

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Направление подготовки: **09.03.03 «Прикладная информатика»**

Профиль: **«Прикладная информатика в топливно-энергетическом комплексе»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

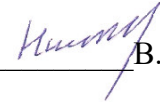
Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2023**


Направление подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»
Профиль «Прикладная информатика в топливно-энергетическом комплексе»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.11 «Управление производством в ТЭК»

Методические материалы составил:

канд. техн. наук, доцент кафедры
информационных технологий в экономике и управлении _____  В.А.Никифоров

«20» _____ января _____ 2023 г.

Заведующий кафедрой информационных технологий в экономике и управлении:

 _____ д-р техн. наук, профессор М.И. Дли
подпись _____ ФИО

«08» февраля 2023 г.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ВВЕДЕНИЕ

Учебной целью является приобретение студентами знаний, умений и навыков по организации и управлению предприятием ТЭК.

Основными задачами являются:

- научить студентов ориентации в вопросах, связанных с управлением, организацией и обслуживанием предприятия ТЭК;
- изучить основные подходы к нормированию труда, планированию производства, организации производственного процесса, определению экономичности работы предприятия и отдельных его подразделений;
- изучить вопросы, связанные с организацией обслуживания производства;
- формирование у студентов способности решать сложные производственные задачи в зависимости от типа характеристик, цикла и структуры производства.

Полученные знания позволят получить навыки эффективного управления современным производством в ТЭК, обеспечивать производственную деятельность предприятия, а также наиболее эффективно обеспечивать решение его текущих и стратегических задач в условиях рынка и конкуренции.

В ходе изучения студенты должны:

- усвоить основные понятия и аспекты управления производством ТЭК, возможные пути его практического использования для управленческой и производственной деятельности;
- получить знания о современных механизмах решения задач производственного управления и их использовании для принятия управленческих решений;
- приобрести умение самостоятельного решения производственно-управленческих задач, вырабатывать стратегические и тактические решения в управленческой деятельности фирмы.

В методических указаниях содержится цель расчетно-графической работы, тематика предлагаемых разделов, исходные данные, перечень задач и задание на расчет, а также конкретные примеры решения поставленных задач.

1 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Тема расчетно-графической работы: «Определение показателей эффективности производственного процесса в ТЭК».

Расчетно-графическая работа – самостоятельная учебная работа студентов, включающая комплекс расчетных задач по установленной тематике.

Целью расчетно-графической работы является закрепление знаний, полученных студентами по дисциплине «Управление производством ТЭК». Расчетно-графическая работа предназначена для приобретения студентами навыков в области планирования, нормирования и организации производственных процессов.

Тематика расчетно-графической работы охватывает основные разделы учебной программы дисциплины «Управление производством ТЭК»: научная организация и нормирование труда на предприятии, характеристика производственного процесса, организация точного производства, организация обслуживания производства, производственные мощности, распределение электрической нагрузки между агрегатами, определение себестоимости выработки энергии, определение потребности в электроэнергии, суточные графики нагрузки, оперативное управление.

Структура расчетного задания:

Введение.

1 Индивидуальное задание на проведение расчетов.

2 Теоретическая часть задания.

3 Расчетная часть задания.

Заключение.

Литература.

Содержание.

Рекомендуемые направления тематики теоретической части расчетно-графической работы:

1. Состав и структура топливно-энергетического комплекса.
2. Электроэнергетическая отрасль в составе ТЭК.
3. Организация производства на предприятиях нефтяной и газовой промышленности.
4. Режимы нагрузки в энергетике и факторы их определяющие.
5. Принцип работы ТЭЦ. Организационно-производственная структура ТЭЦ.
6. Принцип работы ГРЭС. Организационно-производственная структура ГРЭС.
7. Парогазовые и газотурбинные установки.
8. Принцип работы ГЭС. Организационно-производственная структура ГЭС.
9. Оперативное управление производством ТЭК. Диспетчерские центры.
10. Электрические сети. Организационно-производственная структура предприятия электрических сетей.
11. Тепловые сети. Организационно-производственная структура предприятия тепловых сетей.
12. Организация оперативно-диспетчерского управления предприятием электрических сетей (ПЭС).
13. Принцип работы АЭС. Организационно-производственная структура АЭС.
14. Добыча нефти и газа. Продукты переработки нефти и газа.
15. Принцип работы нефтеперерабатывающего завода. Организационно-производственная структура НПЗ.
16. АО-энерго. Организационно-производственная структура АО-энерго.
17. Добыча угля. Содержание и виды подготовки производства при добыче угля.
18. Энергетического хозяйства промышленных предприятий. Организационная структура энергетического хозяйства промышленных предприятий.
19. Особенности проведения ремонтов на станциях. Установление ремонтных циклов энергооборудования.
20. Анализ деятельности ТЭК. Возможности и перспективы.

№ темы соответствует № варианта практической части расчетно-графической работы.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Расчетно-графическая работа включает в себя 20 вариантов индивидуальных заданий. Номер варианта задания определяется по номеру в журнальном списке. Каждый вариант индивидуального задания включает в себя теоретическую часть, тематика которой приведена выше, и расчетную часть, содержащую 17 предлагаемых к решению заданий (задач) по основным разделам учебной дисциплины. Условия заданий расчетной части выдаются преподавателем индивидуально согласно номера варианта студента. Каждое из 17 заданий относится к определенной теме, названия которых приведены при рассмотрении примеров решения заданий.

3 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Тема: Характеристика производственного процесса

Задание 1

Пример 1.

***Условие:**

Определить длительность технологического и производственного цикла обработки партии деталей при разных видах движения. Построить графики процесса обработки партии деталей. Определить коэффициент параллельности.

Исходные данные: величина партии деталей – 12 шт. Величина передаточной партии – 6 шт. Среднее межоперационное время – 2 мин. Работа производится в две смены, длительность смены – 8 час. Длительность естественных процессов – 35 мин. Технологический процесс обработки:

Номер операции	1	2	3
Норма времени, мин	4	1,5	6
Число станков, шт	1	1	2

Решение:

Расчет длительности производственного цикла аналитически:

$$T_{пцпосл.} = 12 (4/1 + 1,5/1 + 6/2) + 3 \cdot 2 + 35 = 143 \text{ (мин.)}$$

$$T_{пцпар.} = 6 (4/1 + 1,5/1 + 6/2) + (12-6) \cdot (4/1) + 3 \cdot 2 + 35 = 116 \text{ (мин.)}$$

$$T_{пцп-посл.} = 12 (4/1 + 1,5/1 + 6/2) - (12-6) \cdot (1,5/1 + 1,5/1) + 3 \cdot 2 + 35 = 125 \text{ (мин.)}$$

$$K_{пар.} = 125/143 = 0,874.$$

Расчет длительности производственного цикла в календарных днях:

$$T_{посл.} = 1/480 \cdot 2 \cdot 0,712 (12 (4/1 + 1,5/1 + 6/2) + 3 \cdot 2) + 35 = 35,316 \text{ (дн.)}$$

$$T_{пар.} = 1/480 \cdot 2 \cdot 0,712 [6 (4/1 + 1,5/1 + 6/2) + (12-6) \cdot (4/1) + 3 \cdot 2] + 35 = 35,119 \text{ (дн.)}$$

$$T_{п-посл.} = 1/480 \cdot 2 \cdot 0,712 [12 (4/1 + 1,5/1 + 6/2) - (12-6) \cdot (1,5/1 + 1,5/1) + 3 \cdot 2] + 35 = 35,263 \text{ (дн.)}$$

Пример 2.

***Условие:**

Определить длительность технологического цикла обработки партии деталей в 12 штук при параллельном виде движения и построить график процесса обработки. Технологи-

технологический процесс обработки детали состоит из следующих операций: $t_1 = 11$ минут, $t_2 = 14$ минут, $t_3 = 8$ минут, $t_4 = 8$ минут, $t_5 = 6$ минут, $t_6 = 10$ минут.

Передаточная партия 3 штуки, количество обрабатывающих устройств: $W_1 = 1$, $W_2 = 2$, $W_3 = 1$, $W_4 = 2$, $W_5 = 1$, $W_6 = 2$.

Решение:

Длительность технологического цикла обработки партии деталей при параллельном виде движения деталей находится по формуле:

$$T_{\text{пар}} = (n - p) * t_{\text{эл}} + p * \sum_{i=1}^k \frac{t_i}{W_i}, \text{ где}$$

n – количество деталей;

p – передаточная партия;

$t_{\text{эл}}$ – время выполнения главной операции;

t_i – длительность i – ой операции;

W_i – количество рабочих мест выполняющих данную операцию;

k – количество операций.

В соответствии с исходными данными получим:

$$T_{\text{пар}} = (12 - 3) * 11 + 3 * (11/1 + 14/2 + 8/1 + 8/2 + 6/1 + 10/2) = 222 \text{ минут.}$$

Таким образом, длительность технологического цикла обработки партии деталей составляет 222 минуты или 3,7 часа.

График процесса обработки представлен на рисунке.

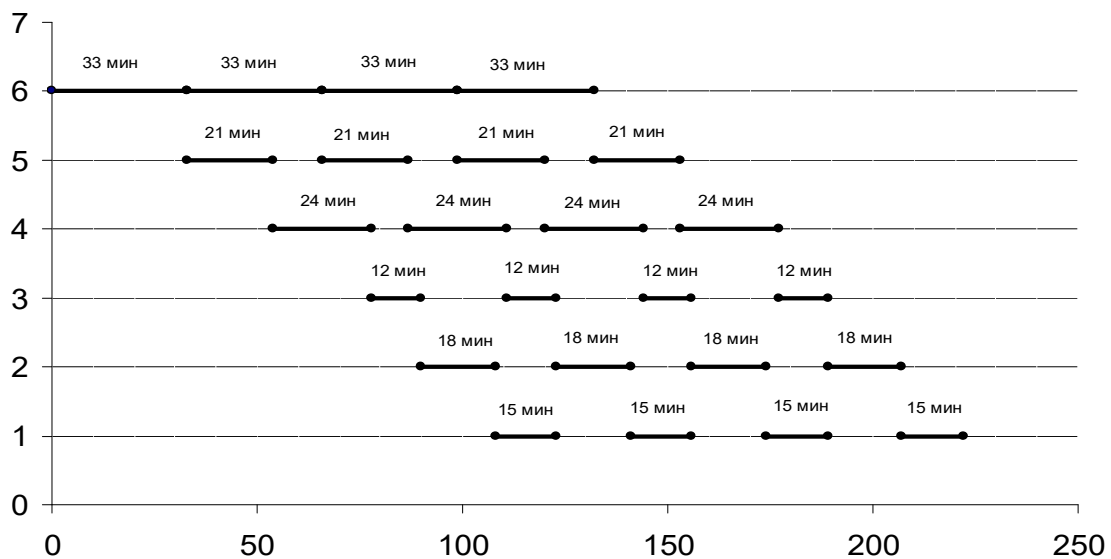


Рисунок - График процесса обработки

Задание 2

Пример.

***Условие:**

Технологический процесс обработки детали состоит из 5 операций: $t_1 = 0,6$ минут, $t_2 = 0,18$ минут, $t_3 = 0,26$ минут, $t_4 = 0,15$ минут, $t_5 = 0,8$ минут. Размер партии 50 штук. Каждая операция выполняется на одном станке. Определить время обработки всей партии деталей при последовательном сочетании операций и время пролеживания каждой детали в ожидании передачи ее с третьей операции на четвертую.

Решение:

Длительность технологического цикла обработки партии деталей при параллельном виде движения деталей находится по формуле:

$$T_{\text{посл}} = n * \sum_{i=1}^k \frac{T_i}{W_i}, \text{ где}$$

n – количество деталей;

T_i – длительность i – ой операции;

W_i – количество рабочих мест выполняющих данную операцию;

k – количество операций.

