

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное образовательное учреждение –
«Оренбургский государственный университет»**
Кафедра электроснабжения (по отраслям)

Е.Я.АБРАМОВА, С.К.АЛЕШИНА

Расчет электрических нагрузок в городских сетях

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским
советом государственного образовательного учреждения –
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2002

ББК 31.277.1

А 16

УДК658.26.621.316.1

Введение

В пособии представлена методика расчета нагрузок городских электрических сетей на все напряжения, приведены расчетные формулы и таблицы, необходимые для расчета.

В основу написания пособия положена инструкция по проектированию городских электрических сетей (РД 34.20.185-94), утвержденная Минэнерго и РАО "ЕЭС России"

Пересмотр Инструкции ВСН 97-83 обусловлен изменением нормативов расчетных электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей, уточнением требований к надежности электроснабжающих и распределительных сетей.

В Инструкции приведены некоторые рекомендации по выполнению электрических сетей до 1 кВ при коттеджном строительстве.

Инструкция введена в действие с 01.01.95г.

1 Выбор напряжения городской сети и режима нейтрали

Напряжение системы электроснабжения города должно выбираться с учетом наименьшего количества ступеней трансформации энергии. Для большинства городов наиболее целесообразной является система напряжений 35-110 / 10 кВ; для крупнейших и крупных городов – 500 / 220-110 / 10 кВ или - 330 / 110 / 10 кВ.

При расширении и реконструкции действующих сетей 6 кВ рекомендуется переводить их на напряжение 10 кВ. В новых районах застройки напряжение распределительных сетей выше 1 кВ должно приниматься не ниже 10 кВ независимо от напряжения сети в существующей части города. Применение напряжения 15-20 кВ в городских распределительных сетях рекомендуется рассматривать при реконструкции или расширении сетей, но при условии технико-экономического обоснования.

Городские электрические сети выше 1 кВ до 35 кВ должны выполняться трехфазными. Режим работы нейтрали и компенсация емкостного тока в этих сетях должны приниматься согласно требованиям ПУЭ. Сети до 1 кВ – с глухим заземлением нейтрали напряжением 380/220 В. Действующие сети 220/127В, рекомендуется переводить на напряжение 380 / 220 В.

В городских распределительных сетях следует применять трансформаторы со схемой " зигзаг " или " треугольник-звезда ". Трансформаторы 10 / 0,4 кВ со схемой соединения " звезда-звезда " допускается применять в сетях с преобладанием трехфазных электроприемников и в сетях 6 кВ, переводимых на напряжение 10 кВ с соответствующим переключением обмоток для возможности применения трансформаторов в сети 6 кВ.

2 Схемы электроснабжающих сетей 35 кВ и выше

При разработке схемы электроснабжающих сетей крупных и крупнейших городов следует предусматривать создание вокруг города кольцевой магистральной сети напряжением 110 кВ и выше с двухсторонним питанием и понижающими подстанциями. Кольцевая сеть должна быть связана по сети внешнего электроснабжения не менее чем с двумя независимыми источниками питания энергосистемы через разные опорные подстанции. Опорные подстанции рекомендуется располагать в противоположных местах кольцевой сети.

Мощность трансформаторов подстанций, в зависимости от территории района, плотности нагрузки, состава потребителей рекомендуется применять:

- | | |
|---------------------------------------------|---------------------|
| -при питании по воздушным ЛЭП 110 кВ | – не менее 25 МВ·А; |
| -по линии 220 кВ | – не менее 40 МВ·А; |
| -при питании по кабельным линиям 110/220 кВ | – не менее 40 МВ·А. |

3 Схемы распределительных сетей 0,38-20 кВ

Распределительные сети 10(6) кВ рекомендуется использовать для современных городских, коммунально-бытовых и промышленных потребителей. Целесообразность сооружения РП 10(6) кВ должна обосновываться технико-экономическим расчетом. Нагрузка РП на расчетный срок должна составлять на шинах 10 кВ не менее 7 МВт, на шинах 6 кВ – не менее 4 МВт.

