



**Некоммерческое  
акционерное  
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ И  
СВЯЗИ**

Кафедра электроснабжения  
промышленных предприятий

## **ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов специальности  
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Алматы 2015

СОСТАВИТЕЛИ: В. А. Васильев, К. М. Асанова. Электроснабжение. Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства. - Алматы: АУЭС, 2015. – 26 с.

Данная разработка включает методические указания по выполнению курсовой работы для студентов энергетического факультета специальности 5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства. Согласно учебному плану студенты специальности 5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства изучают дисциплину «Электроснабжение».

Ил - 9, табл. - 8, библиогр. - 9 назв.

Рецензент: кандидат технологических наук, доцент Жандаулетова Ф. Р.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2015 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2015 г.

## Содержание

Введение.....	4
1 Методические указания и задания для курсовой работы.....	5
2 Задание №1 .....	5
2.1 Методика выполнения задания №1 .....	7
3 Задание №2 .....	8
3.1 Методика выполнения задания №2.....	8
4 Задание №3 .....	18
4.1 Методика выполнения задания №3.....	18
5 Задание №4 .....	22
5.1 Методика выполнения задания №4.....	22
Список литературы.....	26

## Введение

Исторически сложилось так, что сельскохозяйственные районы, в целом по стране, оказались вдали от крупных производителей электрической энергии. С другой стороны, демографический разрыв между сельским и городским населением оказался не в пользу первого. Чтобы обеспечить продуктами питания городское население, а также сырьём для производства, таких видов продукции как высококачественная одежда и обувь, биологическим топливом в замену углеводородного и ряда других, требуется высокая степень энерговооружённости сельскохозяйственного производителя.

Самым высокоэффективным носителем энергии, способной преобразовываться как в механическую, так и в тепловую, является электрическая энергия. Для доставки электрической энергии к потребителям существует система электроснабжения. Существенным отличием систем электроснабжения городов и промышленных предприятий от электроснабжения сельскохозяйственных потребителей является то, что существует большая разница в удалённости их от источников, вырабатывающих электрическую энергию. Отсюда и возникают трудности в её доставке. Передача электрической энергии, что имеет место в сельскохозяйственных районах, имеет свои специфические особенности, которые определяют её многозвенность. Состоит такая система из магистральных линий электропередач, по которым электрическая энергия передаётся в крупные районы сосредоточения сельскохозяйственного производства, далеко отстоящих от источников её выработки. Следующим звеном передачи являются распределительные сети, которые поставляют её к менее крупным районам потребления. И наконец, существуют потребительские сети, которые распределяют её по конечным потребителям. Такая многозвенность создаёт определённые трудности в обеспечении функционирования схем с учётом разных напряжений, изменяющихся мощностей при переходе от одной точки схемы к другой, конструктивных выполнений и большой номенклатуры оборудования. Самым важным требованием при составлении схем является обеспечение качества напряжения и конечной стоимости электрической энергии у потребителя. Качество определяется такими параметрами как отклонение напряжения и отклонение частоты. Это то, что влияет на работу электрооборудования, не позволяя осуществлять тот объём работ, который требуется и приводит к досрочному выходу из строя оборудования и сокращению ресурса его работы. Неправильное построение схемы может приводить к необоснованным перетокам мощности, что отражается на её стоимости.

В связи с тем, что в сельском хозяйстве всё больше и больше появляется потребителей первой и второй категорий, требования к схемам электроснабжения становятся более жесткими. Выбор оборудования схем должен быть обоснован характером работы оборудования у потребителей.

Расчет нагрузок должен быть выполнен с учётом всех норм и правил. Для исключения перетоков мощности следует правильно определять центр нагрузок, в который, по возможности, и должен помещаться источник питания. Изменение напряжения при передаче электрической энергии по существующей схеме должно быть рассчитано в каждой узловой точке схемы и соответственно скомпенсировано при достижении пороговых значений.

## 1 Методические указания к заданиям для курсовой работы

При получении темы необходимо тщательно изучить перечень рекомендуемой литературы, выбрать подходящие источники и выполнить задание, наиболее полно раскрывая тему. Объем работы, представляемой на защиту, от 12 до 15 страниц, включая рисунки, графики, необходимые для раскрытия темы, и ссылки на использованные литературные источники. Прямое копирование текста из первоисточников без самостоятельной переработки запрещается.

Вариант задания для каждого студента определяется суммой последних двух цифр номера его зачетной книжки. При сумме равной нулю принимать вариант 1.

## 2 Задание №1

**Цель задания:** по исходным данным потребителей электрической нагрузки определить их полную мощность для выбора транспорта и компенсирующей мощности.

По определению суммарной нагрузки и выбору мощности силовых трансформаторов выполнить компенсацию реактивной мощности предприятия.

Денные нагрузок приведены в таблице № 2.1.

С учетом коэффициента мощности ( $\cos\varphi$ ) электротехнических и электротехнологических установок ( $\cos\varphi$ ,  $K_3$ ) индукционной установки принять равным 0,6; для радиационной – 0,7; ЛЛ – 0,9; ЛН – 1,0; асинхронные двигатели – 0,97). Рассчитать мощность трансформаторов предприятия (категорию предприятия принять второй). Коэффициент загрузки трансформаторов принять равным  $K_3 = 0,7$ . Выполнить компенсацию реактивной мощности. Принять  $\text{tg}\varphi$  системы 0,15.

Таблица 2.1 - Исходные данные

Сумма двух последних цифр зачётной книжки	ВАРИАНТ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Вид установки, её суммарная мощность, $\sum P$ , кВт и площадь цеха																		
Индукционная мощность, кВт	2000	3000	1700	1500	2500	1000	5000	4500	4000	3500	6000	5500	2000	2500	1750	1800	1650	3000
Радиационная мощность, кВт	1000	1000	800	750	850	900	1000	1000	800	750	1200	1100	700	650	500	500	500	600
Освещение ЛЛ-50%; ЛН-50%.	50	75	35	35	55	35	75	55	55	50	75	75	55	60	60	60	50	75
Асинхронные двигатели, кВт	500	600	550	450	650	500	800	800	750	700	800	800	600	600	500	550	600	550
Площадь цеха М <sup>2</sup>	2000	2100	1500	1500	2000	2000	5000	4500	3000	3000	6000	3500	1500	1500	2000	1500	1800	2500

## 2.1 Методика выполнения задания №1

По данной активной мощности и  $\cos\varphi$  определить полную мощность для данной группы потребителей (индукционной и т.д.):

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}.$$

Зная полную мощность, определим реактивную мощность для этой же группы потребителей:

$$Q = S \cdot \sin \varphi.$$

Суммируя активную мощность по группам потребителей  $\sum P$  и реактивную мощность  $\sum Q$  по тем же группам, определяем расчётную мощность  $S_{расч}$ :

$$S_{расч}^2 = \sum P^2 + \sum Q^2; \quad S_{расч} = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

По этой мощности выбираем трансформаторы напряжения для трансформаторной подстанции предприятия второй категории.

Мощность трансформатора выбирать с учётом коэффициента загрузки  $K_3$  и наличия двух трансформаторов на подстанции, от которой запитана расчётная нагрузка:

$$S_{ном} = \frac{S_{расч}}{N \cdot K_3},$$

где  $N$  – число трансформаторов.

