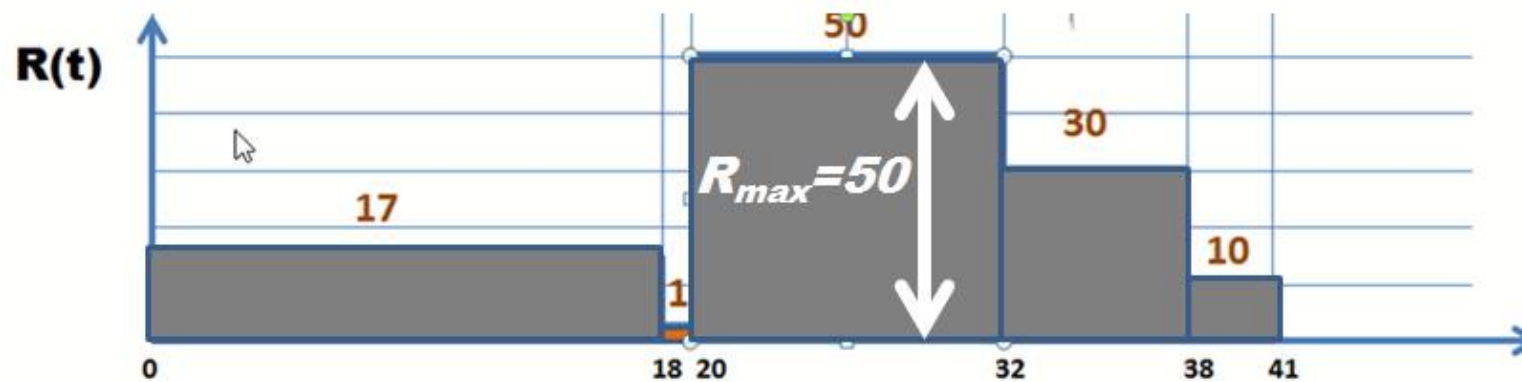
7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 5)

5) Строим график функция $R(t)$ потребной интенсивности расходования ресурса



7.1.4.1 * Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 6)

б) Задаем ограничение на предельную интенсивность потребления ресурса работами проекта $A(t) = A = const$



$$A = \max \{ [0.5 R_{max}]; \max\{v_{ij}\} \} = \max\{25; 30\} = 30$$



7.1.4.1 * Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта

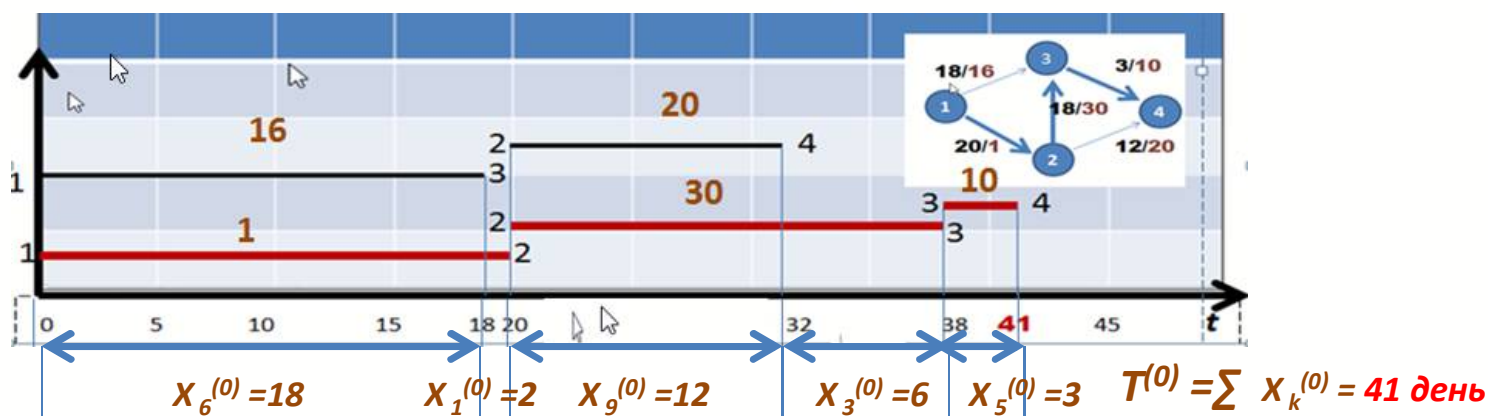
(Лист 7)