При петлевой, замкнутой и радиальной схемах распределительных сетей 10(6) кВ должны применяться ТП, как правило, с одним трансформатором. Основным принципом построения распределительной сети 10(6) кВ для электроснабжения электроприемников первой категории является двухлучевая схема с двухсторонним питанием при условии подключения взаимно резервирующих линий 10(6) кВ к разным независимым источникам питания.

Основным принципом построения распределительной сети 10(6) кВ для электроприемников второй категории является сочетание петлевых схем 10(6) кВ, обеспечивающих двухстороннее питание каждой ТП, и радиальных линий 0,38 кВ к потребителям.

Для электроснабжения районов с электроприемниками первой и второй категории рекомендуется применение на напряжение 10(6) кВ комбинированной петлевой двухлучевой схемы с двухсторонним питанием. Для жилых и общественных зданий с электрическими плитками, а также всех зданий высотой 9 этажей и более при питании от однотрансформаторных ТП следует предусматривать резервирование по сети 0,38 кВ от других ТП. Мощность силовых масляных трансформаторов и их перегрузка определяются согласно методике, приведенной в ГОСТ 14209-85.

В районах малоэтажной застройки (до 6 этажей) мощность трансформаторов ТП в зависимости от плотности нагрузки на шинах 0,4 кВ рекомендуется принимать согласно таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Мощность трансформаторов

Плотность нагрузки, МВт/км ²	Мощность трансформаторов ТП, кВ·А
от 0,8 до 1,0	1·160
свыше 1,0 до 2,0	1·250
свыше 2,0 до 5,0	1·400
свыше 5,0 до 8,0	1·630

В районах многоэтажной застройки (9 этажей и выше) при плотности нагрузки 8 МВт / км² и более оптимальная нагрузка РП должна составлять: при напряжении 10 кВ – 12 МВт; при напряжении 6 кВ – 8 МВт. Оптимальная мощность двухтрансформаторных ТП в этих районах – 2·630 кВ·А.

Категории электроприемников городских сетей приведены в
Приложении А.

4 Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной нагрузки промышленных и приравненных к ним потребителей выполняется в соответствии с действующими нормативными документами по расчетам с потребителями за компенсацию реактивной мощности и по компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий.

Компенсирующие устройства рекомендуется устанавливать непосредственно у электроприемников.

Для жилых и общественных зданий компенсация реактивной нагрузки не предусматривается.

5 Расчет электрических нагрузок жилых зданий

Расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома, определяется по формуле 5.1:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.уд}} \cdot n, \quad (5.1)$$

где $P_{\text{кв}}$ – расчетная электрическая нагрузка квартиры, кВт;

$P_{\text{кв.уд}}$ – удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир (домов), определяемая по таблице 5.1, кВт/ квартира;

n – количество квартир.

Таблица 5.1 - Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприёмников квартир жилых домов, кВт/квартира

Потребители электроэнергии	Количество квартир													
	1-3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
1 Квартиры с плитами: на природном газе	3	2,3	1,75	1,45	1,3	1,15	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,43	0,4
на сжиженном газе (в том числе при групповых установках) и на твердом топливе	4	2,6	2	1,65	1,5	1,35	1,15	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,5
электрическими мощностью до 8 кВт	7	3,5	2,8	2,4	2,15	2	1,8	1,5	1,3	1,15	1	0,9	0,85	0,8
2 Домики на участках садоводческих товариществ	2,6	1,5	1,1	0,9	0,75	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	0,38	0,35	0,33	0,3
3 Квартиры с плитами на природном газе и бытовыми кондиционерами воздуха при расчетной температуре, °С*: от 25 до 29°С	4,1	2,9	2,2	1,8	1,63	1,45	1,25	0,95	0,8	0,65	0,5	0,36	0,33	0,3
свыше 29 до 33	4,1	3,05	2,35	2	1,8	1,6	1,4	1,1	0,95	0,75	0,55	0,45	0,4	0,3
свыше 33 до 37	4,1	3,15	2,5	2,15	1,95	1,75	1,55	1,2	1,05	0,9	0,7	0,55	0,43	0,4
свыше 37	4,1	3,3	2,7	2,35	2,15	1,95	1,7	1,4	1,25	1,05	0,8	0,65	0,53	0,45