В соответствии с исходными данными получим:

$$T_{\text{посл}} = 50 * (0,6 + 0,18 + 0,26 + 0,15 + 0,8) = 99,5 \text{ минут.}$$

Для определения времени пролеживания детали в ожидании передачи ее с одной операции на другую используют выражение:

$$T_{\text{ож}} = (n-1) * \sum_{i=1}^k \frac{T_i}{W_i}, \text{ где}$$

n – количество деталей;

T_i – длительность i – ой операции;

W_i – количество рабочих мест выполняющих данную операцию;

k – количество операций.

В соответствии с заданием получаем, что время пролеживания каждой детали в ожидании передачи ее с третьей операции на четвертую составляет:

$$T_{\text{ож}} = (50-1) * 0,26 = 12,74 \text{ минут.}$$

Таким образом, время обработки всей партии деталей составляет 99,5 минут, а время пролеживания каждой детали 12,74 минут.

Тема: Сложный производственный процесс

Задание 3

Пример .

***Условие:**

Составить веерную и линейную схему сборки, построить цикловой график и определить время, необходимое для изготовления изделия А. Длительность производственных циклов изготовления деталей, подузлов и узлов дана в таблице.

Таблица - Длительность производственных циклов (в часах)

Обозначение деталей, узлов, подузлов	А	У1	У2	У3	Д1	ПУ 11	ПУ 21	ПУ 31	ПУ 32	Д 111	Д 211	Д 212	Д 213	Д 31	Д 321
Длительность цикла в часах	4	3	2	4	5	3	1	6	5	3	2	6	1	1	3

Решение:

Веерная схема сборки изделия А показана на рисунке.

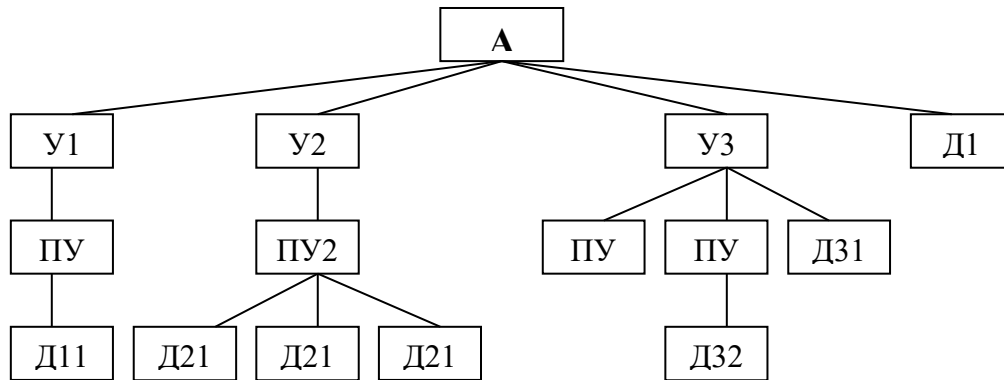


Рисунок – Веерная схема сборки изделия А

Линейная схема сборки изделия А показана на рисунке.

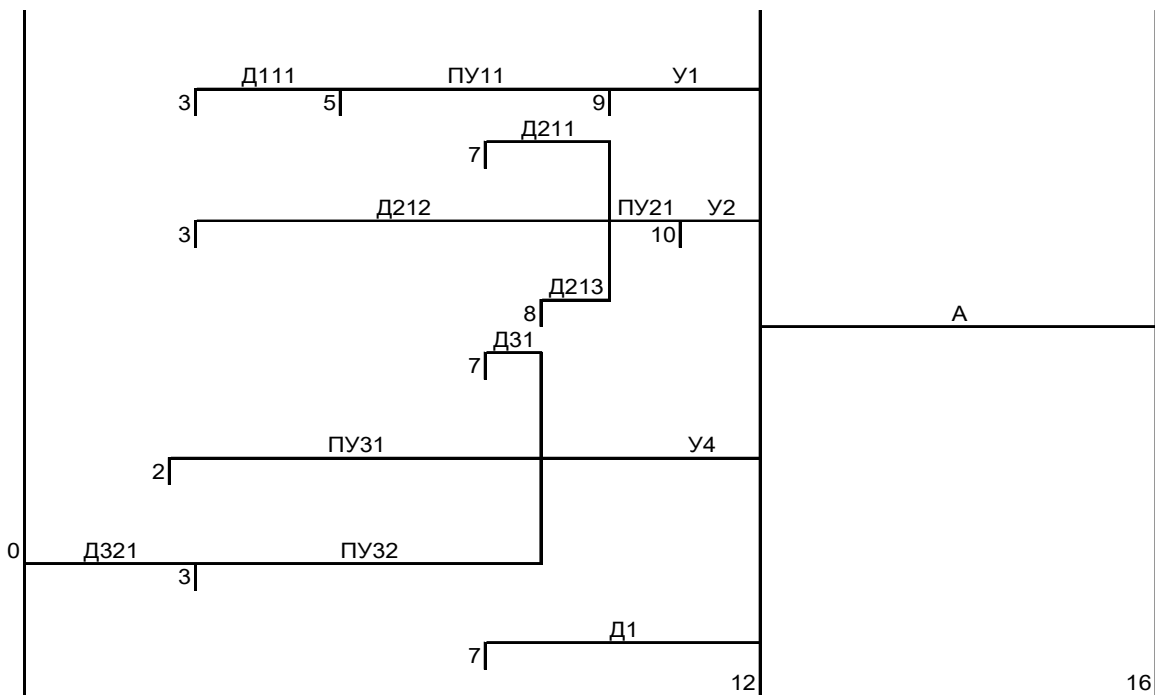


Рисунок – Линейная схема сборки изделия А

Цикловой график полностью совпадает с линейной схемой сборки изделия А. Как видно из построенной схемы, время необходимое для изготовления изделия А, составляет 16 часов.

Тема: Организация поточного производства

Задание 4

Пример.

***Условие:**

Сборка узла производится на работающем конвейере непрерывного действия. Трудоемкость сборочных операций 1,5 часа. Линия работает с тактом 5 минут. Расстояние между смежными рабочими местами 3 метра; Рабочие места расположены по обе стороны конвейера в шахматном порядке. Определить скорость движения конвейера и длину конвейера.

Решение:

Скорость конвейера рассчитывается по формуле: $V = \frac{l}{\tau}$, длина конвейера равна: $L = l * W_{ПРН}$, где l – расстояние между центрами двух рабочих мест или шаг конвейера, τ – такт линии, $W_{ПРН}$ – принятое количество мест на каждой операции.

Определим скорость конвейера:

$$V = 3/5 = 0,6 \text{ м/мин.}$$

Для определения длины конвейера необходимо определить принятое количество рабочих мест на каждой операции, для чего используем формулу:

$W_{РАС} = \frac{\sum t_i}{\tau}$, где $\sum t_i$ – норма времени на выполнение всех операций, в данном случае трудоемкость сборки.

$W_{РАС} = 90/5 = 18$ мест. В данном случае $W_{ПРН} = W_{РАС} = 18$ мест. Таким образом, можем определить длину конвейера $L = 3 * 18 = 54$ м.

Задание 5

Пример.

***Условие:**

Сборка бокса с подводным прожектором производится на прерывно-поточной линии. Технологический процесс (в минутах): $t_1 = 8$, $t_2 = 5$, $t_3 = 27$, $t_4 = 50$, $t_5 = 20$. Суточная программа выпуска 192 бокса. Предприятие работает в две смены. Период изменения задела $\frac{1}{2}$ смены. Рассчитать прерывно-поточную линию (такт, число рабочих мест и их загрузку). Определить максимальную величину межоперационных оборотных заделов и построить эпюры их движения.

Решение:

Для расчета прерывно-поточной линии применяется формула:

$$\tau = \frac{F_P}{N_B}, \text{ где}$$

F_P – фонд времени поточной линии,

N_B – программа выпуска изделий.

$$F_P = (F_H - f_{II}) * (1 - \frac{a}{100}), \text{ где}$$

F_H – номинальный фонд времени,

f_{II} – фонд времени на общие регламентированные перерывы,

a – процент потерь времени на техническое обслуживание.

С учетом исходных данных, получаем, что такт прерывно-поточной линии равен: $\tau = (2 \cdot 8 \cdot 60) / 192 = 5$ мин.

Рассчитывая необходимое число рабочих мест, используем формулы: $W_{PAC} = \frac{t_i}{\tau}$, где t_i - норма времени на операцию. Принятое количество рабочих мест $W_{ПРН}$ определяется путем округления расчетного количества до ближайшего целого числа. Перегрузка на стадии проектирования допускается в пределах 10 - 15%. Коэффициент загрузки рабочего места:

$$n_i = \frac{W_{PAC_i}}{W_{ПРН_i}}$$

Результаты расчета поточной линии представлены в таблице.

Таблица - Результаты расчета поточной линии

W_{PAC}	$W_{ПРН}$	n
1,6	2	0,8
1	1	1
5,4	5	1,08
10	10	1
4	4	1

Для определения величины межоперационных заделов применяется формула:

$$Z_{MO} = \frac{T_{COBM} * W_{oi-1}}{t_{i-1}} - \frac{T_{COBM} * W_{oi}}{t_i}, \text{ где}$$

T_{COBM} - время совместной работы оборудования на обеих операциях;

W_{oi-1} и W_{oi} - количество оборудования на смежных операциях, работающего в период T_{COBM} .

В результате получаем: $Z_{MO(1,2)} = +12$; $Z_{MO(2,3)} = +4$; $Z_{MO(3,4)} = -4$; $Z_{MO(4,5)} = 0$.

Эпюры движения межоперационных заделов построены на рисунках 1 – 4.

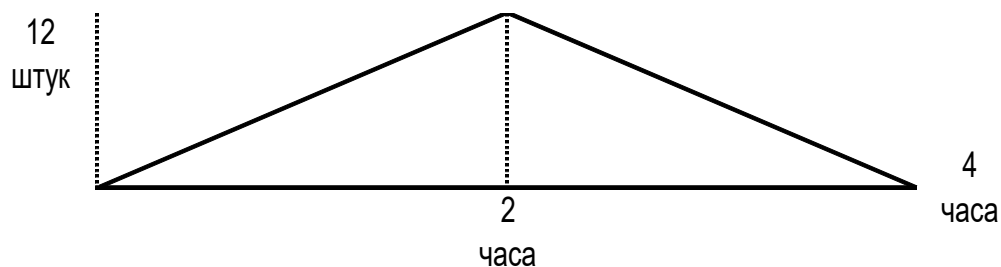


Рисунок 1 – Эпюры движения заделов между 1 и 2 операциями

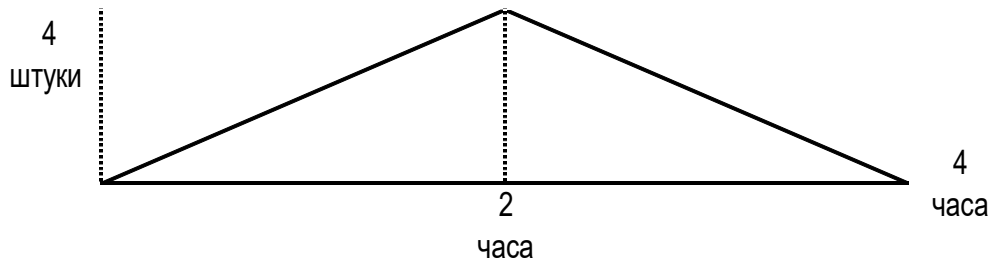


Рисунок 2 – Эпюры движения заделов между 2 и 3 операциями

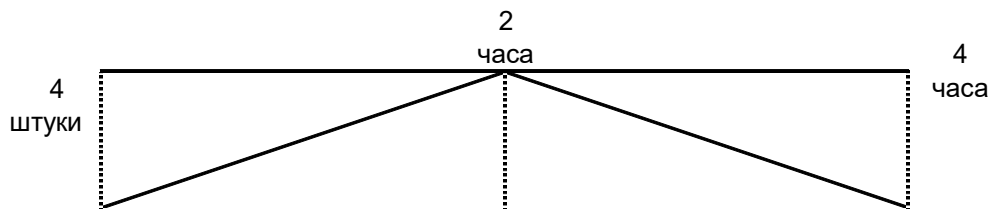


Рисунок 3 – Эпюры движения заделов между 3 и 4 операциями

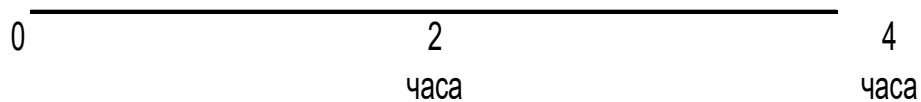


Рисунок 4 – Эпюры движения заделов между 4 и 5 операциями

Тема: Фотография рабочего дня
Задание 6

Пример.
***Условие:**

Рассчитать возможное повышение производительности труда (K_2) при условии сокращения потерь времени по технологическим причинам на 50%, полной ликвидации потерь организационного характера и по причинам, зависящим от рабочего. Баланс рабочего времени приведен в таблице.