7) Введем переменную для формализации процесса сглаживания потребления ресурса

X_k – продолжительность выполнения работ фронта Φ_k (сокр. Продолжительность фронта)

8) Определим значения переменных для начального расписания проекта

$X_k^{(0)}$ – продолжительность фронта Φ_k на начальной стадии проекта (до оптимизации)



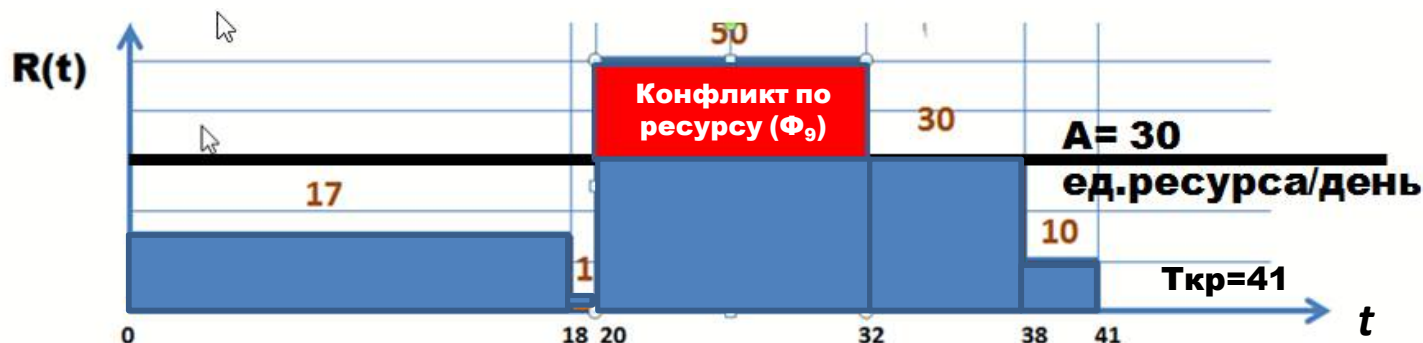
k	Φ_k	v_k	$X_k^{(0)}$	k	Φ_k	v_k	$X_k^{(0)}$	k	Φ_k	v_k	$X_k^{(0)}$
1	{{(1,2)}	1	2	5	{{(3,4)}	10	3	9	{{(2,3), (2,4)}	50	12
2	{{(1,3)}	16	0	6	{{(1,2),(1,3)}	17	18	10	{{(2,4), (3,4)}	30	0
3	{{(2,3)}	30	6	7	{{(1,3), (2,3)}	46	0	11	{{(1,3), (2,3), (2,4)}	66	0
4	{{(2,4)}	20	0	8	{{(1,3), (2,4)}	36	0				

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта

(Лист

7)
9) Определим недопустимые фронты работ по заданному значению ограничения на предельно-допустимую суммарную интенсивность потребления ресурса ($A = 30$ ед.ресурса/день).

Недопустимые по потребляемым ресурсам фронты работ: $X_7^{(q)} = X_8^{(q)} = X_9^{(q)} = X_{11}^{(q)} = 0$. Значения длительности для оставшихся 7-ми фронтов работ (переменных) определим, решив задачу оптимизации симплексом



k	Φ_k	v_k	$X_k^{(q)}$	k	Φ_k	v_k	$X_k^{(q)}$	k	Φ_k	v_k	$X_k^{(q)}$
1	{{(1,2)}	1		5	{{(3,4)}	10		9	{{(2,3), (2,4)}	50	0
2	{{(1,3)}	16		6	{{(1,2),(1,3)}	17		10	{{(2,4), (3,4)}	30	
3	{{(2,3)}	30		7	{{(1,3), (2,3)}	46	0	11	{{(1,3), (2,3), (2,4)}	66	0
4	{{(2,4)}	20		8	{{(1,3), (2,4)}	36	0				

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта

(Лист 8)

10) Запишем в общем виде формализованную постановку задачи:

Минимизация времени выполнения проекта при ограниченных ресурсах

Целевая функция $T_{ок} = \sum_k X_k \Rightarrow \min (1),$

при условиях

$$\sum_{k \in \Omega_{ij}} X_k = t_{ij}, \quad (i, j) \in U \text{ графа } G = (J, U) \quad (2),$$

где J – множество вершин, U – множество дуг (работ),

$$\Omega_{ij} = \{k, k = \overline{1, n} \mid (i, j) \in \Phi_k\};$$

$$X_k \geq 0, k = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Здесь

$T_{ок}$ - время окончания выполнения проекта при учете ограниченных ресурсов ($T_{ок} \geq T_{кр}$);

Φ_k - функция k-го фронта работ;

X_k – промежуток времени в течение которого выполняется фронт работ Φ_k

t_{ij} - длительность работы (i, j)

Ограничение (4)

на технологическую взаимосвязь работ проекта учитывается при генерации возможных значений функции фронта Φ_k , которая, в свою очередь, формируется на основе учета структуры сетевого графика (см. Лист 3).

Ограничение (5)

на предельно - допустимое суммарное потребление ресурса (A) учитывается путем отсеивания (запрета, $X_k = 0$) функции фронта, для которого $V_k > A$, т. е. необходимая интенсивность потребления ресурса работами фронта Φ_k превосходит заданное ограничение A (см. Лист 7)

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи управления ресурсами для объединенного проекта (Лист 9)

10) Запишем постановку задачи для укрупненного проекта:

$$T_{OK} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \Rightarrow \min$$

при условиях

X_1	$+ X_6$	$= 20, (1, 2)$
X_2	$+ X_6 + X_7 + X_8$	$+ X_{11} = 18, (1, 3)$
X_3	$+ X_7 + X_9$	$+ X_{11} = 18, (2, 3)$
X_4	$+ X_8 + X_9$	$+ X_{10} + X_{11} = 12, (2, 4)$
X_5	$+ X_{10}$	$= 3, (3, 4)$

$$X_k \geq 0, \quad k = \overline{1, 11}$$

Недопустимые по потребляемым ресурсам фронты работ:
 $X_7^{(q)} = X_8^{(q)} = X_9^{(q)} = X_{11}^{(q)} = 0.$
 Значения длительности для оставшихся 7-ми фронтов работ (переменных) определим, решив задачу линейного программирования симплекс-методом

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи управления ресурсами для объединенного проекта (Лист 10)

11) Запишем задачу в канонической форме , выполним итерации симплекс метода

			Cj	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
№ п/п	Asi	Csi	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A10	θ
1	A1	-1	20	1	0	0	0	0	1	0	20/1
2	A2	-1	18	0	1	0	0	0	1	0	18/1
3	A3	-1	18	0	0	1	0	0	0	0	
4	A4	-1	12	0	0	0	1	0	0	1	
5	A5	-1	3	0	0	0	0	1	0	1	
m+1			-71	0	0	0	0	0	-1	-1	
№ п/п	Asi	Csi	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A10	θ
1	A1	-1	2	1	-1	0	0	0	0	0	
2	A6	-1	18	0	1	0	0	0	1	0	
3	A3	-1	18	0	0	1	0	0	0	0	
4	A4	-1	12	0	0	0	1	0	0	1	12/1
5	A5	-1	3	0	0	0	0	1	0	1	3/1
m+1			-53	0	1	0	0	0	0	-1	
№ п/п	Asi	Csi	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A10	θ
1	A1	-1	2	1	-1	0	0	0	0	0	
2	A6	-1	18	0	1	0	0	0	1	0	
3	A3	-1	18	0	0	1	0	0	0	0	
4	A4	-1	9	0	0	0	1	-1	0	0	
5	A10	-1	3	0	0	0	0	1	0	1	
m+1			-50	0	1	0	0	1	0	0	

Ожидаемое время завершения проекта с учетом ограничения предельной интенсивности потребления ресурса