Продолжение таблицы 5.1

4 Квартиры с плитами на сжиженном газе(в том числе при групповых установках) и на твердом топливе с бытовыми кондиционерами воздуха при расчетной температуре, °С:от 25 до 29	5,1	3,2	2,45	2	1,8	1,65	1,4	1,15	1	0,85	0,75	0,6	0,55	0,42
свыше 29 до 33	5,1	3,35	2,6	2,2	2	1,8	1,55	1,3	1,15	0,95	0,8	0,7	0,63	0,46
свыше 33 до 37	5,1	3,45	2,75	2,35	2,15	1,95	1,7	1,4	1,25	1,1	0,95	0,8	0,7	0,5
свыше 37	5,1	3,6	2,95	2,55	2,35	2,15	1,85	1,6	1,45	1,25	1,05	0,9	0,75	0,55
5 Квартиры с плитами мощностью до 8 кВт и бытовыми кондиционерами воздуха при температуре, °С:от 25 до 29 °С	8,1	4,1	3,25	2,85	2,5	2,3	2,05	1,65	1,4	1,2	1	0,8	0,75	0,7
свыше 29 до 33	8,1	4,25	3,4	3,05	2,65	2,45	2,2	1,8	1,55	1,3	1,05	0,9	0,82	0,75
свыше 33 до 37	8,1	4,35	3,55	3,2	2,8	2,6	2,35	1,9	1,65	1,45	1,2	1	0,9	0,8
свыше 37	8,1	4,5	3,75	3,4	3	2,8	2,5	2,1	1,85	1,6	1,3	1,1	0,95	0,85

*Все значения величин с предлогами "от" и "до" следует понимать включительно.

Примечания

1 Удельные расчетные нагрузки для промежуточного числа квартир определяются интерполяцией

2 Удельные расчетные нагрузки квартир включают в себя нагрузку освещения общедомовых помещений.

При определении расчетной электрической нагрузки линии или на шинах 0,4 кВ ТП должны учитываться суммарное количество квартир, лифтовых установок и другого силового электрооборудования, питающихся от ТП, и потери мощности в питающих линиях 0,38 кВ.

Расчетная нагрузка силовых электроприемников, приведенная к вводу жилого дома, определяется по формуле 5.2:

$$P_c = P_{p.l.} + P_{ст.у.}, \quad (5.2)$$

где P_c – расчетная нагрузка силовых электроприемников, кВт;

$$P_{p.l.} = K_c \cdot \sum_1^{n_l} P_{n_l}, \quad (5.3)$$

где $P_{p.l.}$ – мощность лифтовых установок, кВт;

K_c – коэффициент спроса, определяемый по таблице 5.2

n_l – количество лифтовых установок;

P_{n_l} – установленная мощность электродвигателя лифта, кВт;

$P_{ст.у.}$ – мощность электродвигателей санитарно-технических устройств (насосы водоснабжения, вентиляторы и т. д.), кВт;

Таблица 5.2 – Коэффициенты спроса лифтовых установок жилых домов K_c

Количество лифтовых установок	Этажность жилого дома	
	до 12	более 12
2-3	0,8	0,9
4-5	0,7	0,8
6	0,65	0,75
10	0,5	0,6
20	0,4	0,5
25 и выше	0,35	0,4

$$P_{ст.у.} = K_c'' \cdot \sum_1^n P'_{ст.у.}, \quad (5.4)$$

где K_c'' – коэффициент спроса, определяемый по таблице 5.3

$P'_{ст.у.}$ – установленная мощность электродвигателей санитарно-технических устройств, кВт. Мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников, противопожарных устройств, при расчете электрических нагрузок не учитывается.