Таблица - Баланс рабочего времени

Категория затрат рабочего времени	Затраты времени в минутах
Подготовительно-заключительное время	10
Оперативное время	352
Обслуживание рабочего места	20
Отдых и личные надобности	18
Простои из-за неисправности оборудования	40
Простои из-за отсутствия заготовок	25
Опоздания на работу и преждевременный уход с работы	15
Итого	480

Решение:

Таблица – Категории затрат рабочего времени

Категория затрат рабочего времени	Индекс
Нормированные затраты:	
Подготовительно-заключительное время	$t_{ПЗ}$
Оперативное время	$t_{ОП}$
Обслуживание рабочего места	$t_{ОВС}$
Отдых и личные надобности	$t_{ОЛН}$
Ненормированные затраты:	
Простои из-за неисправности оборудования	$t_{ОГРН}$
Простои из-за отсутствия заготовок	" $t_{ОГРН}$
Опоздания на работу и преждевременный уход с работы	$t_{ПРВ}$

Таблица – Проектируемые затраты

Категория затрат рабочего времени	Индекс	Ликвидируемые	Проектируемые затраты
Подготовительно-заключительное время	$t_{ПЗ}$	-	10
Оперативное время	$t_{ОП}$	-	412
Обслуживание рабочего места	$t_{ОВС}$	-	20
Отдых и личные надобности	$t_{ОЛН}$	-	18
Простои из-за неисправности оборудования	$t_{ОГРН}$	20	20
Простои из-за отсутствия заготовок	" $t_{ОГРН}$	25	-
Опоздания на работу и преждевременный уход с работы	$t_{ПРВ}$	15	-
Итого		60	460

$$K_{ПТ} = \frac{t_{ОП}^{НОРМ} - t_{ОП}^{ФАКТ}}{t_{ОП}^{ФАКТ}}, \text{ где}$$

$t_{ОП}^{НОРМ}$ и $t_{ОП}^{ФАКТ}$ - оперативное время нормированное и фактическое соответственно.

$$t_{ОП}^{НОРМ} = t_{ОП}^{ФАКТ} + 0,5 * t_{ОГРН} + t_{ОГРН} + t_{ПРВ}.$$

$$t_{ОП}^{НОРМ} = 352 + 20 + 25 + 15 = 412.$$

$$K_{ПТ} = \frac{412 - 352}{352} * 100\% = 17,1\%.$$

Тема: Хронометраж

Задание 7

Пример.

***Условие:**

Определить среднюю продолжительность отдельных элементов операции в целом по данным хронометражного наблюдения, которые приведены ниже в таблице 6. Определить норму времени на 1 деталь ($K_{уст.зад.}$).

Таблица А – Элементы операции

Элемент операции	Текущее время в минутах по нормам наблюдения				
	1	2	3	4	5
Установить деталь	0,3	21,4	43,0	63,9	89,7
Включить станок, подвести сверло	0,9	22,2	44,0	64,8	90,4
Просверлить отверстие	18,7	40,3	61,5	86,5	107,0
Выключить станок, отвести сверло	19,5	41,0	62,3	87,3	107,8
Снять деталь и отложить	21,0	42,6	63,5	89,4	110,0

Решение:

Рассчитаем фактическую продолжительность отдельных элементов операций. Результаты приведены в таблице В.

Таблица В – Фактическая продолжительность элементов операций

Элемент операции	Текущее время в минутах по нормам наблюдения				
	1	2	3	4	5
Установить деталь	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
Включить станок, подвести сверло	0,6	0,8	1,0	0,9	0,7
Просверлить отверстие	17,8	18,1	17,5	21,7	16,6
Выключить станок, отвести сверло	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8
Снять деталь и отложить	1,5	1,6	1,2	2,1	2,2

Для определения средней продолжительности отдельных элементов операции воспользуемся формулой:

$$x_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \text{ где}$$

x_i - продолжительность i – того наблюдения из хронометражного ряда,

n – число наблюдений хронометражного ряда.

Проведя расчеты по формуле, получаем следующие результаты, представленные в таблице С.

Таблица С – Средняя продолжительность элементов операции

Элемент операции	Средняя продолжительность, в минутах
Установить деталь	0,36
Включить станок, подвести сверло	0,8
Просверлить отверстие	18,34
Выключить станок, отвести сверло	0,78
Снять деталь и отложить	1,72

Для расчета нормы времени используется формула:

$$H_{BP} = t_{ПЗ} + t_{ОП} + t_{ОВС} + t_{ОЛН}.$$

Из всех необходимых для проведения расчет затрат времени, исходные данные содержат только $t_{ОП}$. За норму оперативного времени изучаемой операции принимается рассчитанное выше значение x .

Таким образом, норма времени на одну деталь будет складываться из отдельных норм времени на каждую операцию: $H_{BP} = \sum H_{BPi}$.

Проведем расчет норм времени по каждой операции. Для этого необходимо рассчитать значение коэффициента устойчивости хронометражного ряда и сравнить с нормативным.

$$K_{уст} = \frac{T_{MAX}}{T_{MIN}}, \text{ где}$$

T_{MAX} и T_{MIN} - максимальное и минимальное значение длительности элементов операций.

Операция №1:

$$K_{уст} = 0,4/0,3 = 1,33 \leq 1,45, \text{ то данный ряд устойчив } H_{BP1} = T_{ОП1} = 0,36.$$

Операция №2:

$K_{уст} = 1,0/0,6 = 1,66 \geq 1,45$, то ряд неустойчив. Исключаем из рассмотрения значение 1,0, тогда $K_{уст} = 0,9/0,6 = 1,5 \geq 1,45$, то ряд все равно не устойчив. Исключим из рассмотрения 0,6. Получим $K_{уст} = 1,0/0,7 = 1,42 \leq 1,45$, то ряд устойчив, значит, $H_{BP2} = t_{ОП2} = 0,85$, так как новое $x_{CP} = 0,85$.

Операция №3:

$$K_{уст} = 21,7/16,6 = 1,30 \leq 1,45, \text{ значит ряд устойчив и } H_{BP3} = t_{ОП3} = 18,34.$$

Операция №4:

$$K_{уст} = 0,8/0,7 = 1,14 \leq 1,45, \text{ то ряд устойчив, значит } H_{BP4} = t_{ОП4} = 0,78.$$

Операция №5:

$K_{уст} = 2,2/1,2 = 1,80 \geq 1,45$, то ряд не устойчив. Исключим из рассмотрения значение 1,2 и получим $K_{уст} = 2,2 / 1,5 = 1,47 \geq 1,45$, то ряд опять не устойчив. Исключаем значение 2,2, получим $K_{уст} = 2,2/1,6 = 1,40 \leq 1,45$, то ряд устойчив. Находим новое значение $x_{CP} = 1,73$, то $H_{BP5} = t_{ОП5} = 1,73$.

Тогда, норма времени на деталь: $H_{BP} = \sum H_{BPi} = 22,06$ мин.

Тема: Нормирование труда

Задание 8

Пример.

***Условие:**

Рассчитайте норму штучного времени и норму выработки на продольную обточку валика на токарном станке по следующим данным: длина обработки $L = 300$ мм, длина вре-

зания и перебега $l = 6$ мм, подача $S = 0,4$ мм/об, скорость резания $V = 93$ об/мин, вспомогательное время $t_B = 1,2$ мин, время обслуживания $t_{обс} = 6\%$ от оперативного времени и время на отдых $t_{отд} = 4\%$.

Решение:

Сначала найдем основное время $t_{осн}$, за один оборот на обточку подается 0,4 мм, всего же надо обточить $L + l = 300 + 6 = 306$ мм. За одну минуту обтачивается $V * S = 93 * 0,4 = 37,2$ мм. То основное время (время обработки) составит $t_{осн} = 306 / 37,2 = 8,3$ мин.

Оперативное время складывается из основного и вспомогательного $t_{оп} = t_{осн} + t_B$, то $t_{оп} = 8,3 + 1,2 = 9,5$ мин.

Время на обслуживание $t_{обс} = 0,06 * t_{оп} = 0,06 * 9,5 = 0,57$ мин, время на отдых $t_{отд} = 0,04 * t_{оп} = 0,38$ мин.

Норма штучного времени находится по формуле:

$$T_{шт} = t_{обс} + t_{оп} + t_{отд}, \text{ то}$$

$$T_{шт} = 0,57 + 9,5 + 0,38 = 10,45 \text{ мин.}$$

Для нахождения нормы выработки используется выражение:

$$N_{врв} = \frac{T_{см} - (t_{пз} + t_{овс} + t_{оп})}{t_{оп}}, \text{ то}$$

$$N_{врв} = \frac{480 - (0,57 + 9,5)}{9,5} = 49,5 \text{ мин.}$$

Тема: Режим работы персонала. Графики сменоборота

Задание 9

Пример.

***Условие:**

Построить график сменоборота для следующих условий:

- 1) количество бригад $m = 5$
- 2) количество дней в течение рабочей недели, когда бригада работает в одну и ту же смену $n = 4$
- 3) восьми часовой рабочий день

Решение задачи:

Длительность сменоборота определяются по формуле $T_{см} = m * n$, где m - количество бригад, n - число рабочих дней в течение рабочей недели, в которые бригада выходит в одну и ту же смену.

$$T_{см} = 5 * 4 = 20 \text{ дней.}$$

Так как принят восьмичасовой рабочий день, то предприятие будет работать в три смены. Работающие бригады условно обозначим А, Б, В, Г и Д.

Таблица - График сменоборота имеет вид:

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

1 смена	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г	Д	Д	Д	Д	А
2 смена	Г	Г	Д	Д	Д	Д	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г
3 смена	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г	Д	Д	Д	Д	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В
Отдых	Б, Д	Б Д	Б, Г	Б, Г	А, В	А, В	В, Д	В, Д	Б, Г	Б, Г	А, Г	А, Г	В, Д	В, Д	Б, Д	Б, Д	А, Г	А, Г	А, В	А, В	Б, Д

Среднее число рабочих часов за период сменоборота: $12 * 8 = 96$ часов.

Среднее число часов отдыха за период сменоборота: $8 * 24 + 12 * 16 = 384$ часа.

Тема: Нормирование численности персонала

Задание 10

Пример 1.