Ориентировочное значение  $S_{ном}$  трансформатора можно определить, исходя из удельной плотности расчётной нагрузки, зная площадь производства из таблицы 2.2.

$$S_{уд} = \frac{S_{расч}}{S}; \quad S_{уд} = \frac{S_{расч}}{\text{площадь}} = \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2}.$$

Таблица 2.2 - Площадь производства

$S_{уд}$ , кВ·А/м <sup>2</sup>	менее 0,2	0,2 – 0,5	более 0,5
$S_{ном}$ , кВ·А	до 1000	1000 - 1600	1600 - 2500

Компенсация реактивной мощности зависит от установленной реактивной мощности в системе, определяемой  $\text{tg}\varphi_c$ .

Реактивная мощность по предприятию определяется по выражению:

$$Q_{\text{пред}} = S_{\text{пред}} \cdot \sin \varphi_{\text{пред}}$$

Реактивная мощность, которую может передать система согласно своему  $\text{tg}\varphi$ , определим по выражению:

$$Q_c = P_{\text{пред}} \cdot \text{tg} \varphi_c$$

Зная  $Q_{\text{пред}}$ , определённое через  $P_{\text{пред}}$  и  $\text{tg}\varphi_{\text{пред}}$  определим мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{\text{ком}} = P_{\text{пред}} \cdot (\text{tg} \varphi_{\text{пред}} - \text{tg} \varphi_c) \cdot \alpha,$$

где  $\alpha$  - даёт возможность повышения коэффициента мощности мерами, не требующими установки компенсирующих устройств и равен 0,9.

### 3 Задания №2

Определить ЦН для выбранного силового трансформатора по заданному генплану предприятия и мощностям цехов с учетом характера нагрузки ( $\cos\varphi$ ) таблица 3.2.

#### 3.1 Методика выполнение задания №2

**Цель задания:** понять назначение определения центра нагрузок, что исключает необоснованные перетоки мощности, научиться его определять.

По первой букве фамилии выбирается номер генерального плана (рисунки 1-7) согласно таблицы 3.1.

Таблица 3.1

Первая буква в фамилии	А, З, П, Ц	Б,И, Р,Ч	В,К, С,Ш	Г,Л, Т,Э	Д,М, У,Ю	Е,Н, Ф,Я	Ж,О, Х,Ы
Номер генерального плана	1	2	3	4	5	6	7

1. Определить центр нагрузок. Для этого следует на генеральном плане предприятия определить координаты центра нагрузок каждого цеха ( $x_i$  и  $y_i$ ),



условно принимая совпадающими центр нагрузок с геометрическим центром цеха:

$$x_0 = \frac{\sum_1^n P_i \cdot x_i}{\sum_1^n P_i}; \quad y_0 = \frac{\sum_1^n P_i \cdot y_i}{\sum_1^n P_i}.$$

2. Определить для каждого цеха:

$$S_n = \frac{P_{ном}}{\cos \varphi}; \quad Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}.$$

3. Определить суммарную активную расчетную мощность  $P_{расч}$  по заводу:

$$P_{расч} = \sum_i^n P_{ni}.$$

4. Определить суммарную реактивную расчетную мощность  $Q_{расч}$  по заводу:

$$Q_{расч} = \sum_i^n Q_{ni}.$$

5. Определить полную мощность по заводу  $S_n$  :

$$S_n = \sqrt{Q_{расч}^2 + P_{расч}^2}.$$

6. Выбрать трансформаторы по полной мощности  $S_n$ .

Выбранные трансформаторы располагаются на подстанции, максимально приближенной к центру нагрузок.

Таблица 3.2 - Исходные данные по генеральному плану

Вариант № цеха	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$
1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1
2	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1
3	20	0,85	15	0,85	10	0,85	8	0,8	10	0,8	12	0,8	18	0,8	12	0,85	14	0,85
4	15	0,9	25	0,9	15	0,9	6	0,85	12	0,85	10	0,8	20	0,85	15	0,9	7,5	0,8
5	1	0,85	0,5	0,85	0,4	0,9	0,5	0,9	0,4	0,85	0,6	0,8	1,5	0,85	14	0,9	0,4	0,85
6	4	0,85	6	0,85	2	0,8	1,5	0,8	2	0,8	3	0,85	1,5	0,8	0,8	0,85	0,6	0,9
7	2	0,8	1	0,8	1,5	0,9	1,2	0,85	1,5	0,85	0,9	0,8	2	0,85	3	1	1,5	0,8
8	1,5	0,8	1,5	0,8	0,9	0,85	0,8	0,8	1	0,85	0,8	0,85	0,6	0,8	1,5	0,85	0,75	0,9
9	1	0,9	1,5	0,9	0,8	0,85	0,75	0,8	1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,85	1,2	0,9	1	0,9
10	1,2	0,9	1	0,9	0,75	0,85	0,5	0,85	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,9	0,5	1	0,8	0,8
11	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1

Окончание таблицы 3.2

Вариант № цеха	10		11		12		13		14		15		16		17		18	
	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$	$P, \text{кВм}$	$\cos\phi$
1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,15	1
2	1,5	0,8	1,2	0,8	0,9	0,85	1,6	0,8	1,	0,8	0,8	0,85	0,95	0,85	1,4	0,8	0,01	1
3	1	0,85	1,5	0,8	1,7	0,8	1,8	0,8	1,65	0,85	2	0,85	2,5	0,85	2,4	0,8	17	0,9
4	3	0,85	2,8	0,85	2,6	0,85	2,5	0,85	1,8	0,85	1,9	0,85	3,1	0,8	3,2	0,85	12,5	8
5	4	0,85	3,8	0,85	3,6	0,85	3,5	0,85	2,5	0,8	2,9	0,8	3,1	0,85	3,2	0,85	2,75	0,85
6	0,5	1	0,6	1	0,4	1	0,35	1	0,45	1	0,45	1	0,3	0,9	0,3	0,9	0,42	1
7	0,2	0,9	0,25	0,9	0,15	0,9	0,1	0,9	0,12	0,9	0,2	0,9	0,3	0,85	1,5	0,9	1,2	0,9
8	1,5	0,85	1,7	0,85	1,8	0,85	1,9	0,85	2	0,85	2,1	0,85	2,2	0,8	2,5	0,8	2,2	0,8
9	1,2	0,9	1,3	0,9	1,4	0,9	1,5	0,85	1,6	0,8	1,1	0,85	1,35	0,85	4,45	0,85	1,25	0,8
10	0,8	0,85	0,9	0,85	1	0,85	1,1	0,85	1,2	0,85	1,3	0,85	0,7	0,9	0,75	0,85	1,3	0,95
11	0,5	0,9	0,45	0,9	0,55	0,9	0,6	0,9	0,6	0,85	0,5	0,9	0,4	0,9	0,45	0,9	0,4	0,85