Таблица 5.3 - Коэффициенты спроса электродвигателей санитарно-технических устройств K_c

Количество элек – тродвигателей	K''_c	Количество элек- тродвигателей	K''_c
2	1(0,8)*	15	0,65
3	0,9(0,75)	20	0,65
5	0,8(0,7)	30	0,6
8	0,75	50	0,55
10	0,7		

*В скобках приведены значения для электродвигателей с единичной мощностью свыше 30 кВт.

Рассчитанная электрическая нагрузка жилого дома (квартир и силовых электроприемников) – $P_{р.ж.д.}$, кВт, определяется по формуле 5.5:

$$P_{р.ж.д.} = P_{кв} + K_y \cdot P_c, \quad (5.5)$$

где $P_{кв}$ – расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома, кВт,

P_c – расчетная нагрузка силовых электроприемников жилого дома, кВт;

K_y – коэффициент участия в максимуме нагрузки силовых электроприемников;

$$K_y = 0,9.$$

Расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов следует принимать по таблице 5.4

Таблица 5.4 – Расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов

Потребитель электро – энергии	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
Квартиры с электрическими плитами	0,98	0,2
Квартиры с плитами на природном, газообразном или твердом топливе	0,96	0,29
Хозяйственные насосы, вентиляционные и другие санитарно -технические устройства	0,8	0,75
Лифты	0,65	1,17

Расчетная электрическая нагрузка жилых домов микрорайона (квартала) $P_{р.мр.}$ кВт, приведенная к шинам 0,4 кВ ТП, ориентировочно может определяться по формуле 5.6:

$$P_{р.мр.} = P_{р.ж.д.уд.} \cdot S \cdot 10^{-3}, \quad (5.6)$$

где $P_{р.ж.д.уд.}$ – удельная расчетная нагрузка жилых домов, Вт/м, приведена в таблице 5.6;

S – общая площадь жилых домов микрорайона (квартала), м².

Таблица 5.6 – Удельные расчетные электрические нагрузки Вт/м, жилых домов на шинах 0,4 кВ ТП

Этажность застройки	Жилой дом с плитами		
	на природном газе	на сжиженном газе или твердом топливе	электрическими
1-2 этажа	9,5/0,96	14,2/0,96	20,0/0,98
3-5 этажей	9,3/0,96	12,3/0,96	10,2/0,98
Более 5 этажей с долей квартир выше 6 этажа:			
	20	10,2/0,94	13,3/0,94
	50	10,9/0,93	14,0/0,93
100	12,0/0,92	15,1/0,92	21,5/0,96

Примечания

- 1 В таблице учтены нагрузки насосов систем отопления, горячего водоснабжения и подкачки воды, установленных в ЦТП, или индивидуальных в каждом доме, лифтов и наружного освещения территории микрорайонов и не учтены нагрузки электроотопления, электроводонагрева и бытовых кондиционеров воздуха.
- 2 Удельные нагрузки определены, исходя из средней общей площади квартир до 55 м и относятся как к первой очереди строительства, так и к расчетному сроку.
- 3 В знаменателе приведены значения коэффициентов мощности.

Электрические нагрузки наружного освещения улиц и площадей определяется согласно СНиП по естественному и искусственному освещению и инструкции по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов.

6 Расчет электрических нагрузок общественных зданий и промышленных предприятий

Расчетные электрические нагрузки общественных зданий (помещений) следует принимать по проектам электрооборудования этих зданий; промышленных предприятий – по проектам электроснабжения предприятий. Укрупненные удельные расчетные электрические нагрузки общественных зданий и коэффициенты мощности приведены в таблице 6.1

Электрические нагрузки существующих предприятий допускается принимать по данным фактических замеров с учетом перспективного развития предприятия.