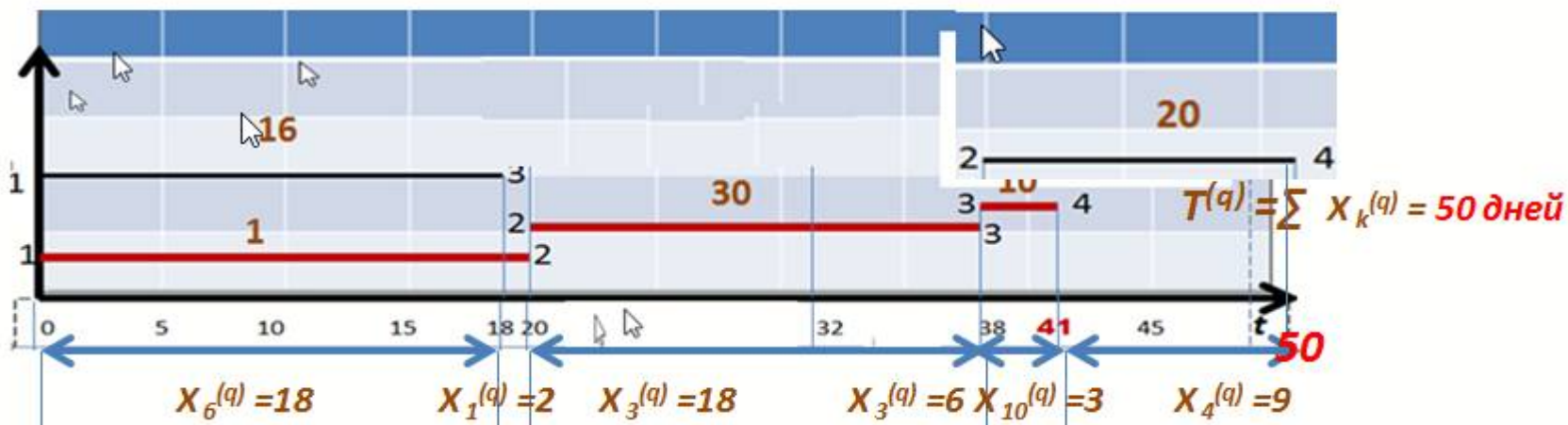
$$T_{ок} = 50 \text{ дней}$$

Значения продолжительности фронтов работ

$$\begin{aligned} X_1 &= 2 \\ X_2 &= 0 \\ X_3 &= 18 \\ X_4 &= 9 \\ X_5 &= 0 \\ X_6 &= 18 \\ X_{10} &= 3 \end{aligned}$$

7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 11)

12) Интерпретируем результаты решения задачи симплекс-методом
 X_k – продолжительность выполнения работ фронта Φ_k (сокр. Продолжительность фронта)
 Сопоставляем с графиком Ганта значения переменных для итогового расписания проекта на финальной стадии решения (после оптимизации)