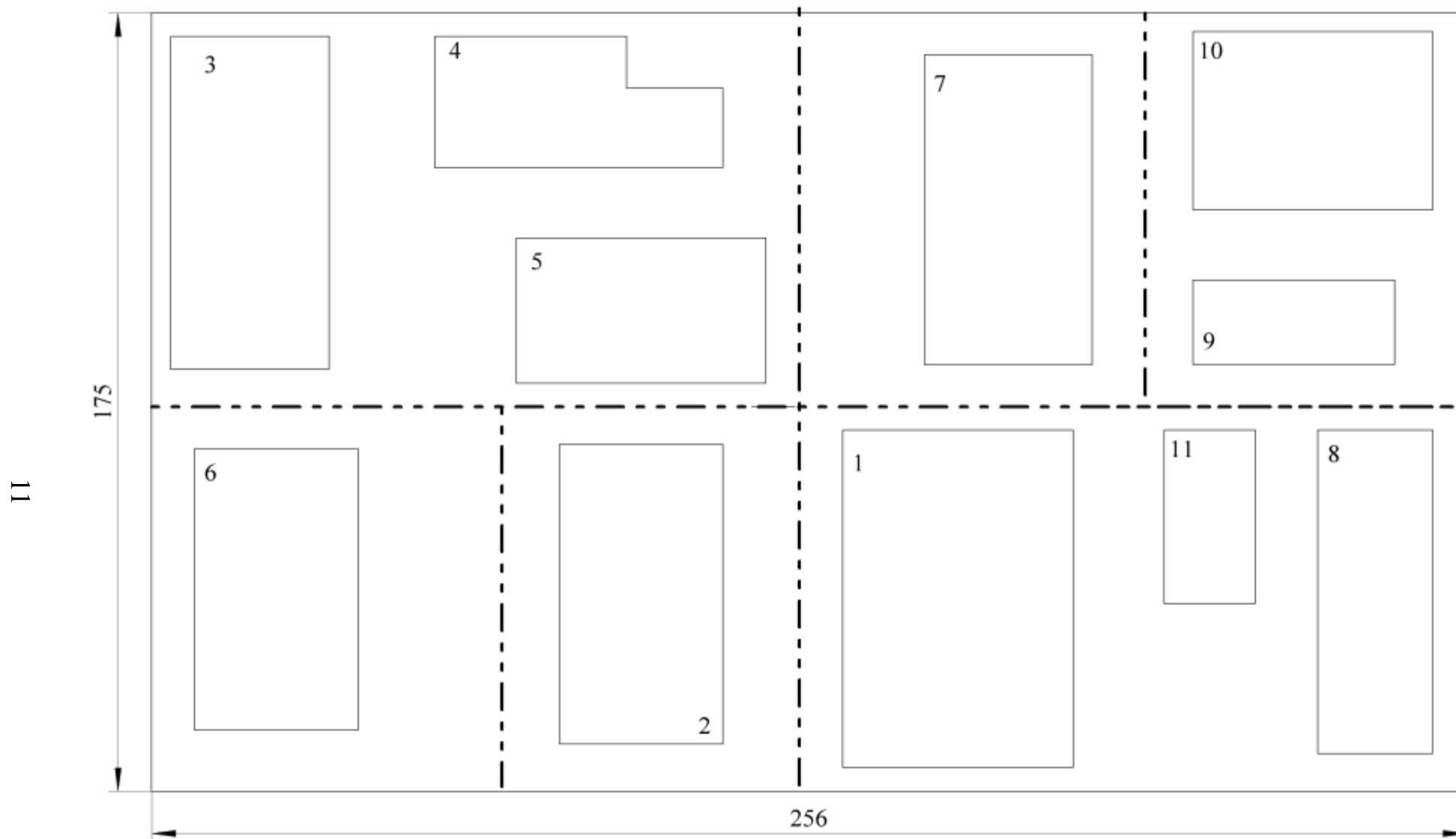


Рисунок 3.1 - Генеральный план №1

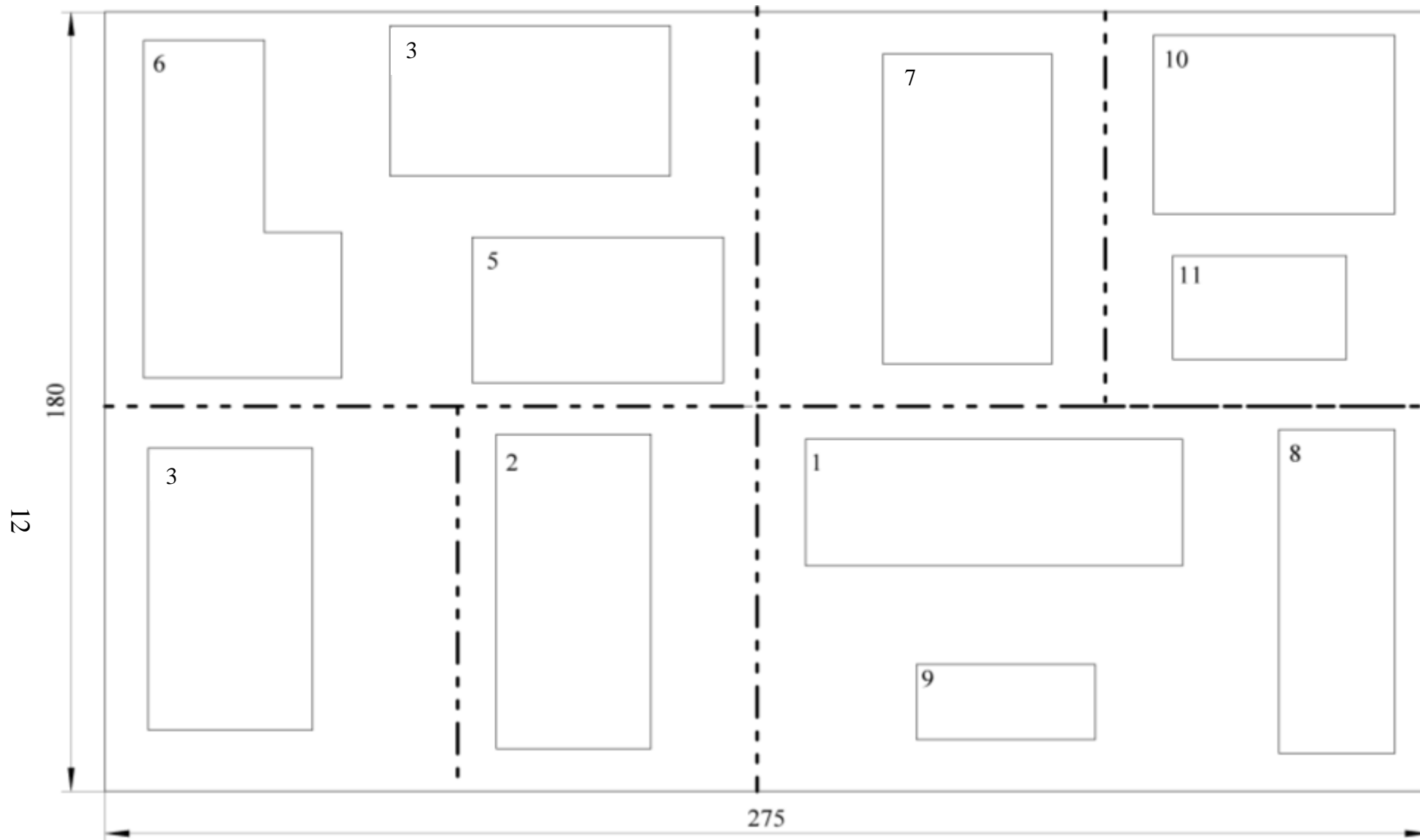


Рисунок 3.2 - Генеральный план №2

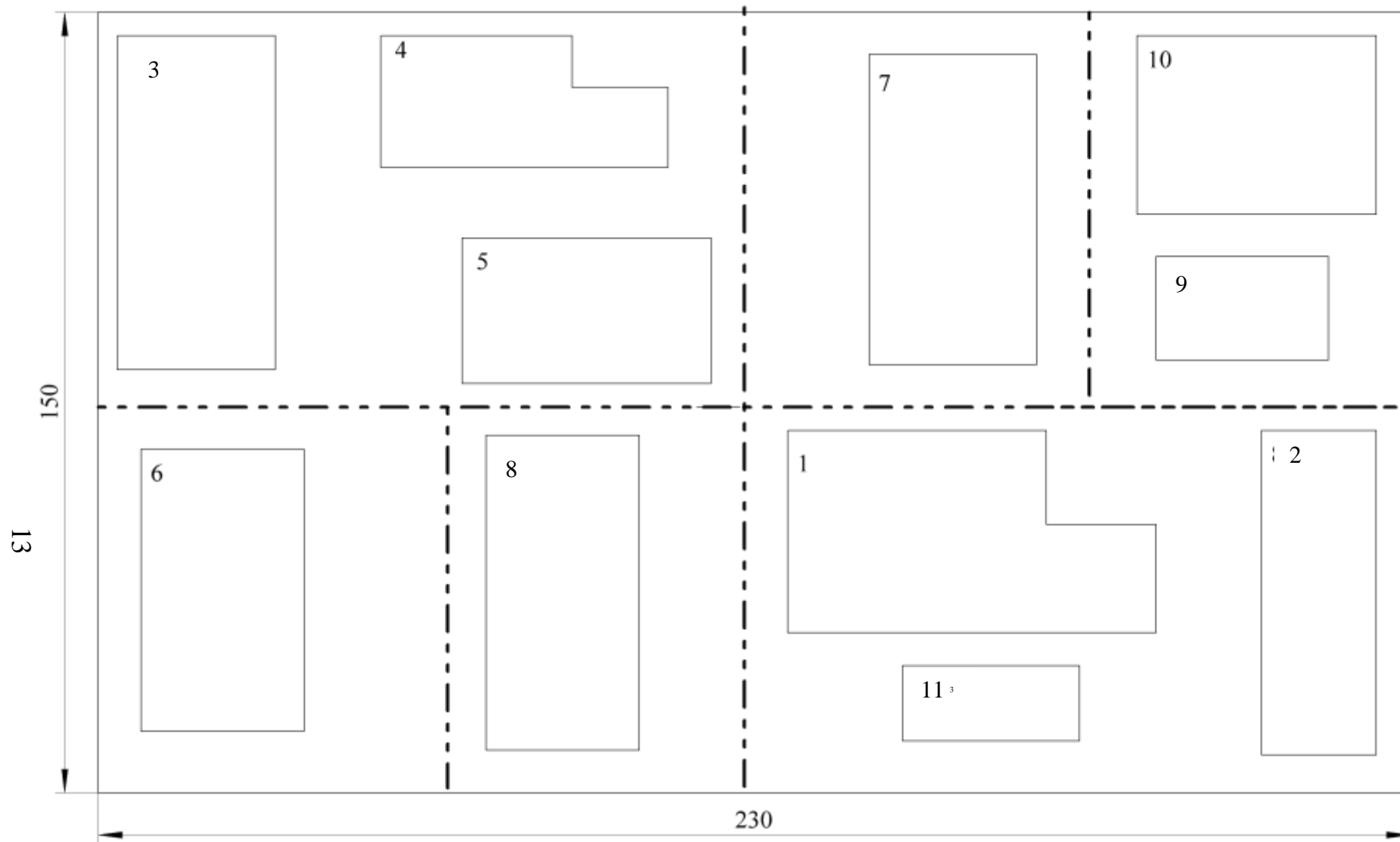


Рисунок 3.3 - Генеральный план №3

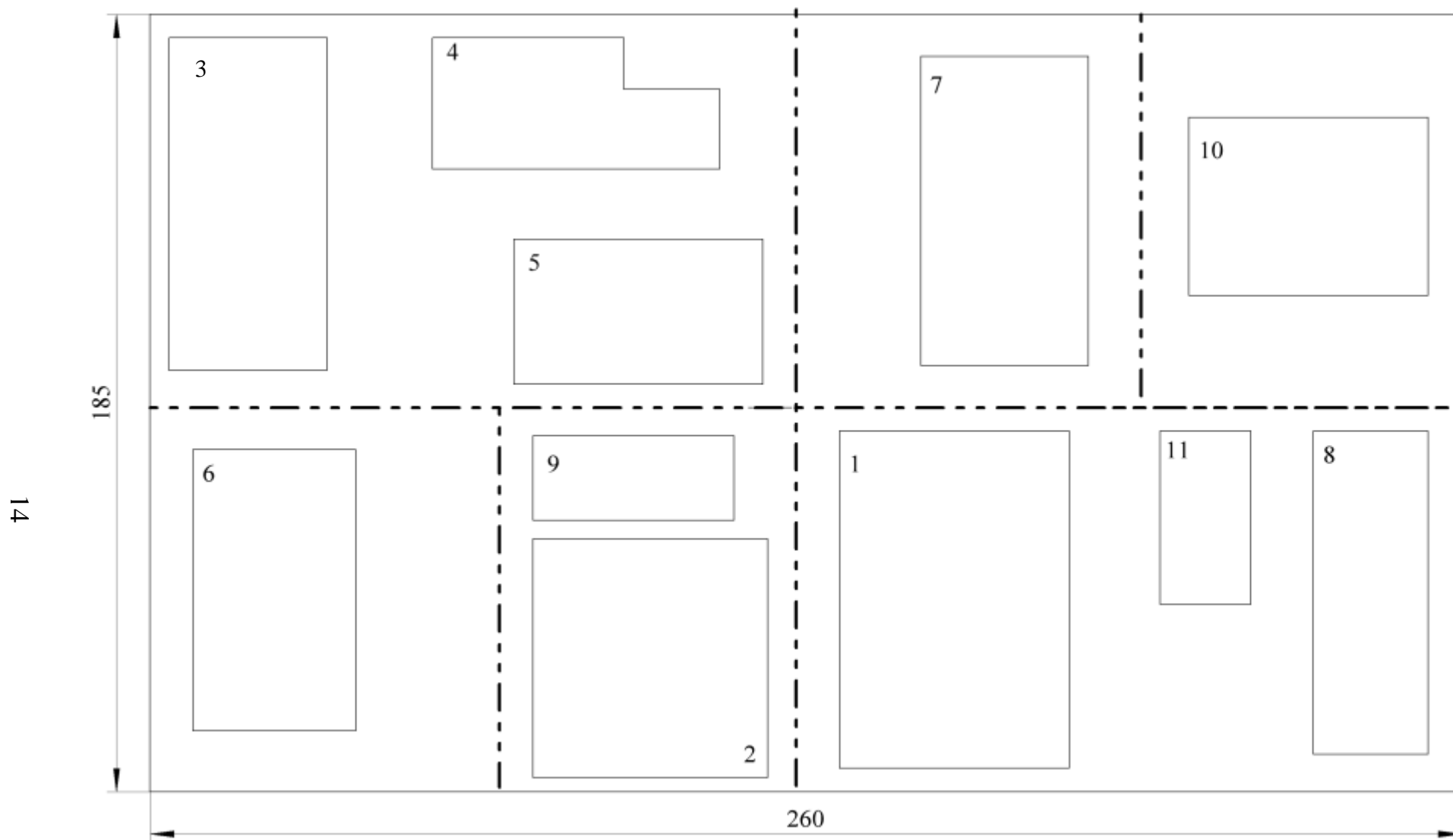


Рисунок 3.4 - Генеральный план №4

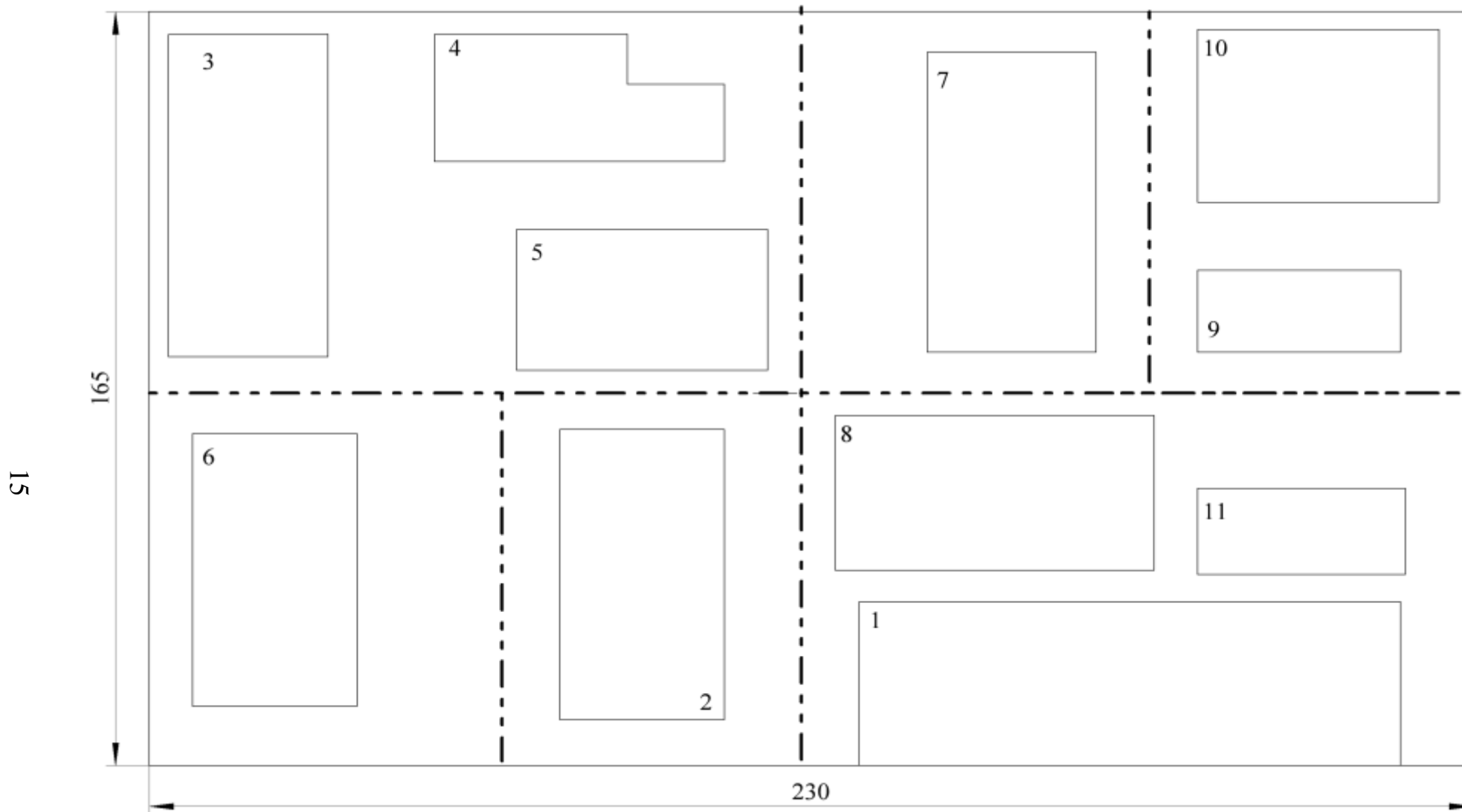


Рисунок 3.5 - Генеральный план №5

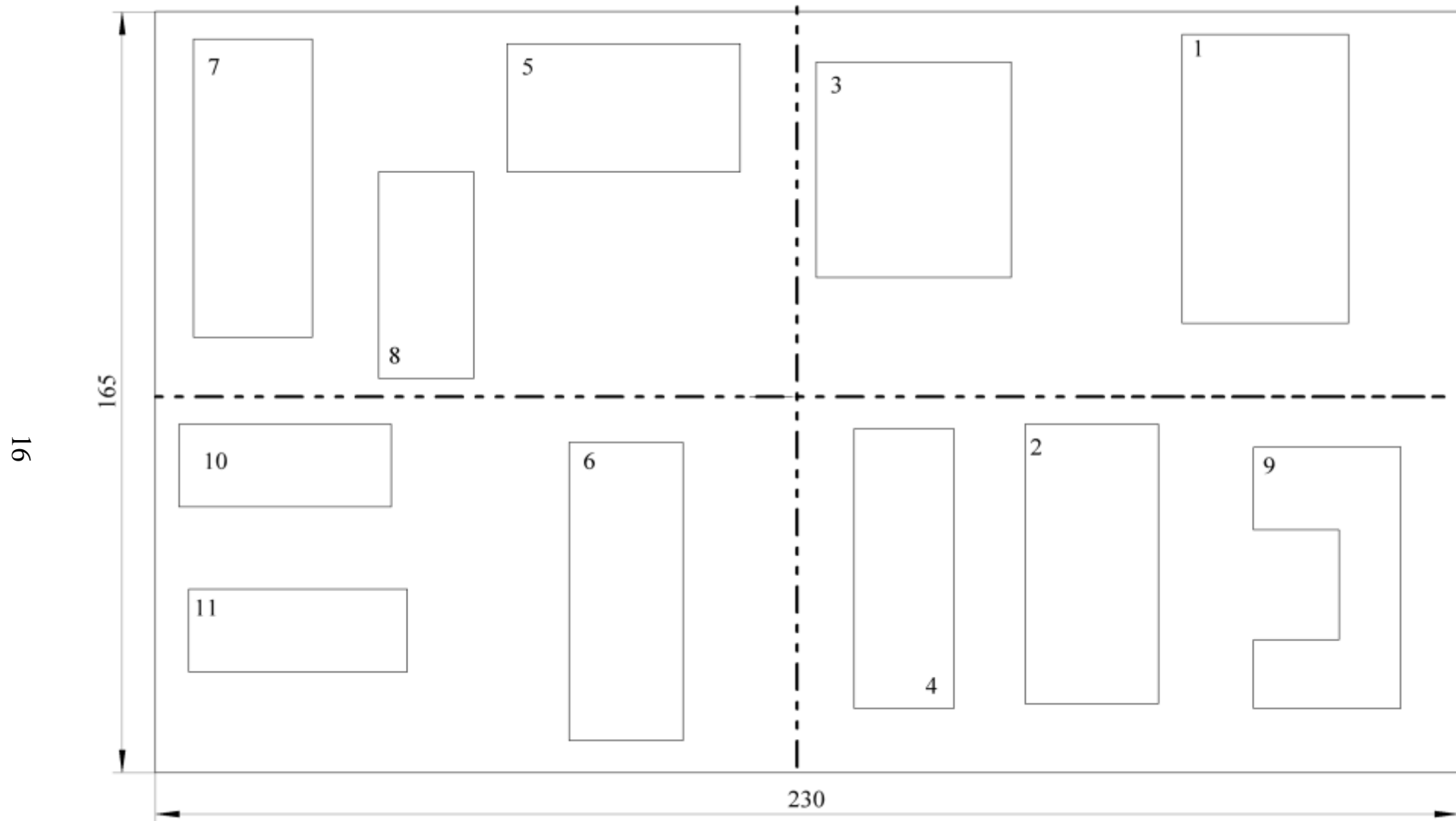


Рисунок 3.6 - Генеральный план №6



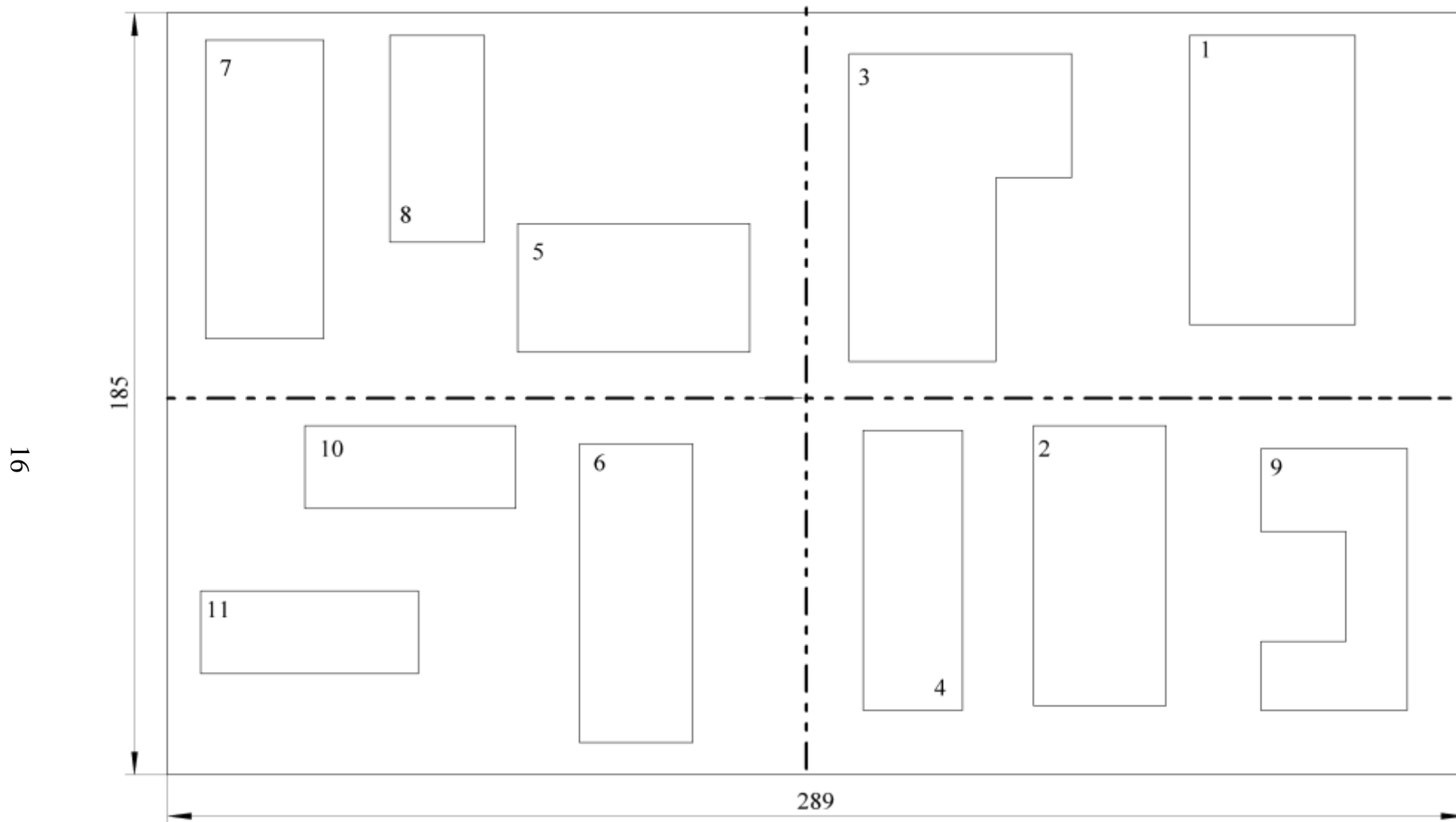