Таблица 6.1- Удельные расчетные электрические нагрузки общественных зданий

Общественные здания	Единица измерения	Удельная Нагрузка	Расчетные коэффициенты	
			cos φ	tg φ
Предприятия общественного питания, полностью электрифицированные с количеством посадочных мест до 400	кВт/место	0,9	0,98	0,2
Свыше 500 до 1000	Тоже	0,75	0,98	0,2
Свыше 1100	Тоже	0,65	0,98	0,2
Частично электрифицированные (с плитами на газообразном топливе) с количеством посадочных мест: до 400	кВт/место	0,7	0,95	0,33
Свыше 500 до 1000	Тоже	0,6	0,95	0,33
Свыше 1100	Тоже	0,5	0,95	0,33
Продовольственные магазины: без кондиционирования воздуха:	кВт/м ² торгового зала	0,2	0,82	0,7
С кондиционированием воздуха:		0,22	0,8	0,75
Промтоварные магазины: без кондиционирования воздуха:	Тоже	0,12	0,92	0,43
С кондиционированием воздуха:	Тоже	0,14	0,9	0,48
Общеобразовательные школы: с электрифицированными столовыми и спортзалами	кВт/учащийся	0,22	0,95	0,38
Без электрифицированных столовых со спортзалами	Тоже	0,1	0,92	0,43

Продолжение таблицы 6.1

Общественные здания	Единица измерения	Удельная Нагрузка	Расчетные коэффициенты	
			cos φ	tg φ
С буфетами без спортзалов	Тоже	0,15	0,92	0,43
Без буфетов и спортзалов	Тоже	0,13	0,92	0,43
Профессионально-технические училища со столовыми	Тоже	0,4	0,8-0,92	0,75-0,43
Детские сады-ясли	кВт/место	0,4	0,97	0,25
Кинотеатры и киноконцертные залы: без кондиционирования воздуха	Тоже	0,1	0,95	0,33
С кондиционированием воздуха	Тоже	0,12	0,92	0,43
Клубы	Тоже	0,4	0,92	0,43
Парикмахерские	кВт/раб. место	1,3	0,97	0,25
Здания или помещения учреждений управления проектных и конструкторских организаций без кондиционирования	кВт/м ² общей площади	0,036	0,9	0,48
С кондиционированием воздуха		0,045	0,87	0,57
Гостиницы: без кондиционирования воздуха(без ресторанов)	кВт/место	0,3	0,9	0,48
С кондиционированием воздуха	Тоже	0,4	0,85	0,62
Дома отдыха и пансионаты без кондиционирования воздуха	Тоже	0,3	0,92	0,43
Фабрики химчистки и прачечные самообслуживания	кВт/кг вещей	0,065	0,8	0,75
Пионерские лагеря	кВт/м ² жилых помещений	0,02	0,92	0,43

7 Электрические нагрузки распределительных линий до 1 кВ

Расчетная электрическая нагрузка линии до 1 кВ (допускается использовать для подсчета нагрузок на шинах 0,4 кВ) при смешанном питании потребителей жилых домов и общественных зданий (помещений) определяется по формуле 7.1:

$$P_{р.л.} = P_{зд.маx} + \sum_1^n K_{yi} P_{зд i}, \quad (7.1)$$

где $P_{р.л.}$ – расчетная электрическая нагрузка линий до 1 кВ, кВт;
 $P_{зд.маx}$ – наибольшая нагрузка зданий из числа зданий, питаемых по линии, кВт;

$P_{зд i}$ – расчетная нагрузка других зданий, питаемых по линии, кВт;
 K_{yi} – коэффициент участия в максимуме электрических нагрузок общественных зданий (помещений или жилых домов(квартир и силовых электроприемников)), определяется по таблице 7.1

Укрупненная расчетная электрическая нагрузка микрорайона (квартала). $P_{р.мр.}$, кВт, приведенная к шинам 0,4 кВ ТП, определяется по формуле 7.2

$$P_{р.мр.} = (P_{р.ж.д.} + P_{общ.зд.уд.}) \cdot S \cdot 10^{-3}, \quad (7.2)$$

где $P_{общ.зд.уд.}$ – удельная нагрузка общественных зданий микрорайонного значения, принимаемая для домов с электрическими плитами – 2,6 Вт/м;

S – общая площадь жилых домов микрорайона (квартала), м².

В укрупненных нагрузках общественных зданий микрорайонного значения учтены предприятия торговли и общественного питания, детские сады, школы, аптеки, раздаточные пункты молочных кухонь, приемные и ремонтные пункты, жилищно-эксплуатационные конторы и др.