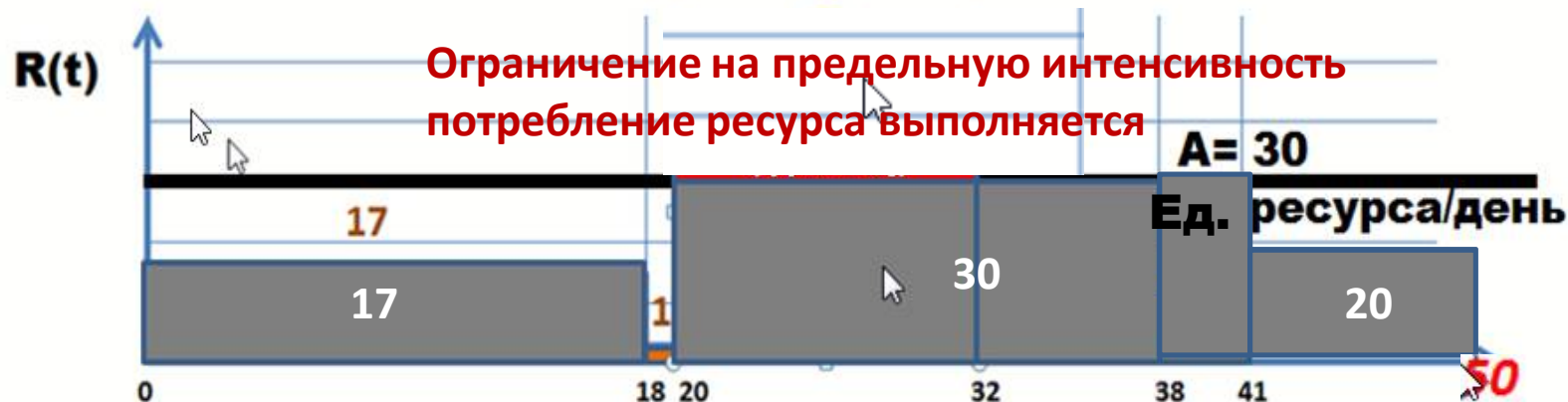
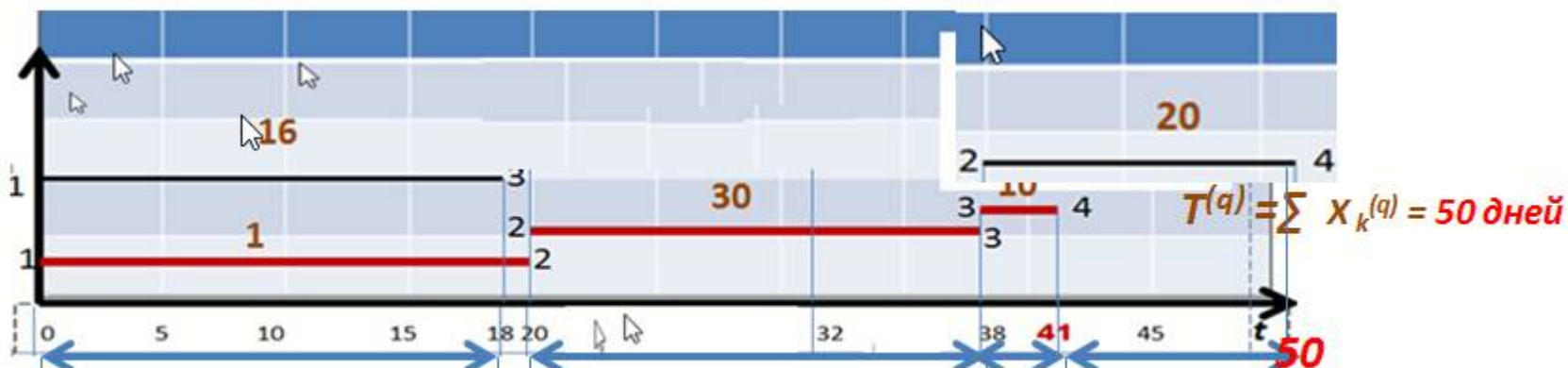
7.1.4.1 Решение симплекс - методом задачи линейного программирования для объединенного проекта (Лист 11)

12) Интерпретируем результаты решения задачи симплекс-методом

X_k – продолжительность выполнения работ фронта Φ_k (сокр. Продолжительность фронта)

Определим значения переменных для итогового расписания проекта

$X_k^{(q)}$ – продолжительность фронта Φ_k на финальной стадии решения (после оптимизации)