Рисунок 3.7 - Генеральный план №7

#### 4 Задание №3

**Цель задания:** на примере расчета нагрузки промышленного предприятия одним из способов (метод коэффициент использования и коэффициента максимума ( $K_u, K_m$ )). Научиться правильно выбрать силовые и цеховые трансформаторы.

Рассчитать электрическую нагрузку предприятия и выбрать трансформаторы (категория предприятия II).

Расчет выполнить методом коэффициента использования и коэффициента максимума в следующей последовательности. Данные по нагрузке в таблице 4.1.

##### 4.1 Методика выполнения задания №3

1. Объединить нагрузки по узлам с одинаковым коэффициентом использования ( $K_u$ ).

2. Определить среднесменную разгрузку по узлам:  $P_{см} = K_u \cdot \sum_1^n P_n$ .

3. Определить числа эффективных электроприемников в узле:

$$n_э = \frac{(\sum_1^n P_{ном,i})^2}{\sum_1^n P_{ном,i}^2} = \frac{P_{ном}^2}{\sum_1^n P_{ном,i}^2}.$$

4. По таблице 4.1 или кривым на рисунке 4.1 [5] для определения  $K_m$  выбрать:

$$K_m = f(K_u, n_э).$$

5. Определить расчетную мощность узла:  $P_{расч} = K_m \cdot P_{см}$ .