***Условие:**

На основе имеющихся данных (см. табл.) необходимо рассчитать численность производственного персонала, используя метод трудоемкости.

Таблица - Исходные данные

Показатели	Вид работы А	Вид работы В
Трудоемкость изделия (час.)		
изделие 1	0,8	0,5
изделие 2	0,3	0,4
Производственная программа (шт.)		
изделие 1	1000	1000
изделие 2	1200	1200
Время для изменения остатка незавершенного производства (час.)		
изделие 1	100	150
изделие 2	170	120
Планируемый процент выполнения норм (%)	104	105
Полезный фонд времени одного работника (час.)	432,5	432,5

Методические указания:

Формулы для расчета численности по методу трудоемкости приведены, ниже:

$$\text{Численность персонала} = \frac{\text{Время, необходимое для выполнения производственной программы (} T_{\text{ПП}} \text{)}}{\text{Полезный фонд времени одного работника (} T_{\text{раб}} \text{)}}$$

В свою очередь:

$$\text{Время, необходимое для выполнения производственной программы} = \sum_{i=1}^n \frac{N_i T_i + T_{\text{НП}}}{K_B}$$

где n - количество номенклатурных позиций изделий в производственной программе;

N_i — количество изделий i-й номенклатурной позиции;

T_i — трудоемкость процесса изготовления изделия i-й номенклатурной позиции;

$T_{\text{НП}}$ — время, необходимое для изменения величины незавершенного производства в соответствии с производственным циклом изделий i-й позиции номенклатуры;

K_B — коэффициент выполнения норм времени.

Последовательность расчета численности производственного персонала по имеющимся исходным данным приведена ниже:

1. Определение трудоемкости (ТР) производственной программы по изделиям:

$$TP1 = N1 \times T1 \text{ и } TP2 = N2 \times T2 .$$

2. Определение общей трудоемкости валовой продукции по программе для обоих изделий:

$$N1T1 + N2T2 + T_{нп1} + T_{нп2}$$

3. Расчет времени, необходимого для выполнения производственной программы:

$$\frac{\text{общая трудоемкость валовой продукции}}{\text{коэффициент выполнения норм времени}}$$

4. Определение расчетной численности производственного персонала:

$$\frac{\text{Время, необходимое для выполнения производственной программы}}{\text{полезный фонд времени одного работника}}$$

Пример 2.

*Условие:

На основе имеющихся исходных данных необходимо рассчитать численность административно-управленческого персонала, используя метод Розенкранца.

№ п/п	Организационно-управленческие виды работ	Количество действий по выполнению вида работ	Время, необходимое для выполнения
1.	Расчет денежной наличности	500	1
2.	Учет доходов-расходов предприятия	3000	0,5
3.	Расчет сводного финансового баланса	300	3

Годовой фонд времени одного сотрудника согласно контракту - 1920 час.; коэффициент, учитывающий затраты времени на дополнительные работы, - 1,3; коэффициент, учитывающий затраты времени на отдых сотрудников, — 1,12; коэффициент пересчета явочной численности в списочную — 1,1.

Методические указания:

Формульное выражение зависимости для расчета численности административно-управленческого персонала по методу Розенкранца приведено ниже:

$$\text{Численность} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i t_i}{T} \times K_{нрв} ,$$

где n - количество видов организационно-управленческих работ, определяющих загрузку подразделения или группы сотрудников;

m_i - среднее количество определенных действий (расчетов, обработки заказов, переговоров и т. п.) в рамках i-го вида работ за установленный промежуток времени (например, за год);

t_i - время, необходимое для выполнения одного действия в рамках i-го вида организационно-управленческих работ;

T - рабочее время одного сотрудника согласно трудовому договору (контракту) за соответствующий принятому в расчетах промежутков календарного времени;

K_{НРВ} - коэффициент необходимого распределения времени.

1. Расчет суммарного времени выполнения организационно-управленческих работ:

$$m_1 t_1 + m_2 t_2 + m_3 t_3$$

2. Расчет коэффициента необходимого распределения времени:

$$K_{НРВ} = \frac{\text{коэффициент, учитывающий затраты времени на дополнительные работы}}{\text{коэффициент, учитывающий затраты времени на отдых сотрудников}} \times \frac{\text{коэффициент пересчета явочной численности в списочную}}{\text{коэффициент пересчета явочной численности в списочную}}$$

3. Определение расчетной численности административно-управленческого персонала:

$$\frac{m_1 t_1 + m_2 t_2 + m_3 t_3}{T} \times K_{НРВ}$$

Пример 3.

*Условие:

На основе исходных данных необходимо рассчитать численность персонала по нормам обслуживания. Формулы для расчетов и их последовательность приведены в методических указаниях к решению задачи.

№ п/п	Виды работ по обслуживанию агрегата	Время выполнения операции (час.)	Количество операций за смену
1.	Загрузка агрегата	0,02	60
2.	Контроль рабочего процесса	0,08	120
3.	Выгрузка агрегата	0,03	60

Количество агрегатов - 8;

режим работы агрегатов - двухсменный;

количество агрегатов, работающих в 1-ю смену, - 8;

количество агрегатов, работающих во 2-ю смену, - 4;

полезный фонд времени одного работника за смену - 7 часов;

время на дополнительные операции по обслуживанию агрегата - 1,4 часа;

коэффициент пересчета явочной численности в списочную - 1,15.

Методические указания:

Формулы расчета численности персонала по нормам обслуживания приведены ниже:

$$\text{Численность} = \frac{\text{число агрегатов} \times \text{коэффициент загрузки}}{\text{норма обслуживания}} \times K_n, \quad (1)$$

где K_n - коэффициент пересчета явочной численности в списочную.

В свою очередь, норма обслуживания рассчитывается следующим образом:

$$\text{Норма обслуживания} = \frac{T_{\text{пол}}}{\sum_{i=1}^n (t_i \times n_i) + T_{\text{д}}}$$

где $T_{\text{пол}}$ - полезный фонд времени одного работника за день или смену;

n - количество видов работ по обслуживанию агрегата;

t_i - время, необходимое на выполнение одной операции по i -му виду работ;

n_i - количество операций по i -му виду работ, выполняемое за один рабочий день или смену;

$T_{\text{д}}$ - время выполнения дополнительных работ по обслуживанию агрегата, не включаемых в t_i .

Коэффициент загрузки рассчитывается при неодносменном режиме работы:

$$\text{Коэф. Загр.} = \frac{N_{\text{общ.}}}{N_{\text{макс.}}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{общ.}}$ - общее суммарное количество работающих за определенный период времени агрегатов, включая все смены работы;

$N_{\text{макс.}}$ - количество работающих за тот же период времени агрегатов в наиболее загруженную смену.

Последовательность расчетов по имеющимся исходным данным приведена ниже:

1. Расчет суммарного времени на обслуживание агрегата:

$$T_{\text{сумм.}} = (t_1 \times n_1) + (t_2 \times n_2) + (t_3 \times n_3) + T_{\text{д}}$$

2. Расчет нормы обслуживания:

$$T_{\text{пол}} / T_{\text{сумм.}}$$

3. Определение коэффициента загрузки по выражению (2).

4. Определение расчетной численности персонала по обслуживанию агрегатов по выражению (1).

Тема: Организация инструментального хозяйства

Задание 11

Пример.

***Условие:**

Найти необходимое количество мерительных скоб А. Одна скоба выдерживает 2000 измерений. Годовая программа запуска по деталям 220 тыс. штук. Количество измерений на одну деталь два.

Решение задачи:

Для решения задачи, воспользуемся формулой:

$$K_{\text{МЕР}} = \frac{N_{\text{в}} * c * i}{m * (1 - k)}, \text{ причём}$$

$m = a * b * d$, где

$N_{\text{в}}$ - количество деталей, выпущенных на плановый период,

c – количество измерений на одну деталь,

i – выборочность контроля в долях единиц,

k – коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя,

m – коэффициент зависит от a, b, d ,

a – количество допустимого износа в мм,

b – количество промеров,

d - дополнительное число ремонтов до полного износа.

Решение:

$$K_{\text{МЕР}} = (220000 * 2 * 0,5) / 2000 = 110 \text{ шт.}$$

Тема: Организация контроля качества
Задание 12

Пример.

***Условие:**

Цех выпускает детали трех наименований. Данные об объеме выпускаемой продукции и трудоемкости контрольных операций сведены в таблицу.

Таблица - Данные об объеме выпускаемой продукции

Детали	Месячная программа (в шт)	Трудоемкость контроля операций (в мин)
А	18000	1,0
Б	35000	1,0
В	16000	2,6

На участке работает 8 контролеров. Дополнительное время на обход рабочих мест и оформление документации 25%. Определить, какую степень выборочности контроля они могут обеспечить при 8 часовом рабочем дне и при каком числе контролеров может быть обеспечен сплошной контроль на участке. Число рабочих дней в месяце – 20.

Решение:

Для решения задачи, воспользуемся формулой:

$$Ч_K = \frac{(N_1 * t_1 + N_2 * t_2 + N_3 * t_3) * m * i * d}{F_{\partial}}, \text{ где}$$

m – количество контрольных операций по i – му объекту,

t – время на i – ую контрольную операцию,

d – коэффициент допустимого времени на обход рабочих мест,

F_{∂} - действительный фонд рабочего времени,

i – выборочность контроля.

Определим, степень выборочности контроля:

$$i = (8 * 8 * 20 * 60) / (18000 * 1 + 35000 * 1 + 16000 * 2,6) * 1 * 1,25 = 0,65,$$

Определим число контролеров, при котором может быть обеспечен сплошной контроль на участке:

$$Ч_K = ((18000 * 1 + 35000 * 1 + 16000 * 2,6) * 1 * 1 * 1,25) / (20 * 8 * 60) = 13 \text{ контролеров.}$$

Тема: Производственная мощность

Задание 13

Пример 1.

***Условие:**

Предприятие, производящее булочки для завтрака, имеет оборудование с эффектом 90 % и коэффициентом использования мощности 80 %. Три производственные линии используются для производства булочек. Линии работают 7 дней в неделю по три восьмичасовых смены в день. Каждая линия спроектирована на изготовление 120 стандартных булочек в час. Какова нормативная мощность?

Решение:

При расчете нормативной мощности, мы умножаем проектируемую мощность (которая равна числу линий на время работы линии в часах и на число булочек в час) на коэффициент использования и эффект. Оборудование используется семь дней в неделю, по три смены в день. Таким образом, каждая производственная линия работает 168 часов в неделю ($168 = 7 \text{ дней} \times 3 \text{ смены} \times 8 \text{ часов в смену}$). По этой информации нормативная мощность может быть определена формулой:

$$\begin{aligned} \text{Нормативная мощность} &= (\text{Проектируемая мощность}) \times \\ &\times (\text{Коэффициент использования}) \times (\text{Эффект}) = \\ &= [(120) (3) (168)] (0,8) (0,9) = 43,546 \text{ булочек / неделю.} \end{aligned}$$

Пример 2 .

*Условие:

В цехе машиностроительного завода три группы станков: шлифовальные – 5 ед., строгальные – 11 ед., револьверные – 15 ед. Норма времени на обработку единицы изделия в каждой группе станков соответственно: 0,5 час; 1,1 час; 1,5 час.

Определите производственную мощность цеха, если известно, что режим двухсменный, продолжительность смены – 8 ч; регламентированные простои оборудования составляют 7% от режимного фонда времени, число рабочих дней в году – 255.