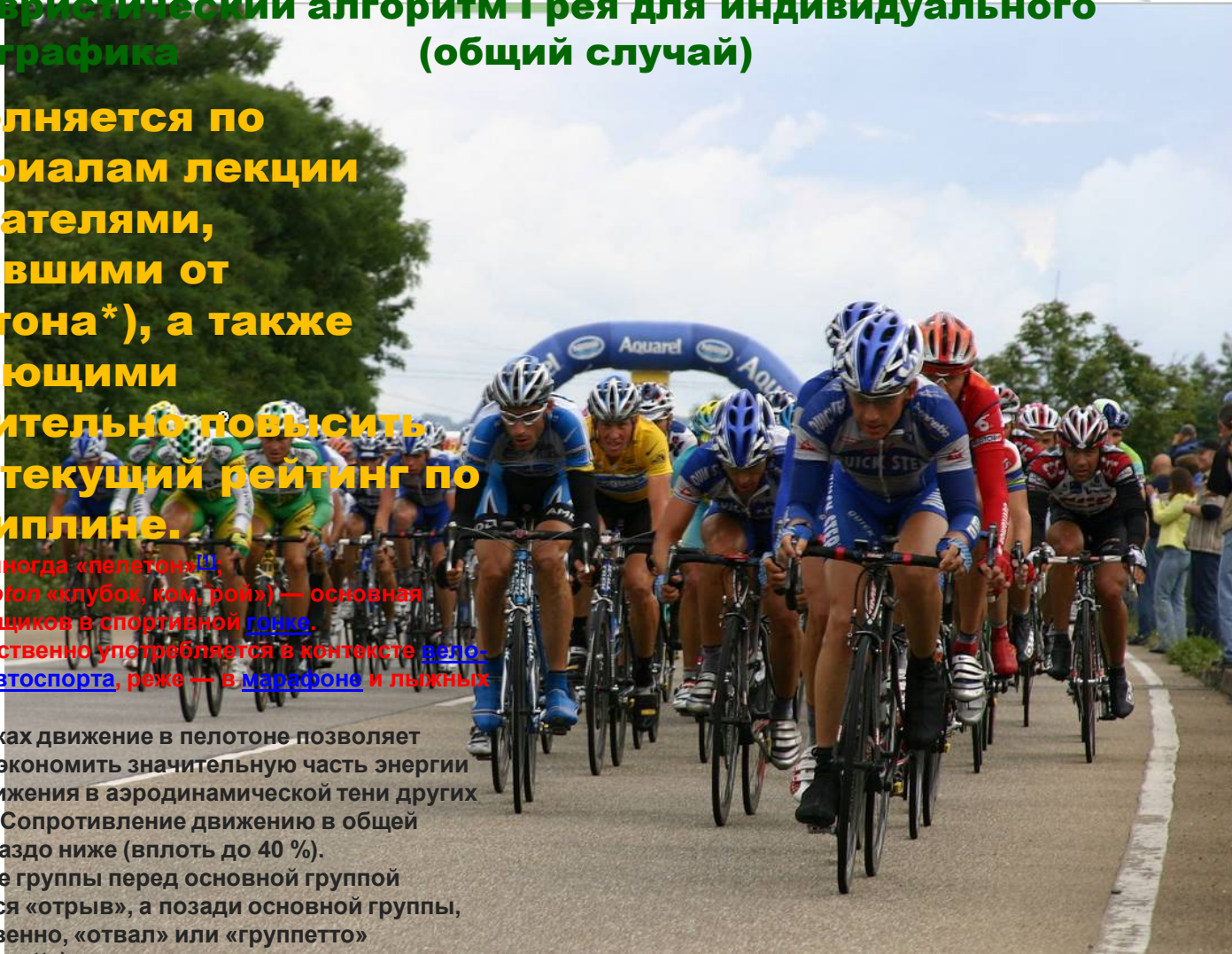
7.1.4.2* Эвристический алгоритм Грея для индивидуального сетевого графика (общий случай)

23

Выполняется по материалам лекции слушателями, отставшими от пелотона*), а также желающими значительно повысить свой текущий рейтинг по дисциплине.

Пелотон (иногда «пелетон»^[1]; от фр. *peloton* «клубок, ком, рой») — основная группа гонщиков в спортивной гонке. Преимущественно употребляется в контексте [велоспорта](#), [мото-](#) и [автоспорта](#), реже — в [маршблоне](#) и лыжных гонках^[2].

В велогонках движение в пелотоне позволяет гонщикам экономить значительную часть энергии за счёт движения в аэродинамической тени других гонщиков. Сопротивление движению в общей группе гораздо ниже (вплоть до 40 %). Небольшие группы перед основной группой называются «отрыв», а позади основной группы, соответственно, «отвал» или «группетто» ([итал. gruppetto](#)).