6. при  $n_э \leq 10$  в узле нагрузки  $Q_{расч} = 1,1 \cdot Q_{см}$ ;

при  $n_э > 10$  в узле нагрузки  $Q_{расч} = Q_{см}$ .

7. Выбрать трансформаторы по  $S_{II}$ :

$$S_{II} = \sqrt{(\sum P_{расчi})^2 + (\sum Q_{расчi})^2}.$$

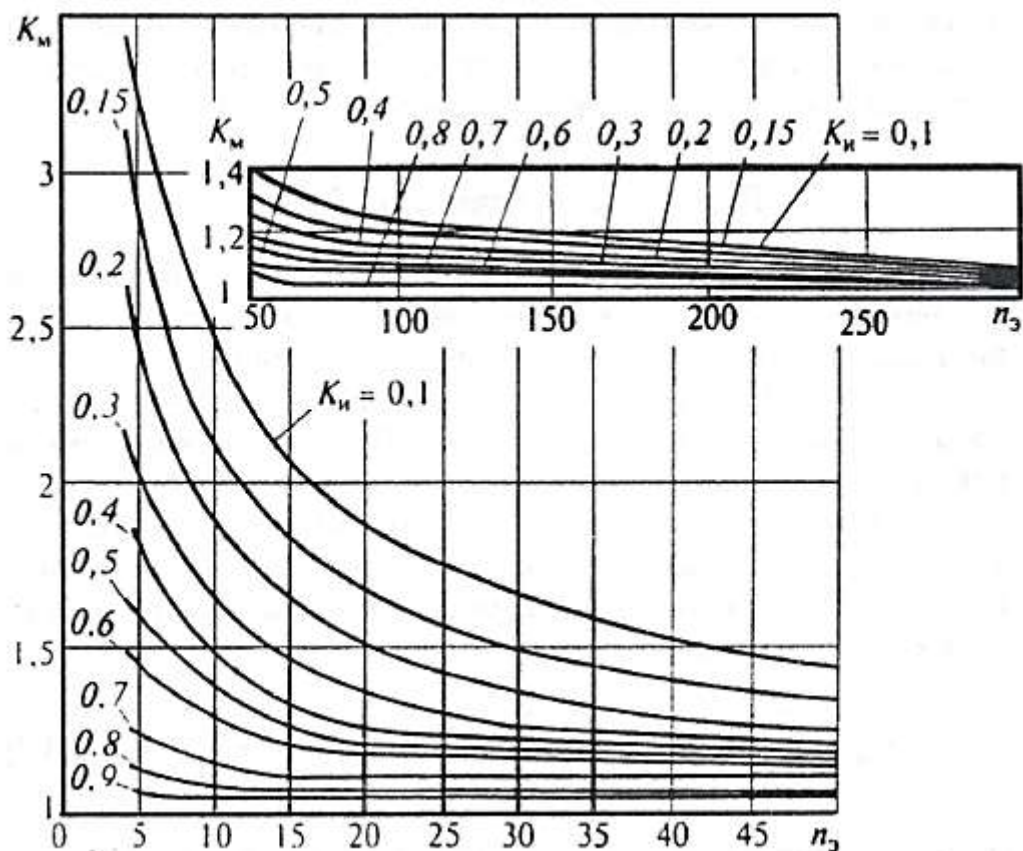


Рисунок 4.1 – Кривые для определения  $K_M = f(K_U \text{ и } n_3)$

Таблица 4.1 – Зависимость коэффициента максимума ( $K_M$ ) от коэффициента использования ( $K_U$ ) и числа эффективных электроприемников ( $n_3$ )