Решение:

$$1. \quad T_{\text{макс(пол)}} = D_p * C * t_{\text{см}} * \frac{100 - \%_{\text{пр}}}{100} = 255 * 2 * 8 * 0,93 = 3794,2 \text{ ч.}$$

$$2. \quad M = \frac{T_{\text{макс.}} * n}{N_t}$$

$$3. \quad M_{\text{шл}} = \frac{3794,2 * 5}{0,5} = 37942 \text{ изд.}$$

$$4. \quad M_{\text{стр}} = \frac{3794,2 * 11}{1,1} = 37942 \text{ изд.}$$

$$5. \quad M_{\text{рев}} = \frac{3794,2 * 15}{1,5} = 37942 \text{ изд.}$$

Пример 3 .

*Условие:

Ткацкая фабрика работает в две смены, количество ткацких станков на начало года 500. С 1 апреля установлено 60 станков, а 1 августа выбыли 50 станков. Число рабочих дней в году – 260, плановый процент простоев на ремонт станка – 5%, производительность одного станка – 4 м ткани в час, план выпуска продукции – 7500 тыс. м. Рассчитайте производственную мощность фабрики по выпуску ткани и коэффициент ее использования.

Решение:

$$1. \quad n = 500 * \frac{60 * 9}{12} - \frac{50 * 6}{12}$$

$$2. \quad T_{\text{макс(пол)}} = D_p * C * t_{\text{см}} * \frac{100 - \%_{\text{пр}}}{100} = 260 * 2 * 8 * 0,95 = 3952 \text{ ч.}$$

3. $M = \Pi_M * T_{\max} * n = 4 * 3952 * 520 = 8220,16$ тыс.м.

4. $K_{\text{им}} = \frac{V_{\text{пл}}}{M} = \frac{7500}{8220,16} \approx 0,91$

Пример 4.

***Условие:**

Определите производственную мощность цеха и коэффициент использования мощности при следующих условиях: количество однотипных станков в цехе 100 ед., с 1 ноября установлено еще 30 ед., с 1 мая выбыло 6 ед., число рабочих дней в году – 258, режим работы двухсменный, продолжительность смены – 8 час, регламентированный процент простоев на ремонт оборудования – 6% производительность одного станка – 5 деталей в час; план выпуска за год – 1700000 деталей.

Решение:

1. $T_{\max} = D_p * c * t_{\text{см}} * \frac{100 - \%_{\text{пр}}}{100} = 258 * 2 * 8 * 0,94 = 3880,32$ ч.

2. $\bar{n} = \frac{n_{\text{вв}} * n_M}{12} - \frac{n_{\text{выб}} * n_M}{12} = 100 + \frac{30 * 2}{12} - \frac{6 * 8}{12} = 101$ ст.

3. $M = \Pi_M * T_{\max} * \bar{n} = 5 * 3880,32 * 101 = 1959562$ дет.

4. $K_{\text{им}} = \frac{V_{\text{пл}}}{M} = \frac{1700000}{1959562} \approx 0,87.$

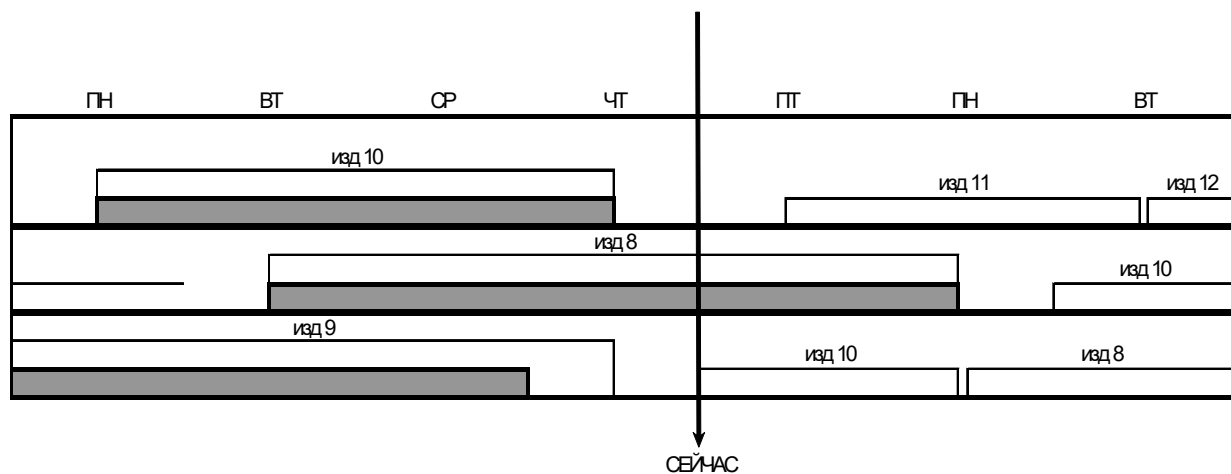
Тема: Оперативное управление производством. График Гантта

Задание 14

Пример.

***Условие:**

Охарактеризовать состояние работ по графику Гантта.



Решение:

График показывает, что на данный момент конец рабочего дня четверга.

Линия 1: стоит, закончена обработка изделия 10. Обработка изделий 11 и 12 начнется только завтра, то есть в пятницу.

Линия 2: после плановой профилактики начата обработка изделия 8, которое обработано, на данный момент, с опережением. Линию планируется остановить на профилактику, после чего начнется обработка изделия 10.

Линия 3: в данный момент обработка изделия 9 не закончена и значительно отстает от плана. Обработка изделия 9 запаздывает. Значительное невыполнение планового задания, поэтому обработку изделия 10 и 8 нельзя начать пока не завершится обработка предыдущего изделия на линии.

Тема: Распределение электрической нагрузки между турбинами **Задание 15**

Режимная карта машинного зала тепловой станции — это зависимость электрической нагрузки отдельных турбоагрегатов от электрической нагрузки станции: $P_i = f(P)$. Режимная карта разрабатывается на основе характеристик относительного прироста определенного состава работающих турбоагрегатов применительно к данным тепловым нагрузкам и условиям эксплуатации и используется для оптимального распределения суммарной нагрузки ТЭС между ними.

Допустим, что совместно работают два агрегата со следующими энергетическими характеристиками:

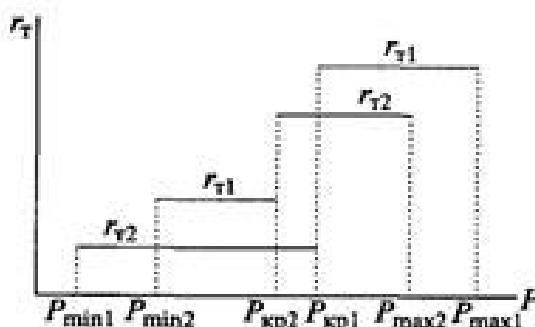


Рисунок 15.1 Относительные приросты расхода тепла турбоагрегатами по зонам нагрузки

$$Q_1 = q_{x,x1} + r_{T1}P + r'_{T1}(P - P_{кр});$$

$$Q_2 = q_{x,x2} + r_{T2}P + r'_{T2}(P - P_{кр}).$$

Допустим, что относительные приросты расхода тепла по зонам нагрузки находятся в следующем соотношении (рисунок 15.1):

$$r_{T1} < r_{T2} < r'_{T2} < r'_{T1}.$$

Технические минимумы нагрузки обозначим соответственно P_{min1} и P_{min2} . Тогда может быть построена режимная карта экономического распределения нагрузки между этими агрегатами при их совместной работе.

По оси абсцисс (рис. 15.2) отложена общая нагрузка агрегатов станции (т. е. нагрузка турбинного цеха), а по оси ординат — нагрузка каждого из совместно работающих агрегатов. В первую очередь на график наносится технический минимум нагрузки цеха $P_{ст\ min} = P_{min1} + P_{min2}$. Далее с увеличением нагрузки цеха догрузка агрегатов производится в последовательности возрастания относительных приростов (табл. 15.1).

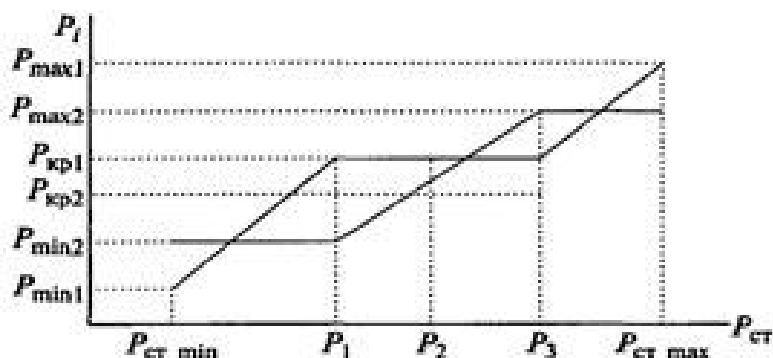


Рисунок 15.2 Режимная карта машинного зала тепловой станции

Сначала догружается агрегат № 1 до нагрузки $P_{кр1}$, за пределами которой относительный прирост возрастает. На графике это отображается наклонным к оси абсцисс отрезком прямой, показывающим, как с ростом нагрузки цеха увеличивается нагрузка агрегата № 1, в то время как нагрузка агрегата № 2 остается постоянной — на уровне технического минимума. Таким образом, в покрытии нагрузки цеха P_1 агрегат № 1 участвует величиной $P_{кр1}$, а агрегат № 2 — величиной $P_{мин2}$.

$$P_1 = P_{мин2} + P_{кр1} = P_{ст min} - P_{мин1} + P_{кр1} = P_{ст min} + (P_{кр1} - P_{мин1}).$$

Далее возрастающая нагрузка цеха передается на агрегат № 2 (так как $rm2 < r'm2 < r'm1$), который нагружается сначала до величины P_2 , а затем до P_3 , в то же время нагрузка агрегата № 1 остается на уровне $P_{кр1}$:

$$P_2 = P_{кр1} + P_{кр2} = P_1 - P_{мин2} + P_{кр2} = P_1 + (P_{кр2} - P_{мин2});$$

$$P_3 = P_{кр1} + P_{max2} = P_2 - P_{кр2} + P_{max2} = P_2 + (P_{max2} - P_{кр2}).$$

В последнюю очередь догружается агрегат № 1 в зоне $P_{кр1} - P_{max1}$.

$$P_{ст max} = P_{max2} + P_{max1} = P_3 - P_{кр1} + P_{max1} = P_3 + (P_{max1} - P_{кр1}).$$

Таблица 15.1 - Зависимость зоны нагрузки от относительных приростов

Значение ОП	№ТА	Зона нагрузки
$rm1$	1	$P_{мин1} - P_{кр1}$
$rm2$	2	$P_{мин2} - P_{кр2}$
$r'm2$	2	$P_{кр2} - P_{max2}$
$r'm1$	1	$P_{кр1} - P_{max1}$

Распределение электрической нагрузки ТЭЦ зависит от того, как распределены между турбинами тепловые нагрузки, поскольку электрическая нагрузка, вырабатываемая по теплофикационному режиму, определяется тепловыми нагрузками. Распределение тепловых нагрузок ТЭЦ производится в последовательности убывания удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении, т.е. соблюдается принцип максимальной выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

Поэтому для ТЭЦ распределение электрических нагрузок между турбинами заключается в определении целесообразной дополнительной нагрузки конденсационной мощности, распределение которой производится в порядке возрастания относительных приростов. Если условие параллельной работы не соблюдается и турбины ТЭС включаются последовательно по мере нагрузки станции, то при распределении нагрузки между ними надо учитывать не только величину относительного прироста, но и расход тепла на холостой ход.

Пример.

***Условие:**

Допустим, что совместно работают два агрегата со следующими энергетическими характеристиками:

ПТ-25-90/535
 $Q_{ч} = 54,5 + 1,26D_{чп} + 0,63D_{чт} + 7,34P + 1,26(P - P_{кр1}) + 1,38(P - P_{кр2})$, ГДж/ч
 $P_{min} = 5$ МВт, $P_{max} = 35$ МВт
 $P_{кр1} = 29,1 - 0,172 D_{чп} - 0,082 D_{чт}$, МВт;
 $P_{кр2} = 12,4 + P_{кр1}$, МВт.