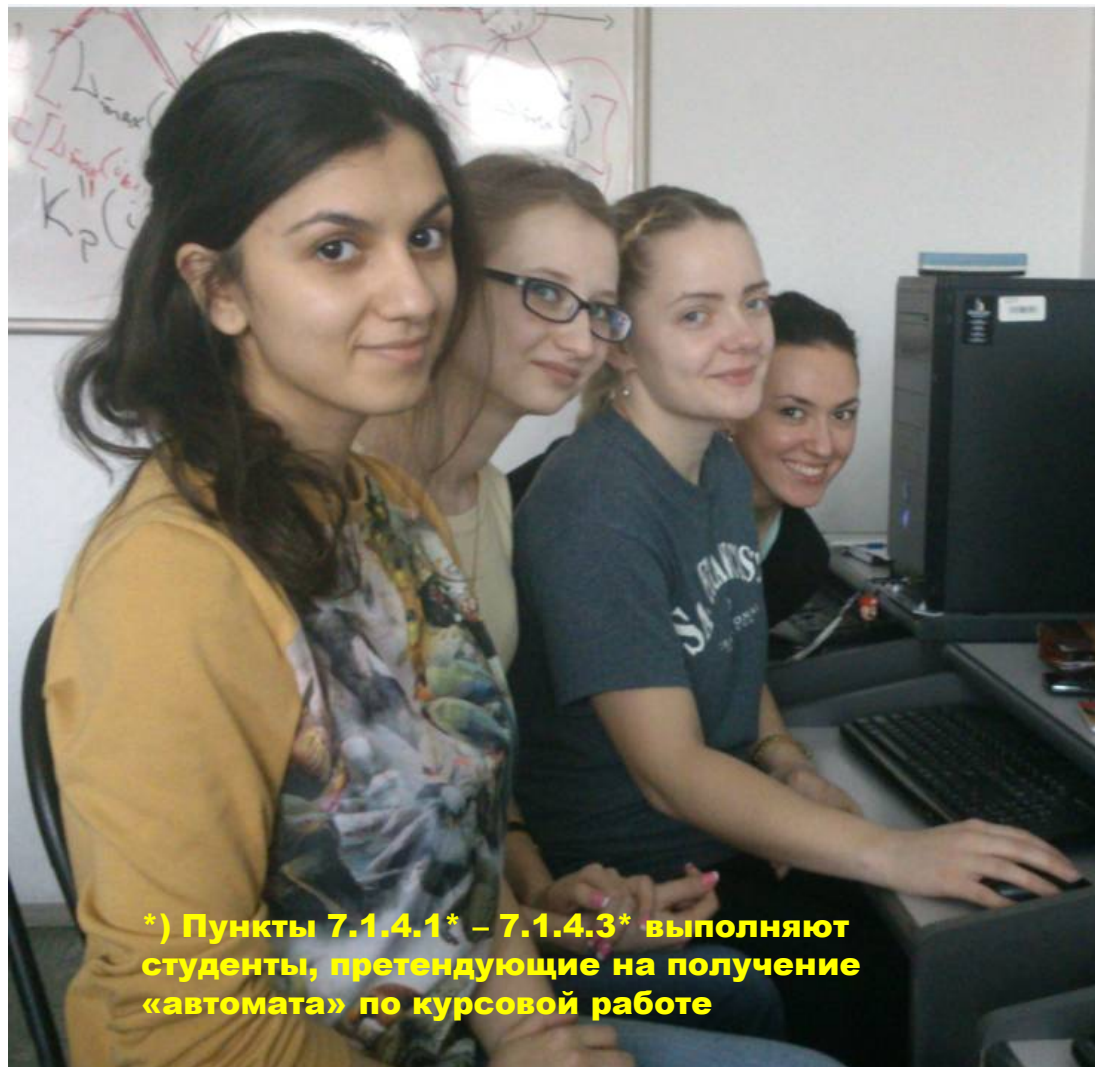


7.1.4.3* Определение задержки завершения проекта



Задержка выполнения проекта определяется на этапе планирования ресурсов проекта и вычисляется как разность $T_{ок} - T_{кр}$