$n_3$	Значение $K_M$ при $K_U$								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14
5	3,23	2,87	2,42	2,00	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10
7	2,88	2,48	2,10	1,80	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,40	1,30	1,20	1,08
9	2,56	2,20	1,90	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07
18	1,91	1,70	1,55	1,37	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,24	1,20	1,15	1,11	1,06
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,14	1,11	1,10	1,08	1,04
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03
80	1,25	1,20	1,15	1,11	1,10	1,10	1,08	1,06	1,03
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02

Таблица 4.1

Вариант			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Параметры																						
1	Рном, кВт	n	2	20	1,5	20	1	15	0,8	10	12	15	0,7	10	1,2	1,5	0,75	10	1,5	10	10	12
	Ки	cosφ	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,2	0,6	0,9	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,85	0,4	0,85	0,6	0,9
2	Рном, кВт	n	5	6	3	10	2,5	12	2	15	10	10	1,5	1,5	4	10	1,5	15	2,5	15	15	10
	Ки	cosφ	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,2	0,6	0,9	0,85	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,4	0,9	0,6	0,9
3	Рном, кВт	n	10	7	7,5	10	5	12	5	30	8	8	4	8	10	4	10	5	4	12	30	8
	Ки	cosφ	0,6	0,9	0,8	0,9	0,6	0,9	0,4	0,6	0,85	0,85	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,9	0,4	0,95	0,6	0,85
4	Рном, кВт	n	15	6	10	8	20	5	10	25	6	10	15	6	15	6	15	7	6	10	25	6
	Ки	cosφ	0,6	0,9	0,7	0,9	0,6	0,9	0,5	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,85	0,6	0,9	0,4	0,9	0,6	0,9
5	Рном, кВт	n	600	4	500	3	400	3	300	1000	2	2	500	4	600	2	800	2	100	8	1000	2
	Ки	cosφ	0,4	0,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,65	0,5	0,6
6	Рном, кВт	n	100	6	75	8	150	4	50	150	4	4	60	4	100	6	75	4	100	5	150	4
	Ки	cosφ	0,5	1	0,6	1	0,5	1	0,8	0,6	1	1	0,6	1	0,6	1	0,8	1	0,7	0,1	0,6	1
7	Рном,кВт	n	0,8	20	0,5	25	1	15	1,5	0,75	20	10	30	2	30	4	30	2	30	4	0,75	20
	Ки	cosφ	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,5	0,6	0,9	0,9	0,6	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6	0,9

Окончание таблицы 4.1

Вариант			11		12		13		14		15		16		17		18	
Параметры																		
1	Рном, кВт	n	0,75	20	1	15	0,5	20	0,75	15	1	10	0,75	15	1	10	1	10
	Ки	cosφ	0,6	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,6	0,9	0,2	0,9	0,4	0,85	0,4	0,9	0,4	0,9
2	Рном, кВт	n	2	15	1,5	15	1,5	20	1	15	1,5	15	1	20	2	15	2	15
	Ки	cosφ	0,6	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,6	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9
3	Рном, кВт	n	4	10	2,5	12	4	10	2,5	10	7,5	10	4	10	4	10	4	10
	Ки	cosφ	0,6	0,9	0,4	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9
4	Рном, кВт	n	10	8	4	10	10	8	7,5	8	10	15	7,5	8	10	4	10	4
	Ки	cosφ	0,4	0,8	0,4	0,9	0,6	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,2	0,9	0,6	0,85	0,6	0,85
5	Рном, кВт	n	800	2	600	2	600	2	300	3	500	2	600	2	500	2	500	2
	Ки	cosφ	0,5	0,7	0,4	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,65	0,5	0,65	0,6	0,65	0,6	0,65
6	Рном, кВт	n	75	2	60	4	100	4	100	3	75	4	100	3	75	4	75	4
	Ки	cosφ	0,6	0,9	0,6	1	0,6	1	0,7	1	0,6	1	0,6	1	0,6	1	0,6	1
7	Рном, кВт	n	30	4	30	4	25	4	30	4	25	4	25	4	1	3	1	3
	Ки	cosφ	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9

## 5 Задание № 4

**Цель задания:** научиться рассчитывать потери напряжения в сетях для обеспечения качественного напряжения в сети электроснабжения.

Определить отклонение напряжения в характерных точках сети 10 кВ, изображенной на рисунке 5.1. Данные по нагрузкам узлов в таблице 5.1.

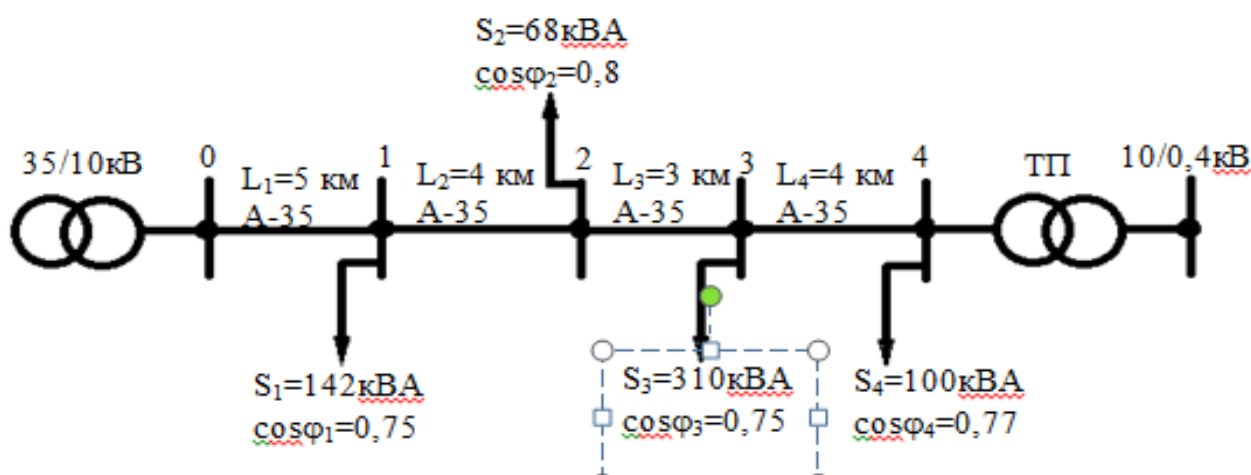


Рисунок 5.1 – Схема электроснабжения 10кВ

### 5.1 Методика выполнения задания № 4

1. Для нахождения на участках ВЛ-10 кВ составляющих полной мощности определяем расчетные нагрузки, начиная с участка линии 3 - 4.

$$S_{3-4} = S_4 \cdot k_3 \cdot k_n,$$

где  $k_3$  – коэффициент загрузки трансформатора принять для всех вариантов 0,7;

$k_n$  – коэффициент роста нагрузки принять для смешанной нагрузки плюс несельскохозяйственная для ТП -10/0,4 кВ таблица 5.3.