ПТ-50-90/535
 $Q_{ч} = 83,8 + 1,83D_{чп} + 0,83D_{чт} + 8,38P + 0,84(P - P_{кр1})$, ГДж/ч
 $P_{min} = 5$ МВт, $P_{max} = 76$ МВт
 $P_{кр1} = 58,6 - 0,1D_{чп} - 0,22 D_{чт}$, МВт.

Построить режимную карту машинного зала станции.

Решение

Построим режимную карту экономического распределения нагрузки между этими агрегатами при их совместной работе в конденсационном режиме. Тогда:

для ПТ-25-90/535
 $Q_{ч1} = 54,5 + 7,34P + 1,26(P - P_{кр1}) + 1,38(P - P_{кр2})$,
 $P_{кр1} = 29,1$ МВт, $P_{кр2} = 31,5$ МВт.

для ПТ-50-90/535
 $Q_{ч2} = 83,8 + 8,38P + 0,84(P - P_{кр1})$,
 $P_{кр1} = 58,6$ МВт.

Относительные приросты расхода тепла по зонам нагрузки приведены ниже:
 $R_{11} = 7,34$; $R_{12} = 7,34 + 1,26 = 8,60$; $R_{13} = 8,60 + 1,38 = 9,98$;
 $R_{21} = 8,38$; $R_{22} = 8,38 + 0,84 = 9,22$.

Расположим их в порядке возрастания относительных приростов.
 $R_{11} = 7,34 < R_{21} = 8,38 < R_{12} = 8,60 < R_{22} = 9,22 < R_{13} = 9,98$.

Технический минимум нагрузки цеха $P_{ст min} = P_{min1} + P_{min2} = 10$ МВт.

Технический максимум нагрузки цеха $P_{ст max} = P_{max1} + P_{max2} = 111$ МВт.

Данные по загрузке агрегатов представим в виде следующей таблицы.

Таблица 15.2 - Загрузка турбоагрегатов с учетом увеличения относительных приростов расхода тепла.

Агрегат	ОП	ПТ-25			ПТ-50			Станция	
		от	Зона нагрузки	до	от	Зона нагрузки	до	от	до
ПТ-25	$R_{11} = 7,34$	5	$P_{min1} - P_{кр1}$ (5 - 29,1)	29,1	5	-	5	10	34,1
ПТ-50	$R_{21} = 8,38$	29,1	-	29,1	5	$P_{min2} - P_{кр1}$ (5 - 58,6)	58,6	34,1	87,7
ПТ-25	$R_{12} = 8,60$	29,1	$P_{кр1} - P_{кр2}$ (29,1 - 31,5)	31,5	58,6	-	58,6	87,7	90,1
ПТ-50	$R_{22} = 9,22$	31,5	-	31,5	58,6	$P_{кр1} - P_{max2}$ (58,6 - 76)	76	90,1	107,5
ПТ-25	$R_{13} = 9,98$	31,5	$P_{кр2} - P_{max1}$ (31,5 - 35)	35	76	-	76	107,5	111

Режимная карта машинного зала станции в конденсационном режиме представлена на рисунке 15.3.

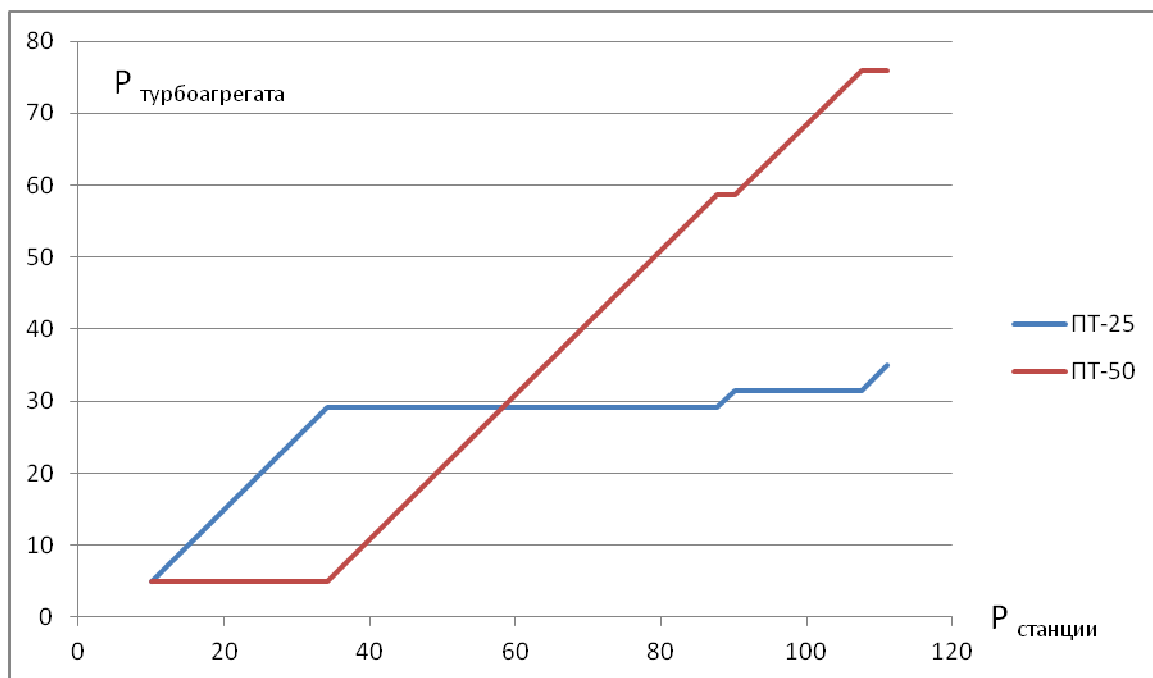


Рисунок 15.3 - Режимная карта машинного зала

Тема: Определение себестоимости выработки электрической и тепловой энергии на ТЭЦ

Задание 16

Пример.

***Условие:**

Определить себестоимость выработки электрической и тепловой энергии на ТЭЦ. Исходные данные представлены в таблицах 16.1 и 16.2.

Таблица 16.1 - Исходные данные по ТЭЦ

Число и тип турбин	Дчп (т/ч)	Дчт (т/ч)	Тмахп (ч)	Тмахт (ч)	Тмахэ (ч)	Число и тип турбин	Дчт (т/ч)	Тмахт (ч)	Тмахэ (ч)
5ПТ-135-130	120	200	4800	3500	6000	2Т-180-130	150	3500	6000

Остальные исходные данные.

Таблица 16.2 – Исходные данные

Кр районный коэффициент	Капиталовложения	
	α (%)	β (%)
1,0	50	50

Общее задание (исходные данные):

- расход электрической энергии на ТЭЦ на собственные нужды — 5%;
- ТЭЦ строится 2 года (в 1-й год капиталовложения равны $K\alpha$, во 2-й год - $K\beta$);

Решение

1. Капитальные вложения в ТЭЦ.

Для определения капитальных вложений в ТЭЦ с поперечными связями используется следующая формула:

$$K_{тэц} = (K_{п1} + (n_{п-1}) * K_{п} + K_{т1} + (n_{т-1}) * K_{т}) * k_{р} * k_{т} * k_{пер}; \quad (1)$$

где $K_{п1}$ - капиталовложения в первый парогенератор (котел);
 $K_{п}$ - капиталовложения в каждый последующий парогенератор;
 $n_{п}$ - число парогенераторов;
 $K_{т1}$ - капиталовложения в первый турбоагрегат (турбину);
 $K_{т}$ - капиталовложения в каждый последующий турбоагрегат;
 $n_{т}$ - число турбоагрегатов;
 $k_{р}$ - районный коэффициент, учитывающий удорожание строительства в зависимости от района сооружения;
 $k_{т}$ - коэффициент, учитывающий вид топлива (принимается станция, работающая на газе; $k_{т}=1$);

$k_{пер}$ - коэффициент пересчета, учитывающий рост цен (задается по указанию преподавателя с учетом цен, действующих на момент выполнения задания).

Капиталовложения в ТЭЦ, отнесенные на турбоагрегаты (составляющая $A = K_{п1} + (n_{п-1}) * K_{п}$), определяются по справочно-нормативным таблицам. Условно можно принимать за первоочередной агрегат самый мощный, устанавливаемый на ТЭЦ.

Далее на основе заданной паропроизводительности выбираются типы котлов для ТЭЦ и определяются капиталовложения, отнесенные на котлы ТЭЦ (энергетические и водогрейные) (составляющая $B = K_{т1} + (n_{т-1}) * K_{т}$).

В результате по выражению (1) рассчитываются суммарные капиталовложения в ТЭЦ.

Для перевода отборов пара от величин тонн пара/час к величинам ГДж/час (для средних условий по энтальпии пара и возвращаемого конденсата) можно принимать следующие соотношения:

- для отборного пара производственных параметров - 0.37 Т/ГДж,
- для отборного пара отопительных параметров - 0.43 Т/ГДж.

В настоящем случае из условных данных следует, что на ТЭЦ будут установлены турбины 5ПТ-135-130 и 2Т-180-130, их стоимость соответственно равна 11270 тыс. руб. и 6770 тыс. руб. за первый агрегат и 11250 тыс. руб. и 6600 тыс. руб. при вложении в каждый последующий агрегат соответственно.

Коэффициент пересчета равен 1,1.

На основе полученной мощности турбин был осуществлён выбор котлов для ТЭЦ. Предполагается установка 3Е-220 и 8ПТВМ-180, стоимость которых равна 3550 тыс. руб. при вложении в первый котел Е-220 и 2125 тыс. руб. и 1000 тыс. руб. при закупки последующих котлов Е-220 и ПТВМ-180.

Таким образом, капитальные вложения в ТЭЦ равны:

$$K_{тэц} = (11270 + 4 * 11250 + 6770 + 6600 + 3550 + 2 * 2125 + 8 * 1000) * 1 * 1 * 1,1 = 94838,4 \text{ (тыс. руб.)}$$

2 Расходы на ТЭЦ.

Расход на топливо (Ит):

$$Ит = B_{г} * (1 + \alpha_{потерь}) * (7000 / Q_{нр}) * Ц_{т} \quad (2)$$

где $B_{г}$ - годовой расход условного топлива (тунт/год), определяемый по топливным характеристикам для каждого типа турбин;

апотерь - коэффициент, характеризующий потери топлива при транспортировке (в расчетах для газа апотерь=0);

Q_{нр} - низшая теплота сгорания натурального топлива;

7000/Q_{нр} - коэффициент пересчета у потребителя от натурального топлива к условному топливу (1,15);

Ц_т - цена топлива у потребителя (для газа в расчетах принять:

$$Ц_t = k_{пер} * 120000 \text{ руб./1000 нм}^3).$$

Ц_т - цена топлива у потребителя (4,4 тыс. руб. за т).

Время работы турбин в течение года принимается равным 8000 часов.