СРС7.2 Реализация управления ограниченными ресурсами проекта в *MS Project*



***) Пункты 7.1.4.1* – 7.1.4.3* выполняют студенты, претендующие на получение «автомата» по курсовой работе**

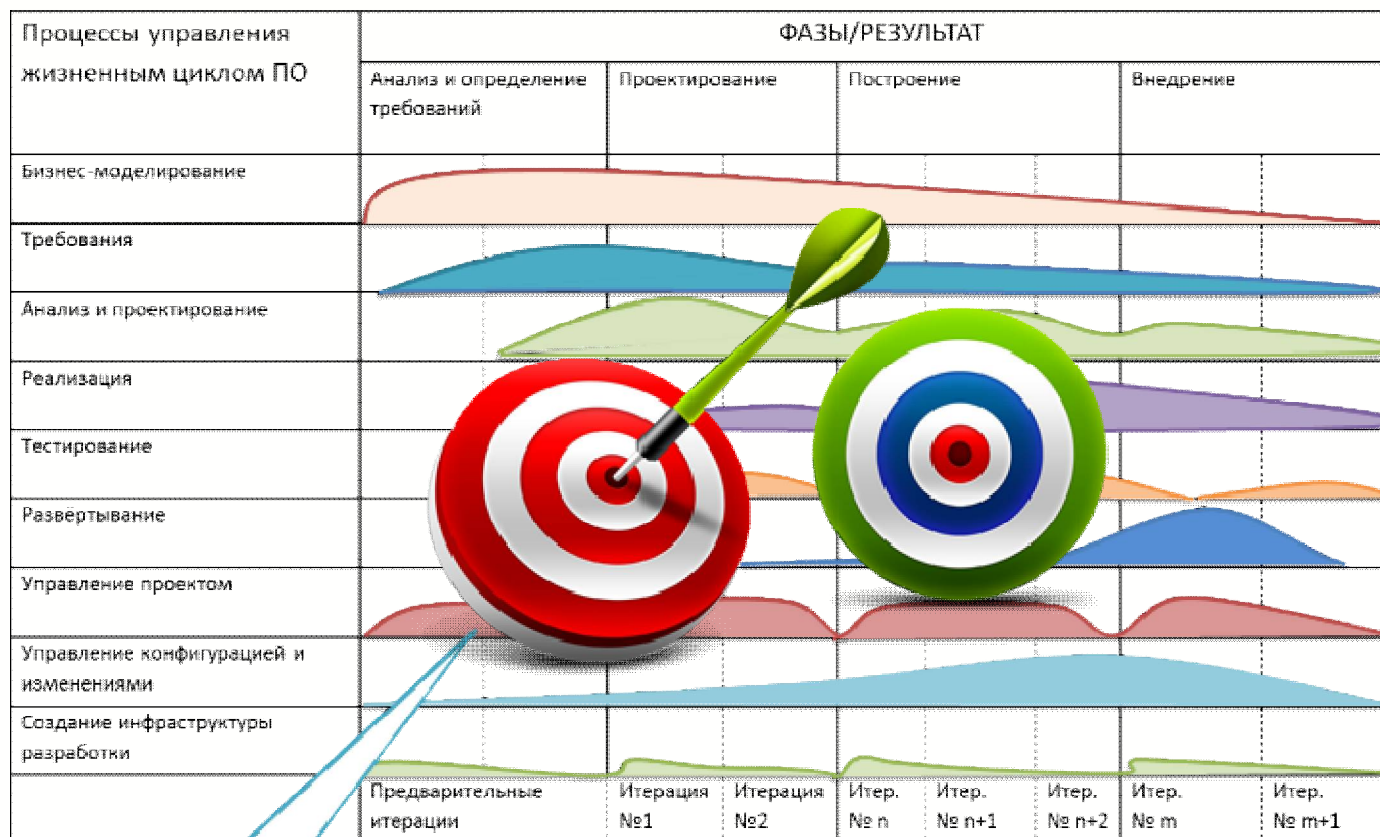
- 7.2.1 Формирование в *MS Project* графика Ганта при условии неограниченных ресурсов**
- 7.2.2 Вывод в *MS Project* отчета о потребности в ресурсах (гистограмма)**
- 7.2.3 Задание в *MS Project* ограничения по наличию ресурса**
- 7.2.4 Устранение в *MS Project* конфликтов по ресурсу (превышение функции потребности над функцией наличия), вывод итогового графика Ганта**
- 7.2.5 Определение в *MS Project* плановой задержки завершения проекта**
- 7.2.6 Сравнение результатов планирования потребления ресурса в СРС7.1 с результатами, полученными средствами *MS Project* в СРС7.2**

СРС7.2 Реализация управления ограниченными ресурсами проекта в *MS Project*

Пункты задания 7.2.1 – 7.2.4 выполняются слушателями самостоятельно в рамках ресурса времени (СРС), выделяемого на лабораторные занятия и работу с пакетом ***MS Project*** по **курсовой работе**

**См. материалы лекции
Першиной Альбины
Петровны**

<http://www.velizarov.net/microsoft-project-book>



Трудозатраты