Следующим при расчетных периодах:

- расчетный год – 5 лет -  $k_n=1,3$ ;

- расчетный год – 7 лет -  $k_n=1,4$ ;

$$S_{3-4} = S_4 \cdot k_3 \cdot k_n;$$

$$P_{3-4} = S_4 \cdot \cos \varphi_4;$$

$$Q_{3-4} = S_{3-4} \cdot \sin \varphi_4.$$

1. Сопротивления участков линии 10 кВ определить по удельному индукционному сопротивлению  $x_{уд} = 0,4$  Ом/км и на удельное активное сопротивление провода А-35.

Удельное активное сопротивление провода рассчитать самостоятельное по формуле:

$$R = q \cdot \frac{l}{S},$$

для 1 км принять  $q$  для алюминия равным  $0,028$  Ом·мм<sup>2</sup>/м.

Тогда напряжение на участке 3-4 определяется как:

$$\Delta U_{3-4} = \frac{(P_{3-4} \cdot R_{3-4} + Q_{3-4} \cdot X_{3-4}) \cdot 100\%}{U^2}.$$

2. Аналогично провести расчет потерь напряжения для других участков ВЛ-10 кВ, учтя нагрузки надбавками, определенными по таблице 5.1:

$$P_{2-3} = S_3 \cdot \cos \varphi_3 + \Delta P;$$

$$Q_{2-3} = S_3 \cdot \sin \varphi_3 + \Delta Q.$$

где  $\Delta P$  и  $\Delta Q$  - добавки к большей из нагрузок, определенные по таблице 5.2.

Суммарная потеря напряжения в линии 10 кВ при максимальной нагрузке до удельного ТП-10/0,4 кВ будет складываться:

$$\Delta U_{10}^{100}, \% = \Delta U_{3-4} \% + \Delta U_{3-2} \% + \Delta U_{2-1} \% + \Delta U_{1-0} \%.$$

и не должна превышать – 5%.

В случае превышения этой потери напряжения следует предусмотреть мероприятия, которые позволят снизить превышающие потери и провести проверочный расчет по аналогии. Задание выбрать согласно варианту из таблицы 5.1.

Таблица 5.1

Параметры схемы	Сумма двух последних цифр в зачетке вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		$S_1$ , кВА	150	152	140	145	155	160	100	90	78	120	130	135	85	125	900	180	175
$S_2$ , кВА	148	80	100	130	120	120	200	100	120	80	140	110	100	90	80	105	100	105	
$S_3$ , кВА	130	120	90	80	90	100	70	270	300	200	80	300	400	120	130	98	300	70	
$S_4$ , кВА	100	110	95	70	70	300	120	100	160	100	100	160	100	200	150	100	200	140	
$\cos\varphi_1$	0,8	0,85	0,75	0,8	0,7	0,8	0,75	0,8	0,85	0,75	0,8	0,75	0,7	0,75	0,7	0,8	0,8	0,75	
$\cos\varphi_2$	0,7	0,8	0,8	0,85	0,8	0,85	0,8	0,8	0,7	0,85	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,75	0,8	0,75	
$\cos\varphi_3$	0,75	0,8	0,85	0,7	0,75	0,7	0,85	0,75	0,75	0,7	0,75	0,85	0,85	0,8	0,85	0,7	0,7	0,7	
$\cos\varphi_4$	0,8	0,75	0,7	0,75	0,75	0,8	0,75	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,85	0,75	0,85	0,75	0,8	
$L_1$ , км	5	4,5	3,5	4,2	3,5	5	3,5	4	4	3	2,8	3,9	3	4	2,5	3	4	3	
$L_2$ , км	3,5	3	6	5	4,2	3	2,8	5,6	2,8	4,5	4	4	2,8	3,5	4	4	2,5	3,5	
$L_3$ , км	2	4	4	2,5	2,8	3,2	5	3,2	3	2,8	5	1,8	4,2	2	3,2	2,8	3	4	
$L_4$ , км	4	2,5	2,5	3	4	2,8	3,2	2,4	3	4	3,2	3	2,5	2,8	3	2,5	1,8	2,5	
$K_H$ , лет	5	7	7	5	5	7	5	5	7	7	5	5	7	7	7	5	7	5	
$S$ , мм <sup>2</sup>	70	35	35	35	35	35	70	35	35	35	35	70	70	35	70	35	70	35	



Таблица 5.2 - Суммирование нагрузок в сетях напряжением 6 – 35 кВ

$P_M$	$P_{доб}$	$P_M$	$P_{доб}$	$P_M$	$P_{доб}$
1	+0,6	130	+98	480	+382
2	+1,2	140	+106	500	+400
4	+2,5	150	+115	520	+416
6	+3,7	160	+123	540	+432
8	+5,0	170	+131	560	+448
10	+6,3	180	+139	580	+465
15	+9,7	190	+147	600	+483
20	+13,0	200	+155	650	+525
25	+16,5	220	+170	700	+570
30	+20,4	240	+186	750	+610
35	+24,4	260	+204	800	+650
40	+28,4	280	+220	850	+695
45	+32,4	300	+235	900	+740
50	+36,5	320	+251	950	+785
60	+44,0	340	+267	1000	+830
70	+52,0	360	+283	1100	+918
80	+59,5	380	+299	1200	+1005
90	+67,0	400	+315	1300	+1093
100	74,5	420	+332	1400	+1182
110	82	440	+348	1500	+1270
120	90	460	+365		

Таблица 5.3 – Коэффициенты роста нагрузок ТП 10/0,4 кВ

Вид нагрузки	Расчетный год			
	5	7	10	12
Коммунально-бытовая	1,2	1,3	1,8	2,0
Производственная	1,3	1,4	2,1	2,4
Смешанная и несельскохозяйственная	1,3	1,4	2,0	2,2

## Список литературы

### *Основная:*

- 1 Сибикин Ю.Д., Сибикин М. Ю. Электроснабжение: Учебное пособие. - М.: ИП РадиоСофт., 2014. - 398 с.
- 2 Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник для студ. Учреждений высш. проф. Образования.- М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 2-е изд., перераб. и доп. -352 с. (Сер. Бакалавриат).
- 3 Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. - М.: «ФОРУМ-ИНФРА-М», 2009.

### *Дополнительная:*

- 4 Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: КолосС, 2008.
- 5 Справочник по проектированию электроснабжения. Электроустановки промышленных предприятий / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др.-М.: Энергоатом издат,1990 - 576 с.
- 6 Воробьев В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. – М.: КолосС, 2005.
- 7 Абрамова Е.Я. Расчет нагрузок сельских электрических сетей. – Оренбург, 2002.
- 8 Будзко И.А. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства. – М.: Колос, 2000.
- 9 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для сред. проф. образования. – М., 2001.

Васильев Владимир Алексеевич  
Асанова Камиля Майдиновна

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов специальности  
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Редактор Н. М. Голева  
Специалист по стандартизации Н. К. Молдабекова

Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Тираж 50 экз.  
Объем 1,6 уч.-изд.л.

Формат 60x84 1/16  
Бумага типографская №1  
Заказ \_\_\_\_ Цена 813 тг.

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи»  
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126