Топливные характеристики используемых турбин представлены ниже:

Для ПТ-135-130:

$$V_{гпт} = 8,5 * h_p + 0,07 * D_{гп} + 0,0326 * D_{гт} + 0,34 * \Delta_{г} \text{ (т.у.т.)} \quad (3)$$

$$V_{тэпт} = 0,102 * D_{гп} + 0,088 * D_{гт}, \text{ т.у.т.} \quad (4)$$

$$V_{гпт} = (8,5 * 8000 + 0,07 * 120 * 4800 + 0,0326 * 200 * 3500 + 0,346 * 600 * 135) * 5 = 2057000 \text{ (т.у.т.)}$$

$$V_{тэпт} = (1,102 * 120 * 4800 + 0,088 * 200 * 3500) * 5 = 601760 \text{ (т.у.т.)}$$

Для Т-180-130:

$$V_{гт} = 5,5 * h_p + 0,0201 * D_{гт} + 0,316 * \Delta_{г} \text{ (т.у.т.)} \quad (5)$$

$$V_{тэт} = 0,088 * D_{гт} \text{ (т.у.т.)} \quad (6)$$

$$V_{гт} = (5,5 * 800 + 0,0201 * 3500 * 150 + 0,316 * 6000 * 180) * 2 = \text{(т.у.т.)}$$

$$V_{тэт} = (0,088 * 3500 * 180) * 2 = 92400 \text{ (т.у.т.)}$$

На основании данных о годовом расходе топлива возможно рассчитать издержки на топливо:

$$И_t = (601760 + 791665) * (1 + 0) * 1,15 * 4,4 = 14545283,49 \text{ (тыс. руб.)}$$

Расходы на заработную плату (И_{зп}):

$$И_{зп} = ФЗП * (1 + a_{стр}) * \underline{Ч_{экс.п}} * P_{эл.ст.} \quad (7)$$

где ФЗП - фонд заработной платы одного рабочего (руб/чел * год), который рассчитывается исходя из приблизительно 8-ми минимальных заработных плат в месяц;

ФЗП равен 144 тыс. руб./чел в год;

a_{стр} - коэффициент отчислений на социальное и медицинское страхование, в пенсионный фонд и фонд занятости; a_{стр} = 0,30;

P_{эл.ст} - установленная мощность ТЭЦ;

Ч_{экс.п} - удельная численность эксплуатационного персонала (человек/МВт). Она определяется по справочно-нормативным данным, равна 0,84.

Тогда в данном случае издержки на заработную плату равны:

$$\text{Изп}=144*(1+0,3)*0,84*1035= 87635 \text{ (тыс. руб.)}$$

Расходы на содержание оборудования (Исо):

$$\text{Исо}=\text{Иам}+\text{Ирем}=(\text{На}/100+\alpha_{\text{рем}}/100)*\text{Ктэц} \quad (8)$$

где Иам - расходы на амортизацию;
Ирем - расходы на капитальный ремонт;
На - норма амортизационных отчислений (15,1);
 $\alpha_{\text{рем}}$ - коэффициент отчислений на капитальный ремонт принимается от (0.15 до 0.25)*На. В данном примере значение равно 3,2.

$$\text{Исо}=(15,1/100+3,2/100)*94838= 17184 \text{ (тыс. руб.)}$$

Расход по воде на технологические нужды Ив определяется согласно справочным данным:

$$\text{Ив}=(12,5*5+23*2)*8000*0,0025= 2170 \text{ (тыс. руб.)}$$

Прочие расходы:

$$\text{Ипр}=\alpha_{\text{пр}}*(\text{Изп}+\text{Исо}) \quad (9)$$

где $\alpha_{\text{пр}}$ - коэффициент прочих расходов. $\alpha_{\text{пр}} = 0,2-0,3$. Примем значение 0,22.

$$\text{Ипр}=0,22*(17184+87635)= 23060 \text{ (тыс. руб.)}$$

Далее по выражению (10) находятся годовые эксплуатационные расходы для ТЭЦ:

$$\text{И}\Sigma_{\text{тэц}}=\text{Ит}+\text{Изп}+\text{Исо}+\text{Ив}+\text{Ипр} \quad (10)$$

$$\text{И}\Sigma_{\text{тэц}}=14545283+17184+87635+23060=10940734 \text{ (тыс. руб.)}$$

3 Калькуляция себестоимости энергии на ТЭЦ.

А) Рассмотрим деление расходов между электрической и тепловой энергией для первой группы цехов (типа «П»). Для этой группы цехов расходы делятся пропорционально расходу топлива на каждый вид энергии.

$$\text{Итэп}=\text{И}\Sigma_{\text{п}}*\text{Втэ}/\text{Втэц}; \quad (11)$$

где $\text{И}\Sigma_{\text{п}}$ - суммарный расход цехов первой группы (типа «П»);
 Втэц - расход топлива на турбины ТЭЦ, определяемый по топливным характеристикам отдельных турбоагрегатов (т.у.т.);

Втэ - расход топлива на турбины ТЭЦ, используемого для получения тепловой энергии (с учетом топлива, идущего на электроэнергию собственных нужд, относящейся на производство тепла):

$$\text{Втэ}=\text{Втэсн}+\text{вэотп}*\text{Эснтэ}; \quad (12)$$

где Втэсн - расход топлива на теплоснабжение внешних потребителей без учета электроэнергии собственных нужд, идущей на производство тепла.

Втэсн также, как и Втэц определяется по топливным характеристикам турбоагрегатов (т.у.т.);

вээотп - удельный расход топлива на отпущенный 1 кВт*ч электрической энергии;

Эснтэ - расход энергии на собственные нужды на отпуск тепла. Его можно рассчитать по данным об удельном расходе электроэнергии на единицу отпущенного тепла. Для ТЭЦ среднего давления на газе можно этот удельный расход принять 10-15 кВт.ч/Гкал. В расчете данный показатель был принят в размере 12 кВт.ч/Гкал.

Для перевода величин Qвыртэц из «ГДж» в «Гкал» было учтено, что: Qвыртэц(Гкал) = Qвыртэц (ГДж)/4,19

На собственные нужды принимается 1% тепла, т.е.

$$Q_{снтэц} = 0,01 * Q_{выртэц}$$

С учетом вышесказанного определяется величина Эснтэц.

Для расчета же вээотп следует использовать формулу:

$$вээотп = Вээ / (Эг - Эснээ); \quad (13)$$

где Вээ=Втэц - Втэсн (разность расходов топлива определенных по топливным характеристикам);

Эг - годовое количество выработанной электроэнергии рассчитывается исходя из количества турбин соответствующего типа, их электрической мощности Руст и числа часов использования установленной мощности;

Эснээ в расчете приняты равным 5% от общего количества выработанной электроэнергии.

Определив расходы цехов группы «П» на тепловую энергию Итэп, рассчитываются расходы этой группы цехов на электрическую энергию:

$$Иээп = И\sum_{п} - Итэп \quad (14)$$

Следует учесть, что издержки на цеха типа «П» распределяются согласно формуле:

$$И_{п} = И_{т} + 0,5И_{со} + 0,35И_{зп} + И_{в} \quad (15)$$

На основании вышесказанного были получены результаты, представленные в таблице 16.3.

Таблица 16.3 – Показатели, характеризующие расходы на выработку тепловой и электрической энергии для цехов типа «П»

Показатель	Значение
Суммарный расход цехов первой группы (типа «П»), тыс. руб. (И $\sum_{п}$)	14586718
Расход топлива на турбины ТЭЦ, т.у.т. (Втэц)	2848665
Расход топлива на турбины ТЭЦ, используемого для получения тепловой энергии, т.у.т. (Втэ)	886245
Расход топлива на теплоснабжение внешних потребителей без учета электроэнергии собственных нужд, идущей на производство тепла, т.у.т. (Втэсн)	694160
Удельный расход топлива на отпущенный 1 МВт*ч электрической энергии, т.у.т./МВт*ч (вээотп)	0,365
Расход энергии на собственные нужды на отпуск тепла, МВт (Эснтэ)	525972
Выработка тепловой энергии на ТЭЦ, Гкал (Qвыртэц)	4383098

Выработка тепловой энергии на собственные нужды, Гкал (Qснтэц)	43831
Годовое количество выработанной электроэнергии, МВт (Эг)	6210000
Годовое количество выработанной электроэнергии на собственные нужды, МВт (Эснээ)	310500
Расходы на выработку тепловой энергии, тыс. руб. (Итэп)	43831
Расходы на выработку электрической энергии, тыс. руб. (Иээп)	10048658

Б) Для второй группы цехов (типа «М») все расходы относятся на электрическую энергию, т.е.:

$$И_{тэм}=0; И_{ээм}=И_{\Sigma м} \quad (16)$$

Зная, что издержки для цехов типа «М» распределяются, согласно формулы 16, возможно рассчитать издержки:

$$\begin{aligned} И_{м} &= 0,45И_{со} + 0,35И_{зп} \\ И_{ээм} &= 38405 \text{ (тыс. руб.)} \end{aligned} \quad (17)$$

В) Для третьей группы цехов (типа «О»):

$$И_{ээо} = И_{\Sigma о} * (И_{ээп} + И_{ээм}) / (И_{\Sigma п} + И_{\Sigma м}) \quad (18)$$

$$И_{тэо} = И_{\Sigma о} - И_{ээо} \quad (19)$$

$$И_{о} = 0,05И_{со} + 0,3И_{зп} + И_{пр} \quad (20)$$

Следовательно, были получены следующие результаты:

$$И_{ээо} = 34630 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$И_{тэо} = 15580 \text{ (тыс. руб.)}$$

При этом суммарные значения расходов для всех групп цехов равны:

$$И_{\Sigma ээ} = И_{ээп} + И_{ээм} + И_{ээо} \quad (21)$$

$$И_{\Sigma тэ} = И_{тэп} + И_{тэо} \quad (22)$$

$$И_{\Sigma ээ} = 10048658 + 38405 + 34630 = 10102643 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$И_{\Sigma тэ} = 43831 + 15580 = 4553640 \text{ (тыс. руб.)}$$

Г) Калькуляция себестоимости электрической и тепловой энергии по группам цехов производится соответствующим делением расходов на количество отпущенной энергии, т.е.

$$С_{ээ} = И_{ээ} / (Эг - Эсн), \quad С_{тэ} = И_{тэ} / Q_{отп}, \quad (23)$$

где

$$Эсн = Эснээ + Эснтэ, \quad Q_{отп} = Q_{выртэц} - Q_{снтэц} \quad (24)$$

Для данного примера были получены следующие результаты:

$$С_{ээ} = 1,71 \text{ (руб./кВт*ч)}$$

Стэ= 1049 (руб./Гкал)

Тема: Определение потребности промышленного района в электроэнергии, построение суточных графиков нагрузки, определение необходимой установленной мощности электростанции

Задание 17

Исходные данные. Задание выполняется на основе данных об электрических нагрузках промышленных и коммунально-бытовых потребителей (табл. 17.1, 17.2). Кроме того, необходимо учесть, что зимой электростанция промышленного узла должна передавать в энергосистему мощность, равную 15 % нагрузки района.

Таблица 17.1 - Коммунально-бытовые потребители

Вид коммунально-бытового потребления	Удельный расход на одного чел. в год эгорі, кВт*ч/чел.	Число часов использования максимума нагрузки hмахкомі
1. Освещение всех видов	200	2000
2. Городской электротранс-	50	5000
3. Бытовые приборы	80	3000
4. Водопровод и канализация	70	4000
5. Мелкомоторная нагрузка	30	400

Примечание. Численность городского населения А чел, тыс.чел., по вариантам: 1 - 500; 2 - 600; 3 - 700; 4 - 550; 5 - 400; 6 - 350; 7 -280; 8 - 320; 9 - 550; 10 - 400.

Таблица 17.2 - Промышленные потребители

№	Наименование потребителей электроэнергии	Годовой объем выпуска продукции Пі	Удельные нормы расхода электроэнергии на единицу продукции Эпром і, кВт*ч/т кВт*ч/тыс.руб.	Коэффициент заполнения графика нагрузки βі,	Осветительная нагрузка Ки, %	Соотношение нагрузок по сменам 3:1:2
0	Станкостроение	160 млн руб.	300	0,63	6	0,8:1:0,09
	Производство алюминия	160-103 т	2000	0,95	2	1:1:1
	Угледобыча	80-106 т	25	0,76	3	0,9:1:1

Расчет ведется в следующей последовательности. Вначале рассчитывается годовая потребность района в электрической энергии для промышленных и коммунально-бытовых потребителей.

Потребность в электрической энергии промышленности рассчитывается по формуле

$$\text{Эпромгод} = \sum \text{эпром}і * \text{Пі}$$

где Пі - годовая продукция отрасли промышленности (в натуральных или денежных единицах);

эпромі - норма удельного расхода электроэнергии на единицу продукции, кВт*ч/ед.прод.

Годовое потребление электроэнергии коммунально-бытовым сектором и населением города Эгоргод, кВтч, рассчитывается по нормам удельных расходов на одного жителя:

$$\text{Эгоргод} = \sum \text{Эгор}i * \text{Ач},$$

где Ач - численность населения района;
эгор_i - норма удельного расхода электроэнергии на одного жителя, кВтч.
Суммарное годовое потребление электроэнергии в районе, кВтч,

$$\sum \text{Эпотргод} = \text{Эпромгод} + \text{Эгоргод}$$

Далее рассчитываются годовые максимумы электрической нагрузки (по группам потребителей). Годовой максимум электрической нагрузки промышленного предприятия (отрасли промышленности) Р_{тахпром_i}, кВт, определяется по формуле

$$\text{Р}_{\text{тахпром}i} = \text{Эпромгод}i / \text{h}_{\text{тахпром}i},$$

где h_{тахпром_i} - годовое число часов использования максимума электрической нагрузки отрасли промышленности.

Этот показатель рассчитывается по формуле

$$\text{h}_{\text{тахпром}i} = \beta_i * 8760,$$

где β_i - коэффициент заполнения годового графика нагрузки промышленного предприятия (отрасли).

Годовой максимум электрической нагрузки группы потребителей городского хозяйства и населения Р_{тахгор_i}, кВт, определяется по формуле

$$\text{Р}_{\text{тахгор}i} = \text{Эгоргод}i / \text{h}_{\text{тахком}i},$$

где h_{тахком_i} - число часов использования максимальной нагрузки потребителей (табл. 17.1).

Годовой максимум промышленной осветительной нагрузки, кВт, можно определить как

$$\text{Росвпром}i = \text{K}_i * \text{Р}_{\text{тахпром}i},$$

где K_i - процент осветительной нагрузки от годового максимума электрической нагрузки отрасли промышленности (табл. 17.2).

Суммарный годовой максимум электрической нагрузки каждой отрасли промышленности (предприятия), кВт, определяется суммой:

$$\sum \text{Р}_{\text{тахпром}i} = \text{Р}_{\text{тахпром}i} + \text{Росвпром}i.$$

Прежде чем определить необходимую мощность электростанции, надо построить суточные графики электрической нагрузки для промышленности в целом, коммунально-бытовых потребителей и совмещенный график электрической нагрузки района, т.е. три графика.

Суточные графики электрической нагрузки всех промышленных потребителей при выполнении задания должны рассчитываться для зимних суток (декабрь).

Суммарный годовой максимум электрической нагрузки каждого потребителя, ∑ Р_{тахпром_i}, принимается за величину нагрузки первой смены. Нагрузки второй и третьей смен определяются на основании соотношения нагрузок по сменам (табл. 17.2). Нагрузка в течение смены не меняется. Результаты расчета целесообразно свести в табл. 17.3, 17.5.

Суточные графики электрической нагрузки городского хозяйства и населения строятся на основании типовых графиков нагрузки в процентах от годового максимума (Р_{тахгор}), табл. 17.4.

В табл. 17.5 необходимо суммировать цифры каждого столбца (по часам суток) отдельно для промышленных потребителей и городского хозяйства. Каждая такая сумма дает величину электрической нагрузки для данного часа суток проектного года для промышленности в целом Р_{промчас} и города Р_{горчас}.

Величину суммарной электрической нагрузки для промышленности Рпромчас следует умножить на коэффициент одновременности максимумов электрической нагрузки (принять равным 0,9) промышленных потребителей, чтобы получить совмещенный максимум нагрузки промышленных потребителей Рпромсовм. Для получения совмещенного графика электрической нагрузки района необходимо сложить полученные величины электрической нагрузки промышленных потребителей и коммунально-бытового сектора по часам суток.

По результатам расчета строятся графики электрической нагрузки для промышленных потребителей, для коммунально-бытовых потребителей и совмещенный график электрических нагрузок района, дающий величину $\sum P_{совм}$, наибольшее значение которой и является зимним максимумом электрической нагрузки района, кВт, т.е.

$$P_{\text{максима}} = \sum P_{\text{совммакс}}$$

При определении необходимой установленной мощности станции следует учесть, что зимой станция должна отдавать в энергосистему 15 % мощности от максимума нагрузки района. Кроме того, следует учитывать величину потерь энергии в электрических сетях и на подстанциях, а также расход ее на собственные нужды станции (в задании сумму этих величин следует принять равной 12-14 %).

Исходя из этого максимальную электрическую нагрузку станции можно определить по формуле

$$P_{\text{отпзима}} = P_{\text{максима}} * [1 + \Delta P_{\text{отп}}/100]/0,86 \div 0,88 ,$$

где $\Delta P_{\text{отп}}$ - величина отдачи мощности на оптовый рынок в % от зимнего максимума нагрузки района ($\Delta P_{\text{отп}} = 15 \%$);

0,86 \div 0,88 - коэффициент, учитывающий величину расхода электроэнергии на собственные нужды электростанции и потери энергии (12-14 %).

Необходимая установленная мощность электростанции будет пропорциональна величине $P_{\text{отпзима}}$, если принять допущение, что все ремонты основного оборудования проводятся в период весенне-летнего спада нагрузки района и дополнительного ремонтного резерва не требуется, т. е.,

$$N_y \geq P_{\text{отпзима}}$$

Пример.

***Условие:**

Исходные данные взяты из таблицы 17.3.

Решение

1. Определяется потребность в электроэнергии промышленных потребителей района

$$\begin{aligned} \text{Эпромгод} &= 300*160*106/103 + 2000*160*103 + 25*80*106 = \\ &= 48*106 + 320*106 + 2000*106 = 2680*106 \text{ кВт} * \text{ч/год.} \end{aligned}$$

Исходные данные и полученные результаты заносятся в табл. 17.3 (гр.1-4 - для промышленных потребителей).

2. Рассчитывается годовое потребление электроэнергии коммунально-бытовым сектором и населением города

$$\begin{aligned} \text{Эгоргод} &= 200*400*106 + 50*400*103 + 80*400*103 + 70*400*103 + 30*400*103 = \\ &= 80*106 + 20*106 + 32*106 + 28*106 + 12*106 = 172*106 \text{ кВт} * \text{ч/год.} \end{aligned}$$

Полученные данные сводятся в табл. 17.3.

3. Определяется суммарное годовое потребление электроэнергии районом:

$$\text{Эпотргод} = 2360*106 + 172*106 = 2540*106 \text{ кВт} - \text{ч/год.}$$

4. Рассчитываются годовые максимумы электрической нагрузки промышленных потребителей:

$$P_{\text{макспром1}} = \text{Эпромгод1} * \Pi_1 / \beta_1 * 8760 = 48*106/0,63 * 8760 = 8,68*103 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{макспром2}} = 320*106/(0,95*8760) = 38,3*103 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{макспром3}} = 2000*106/(0,76*8760) = 300*103 \text{ кВт.}$$

5. Годовой максимум электрической нагрузки коммунально-бытовых потребителей:

$$P_{\max \text{гор}1} = 80 \cdot 106 / 2000 = 40 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$P_{\max \text{гор}2} = 20 \cdot 106 / 5000 = 4 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$P_{\max \text{гор}3} = 32 \cdot 106 / 3000 = 10,66 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$P_{\max \text{гор}4} = 28 \cdot 106 / 4000 = 7 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$P_{\max \text{гор}5} = 12 \cdot 106 / 400 = 30 \cdot 10^3 \text{ кВт}.$$

6. С учетом процента осветительной нагрузки (табл. 17.2) определяется суммарный годовой максимум электрической нагрузки каждой отрасли промышленности (табл. 17.3):

$$\sum P_{\max \text{пром}1} = 8,68 \cdot 1,06 \cdot 10^3 = 9,20 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$\sum P_{\max \text{пром}2} = 38,3 \cdot 1,02 \cdot 10^3 = 39,10 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$\sum P_{\max \text{пром}3} = 300,0 \cdot 1,03 \cdot 10^3 = 309 \cdot 10^3 \text{ кВт}.$$

Рассчитанные данные заносятся в табл. 17.3.

7. Строятся суточные графики электрических нагрузок. Для этого вначале заполняется известными данными табл. 17.3. Затем вычисляются $P_{\text{промчас}}$, $P_{\text{промсовм}}$, $P_{\text{горчас}}$, $\sum P_{\text{совм}}$.

8. По результатам расчета строятся на одном рисунке три графика электрической нагрузки:

$$1) P_{\text{промсовм}} = f(t); 2) P_{\text{горчас}} = f(t); 3) \sum P_{\text{совм}} = f(t).$$

Определяется максимальная электрическая нагрузка электростанции

$$P_{\text{отпзима}} = 395,84 \cdot (1 + 0,15) / 0,87 = 525 \text{ МВт}.$$

Необходимая установленная мощность конденсационной электростанции (КЭС) $N_{\text{у}}$ будет равна максимальной электрической нагрузке станции: $N_{\text{у}} \geq P_{\text{отпзима}} = 525 \text{ МВт}$.

Таблица 17.3 - Электропотребление и максимумы нагрузок района

Показатели	Потребители							
	Промышленные			Коммунально-бытовые				
	1	2	3	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем выпуска продукции промышленностью П и число жителей района А, (чел.)	160 млн руб.	160-103 т	80-106 т	400тыс.	400тыс.	400тыс.	400 тыс.	400тыс.
Удельные нормы расхода электроэнергии на единицу продукции или одного жителя эпром, эгор	300 тыс. руб.	2000	25	200	50	80	70	30
Эпромгод, Эгоргод, кВт*ч	48406	320-106	2000406	80-106	20-106	32-106	28-106	12406
$h_{\max \text{пром}}$, $h_{\max \text{ком ч}}$	5515	8315	6660	2000	5000	3000	4000	400
$P_{\max \text{гор}}$, МВт	-	-	-	40,0	40,0	10,70	7,0	30,0
К, %	6,0	2,0	3,0	-	-	-	-	-
$P_{\max \text{пром}}$, МВт	8,63	38,3	300,0	-	-	-	-	-
$\sum P_{\text{совмпром}}$, МВт	9,2	39,1	309,0	-	-	-	-	-

Таблица 17.4 - Типовой график нагрузки, %, коммунально-бытовых потребителей от Ртахгор

Часы суток	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Потребители:												
1. Освещение	65	30	30	50	30	25	15	20	60	100	90	80
2. Городской электро-транспорт	65	15	5	25	100	70	70	70	100	90	65	65
3. Бытовые приборы	32	11	10	21,5	53,5	64	27	16	43	87	86	64
4. Водопровод и канализация	20	25	40	45	75	60	65	70	80	40	30	25
5. Мелкомоторная нагрузка	15	5	5	15	7	8	30	90	100	60	25	5

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет о выполнении расчетно-графической работы должен содержать:

- введение;
- индивидуальное задание на проведение расчетов;
- теоретическую часть задания;
- расчетную часть задания и обоснования;
- выводы по каждому пункту и по расчетно-графической работе в целом;
- заключение;
- список литературы.

Отчет должен быть выполнен в соответствии с заданием, аккуратно, таблицы, графики должны иметь название и номер. Необходимо пронумеровать страницы и разделы отчета, сделать ссылки на литературу.