Таблица 7.1 - Коэффициенты участия в максимуме нагрузки

Наименование зданий (помещений) с наибольшей расчетной нагрузкой	Жилые дома		Предприятия общественного питания столовые, рестораны, кафе	Средние учебные заведения, библиотек и	Общеобразовательные школы, профессионально-технические училища	Организации и учреждения управления, проектные и конструкторские организации, учреждения финансирования и кредитования	
	с электрическими плитами	с плитами на твердом или газообразном топливе					
Жилые дома: с электрическими плитами	-	0,9	0,6	0,7	0,6	0,4	0,6
с плитами на твердом или газообразном топливе	0,9		0,6	0,7	0,5	0,3	0,4
Предприятия общественного питания (столовые, кафе и рестораны)	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Общеобразовательные школы, средние учебные заведения, профессионально-технические училища, библиотеки	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8
Предприятия торговли (односменные и полутора – двухсменные)	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8

Продолжение таблицы 7.1

Жилые дома	Предприятия общественного питания	Средние учебные заведения, библиотеки	Общеобразовательные школы, профессионально-технические училища	Организации и учреждения управления, проектные и конструкторские организации, учреждения финансирования и кредитования
с электрическими плитами	столовые, рестораны, кафе			
с плитами на твердом или газообразном топливе				
0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
0,4	0,8	0,4	0,3	0,6
0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,4	0,6	0,8	0,8	0,8
0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
0,4	0,6	0,8	0,8	0,8
0,9	0,4	0,3	0,2	0,2
0,9	0,6			

Продолжение таблицы 7.1

Наименование зданий (помещений) с наибольшей расчетной нагрузкой	Предприятия торговли		Гостиницы	Парикмахерские	Детские ясли-сады	Поликлиники	Ателье и комбинаты бытового обслуживания	Предприятия коммунального обслуживания	Кинотеатры
	одно-сменные	полутора – двух сменные							
Жилые дома: с электрическими плитами	0,6	0,8	0,7	0,8	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9
с плитами на твердом или газообразном топливе	0,5	0,8	0,7	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,9
Предприятия общественного питания(столовые, кафе и рестораны)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
Общеобразовательные школы. средние учебные заведения, профессионально - технические училища, библиотеки	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Предприятия торговли(односменные и полутора - двухсменные)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8

Продолжение таблицы 7.1

Наименование зданий (помещений) с наибольшей расчетной нагрузкой	Предприятия торговли		Гостиницы	Парикмахерские	Детские ясли-сады	Поликлиники	Ателье и комбинаты бытового обслуживания	Предприятия коммунально-гобслуживания	Кинотеатры
	одно-сменные	полугора – двух-сменные							
Организации и учреждения управления, проектные и конструкторские организации, учреждения финансирования и кредитования	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,5
Гостиницы	0,6	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7	0,9
Поликлиники	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Ателье и комбинаты бытового обслуживания, предприятия коммунального обслуживания	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Кинотеатры	0,2	0,8	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	0,5	-

8 Электрические нагрузки сетей 10(6) кВ и ЦП

Расчетные электрические нагрузки городских сетей 10(6) кВ определяются умножением суммы расчетных нагрузок трансформаторов отдельных ТП, присоединенных к данному элементу сети (ЦП, РП, линии и др.), на коэффициент, учитывающий совмещение максимумов их нагрузок (коэффициент участия в максимуме нагрузок), принимаемый по таблице 8.1. Коэффициент мощности для линии 10(6) кВ в период максимума нагрузки принимается равным 0,92 (коэффициент реактивной мощности 0,43).

Расчетные нагрузки на шинах 10(6) кВ ЦП определяются с учетом несовпадения максимумов нагрузок потребителей городских распределительных сетей и сетей промышленных предприятий (питающихся от ЦП по самостоятельным линиям) путем умножения суммы их расчетных нагрузок на коэффициент совмещения максимумов, принимаемый по таблице 8.2.

Для ориентировочных расчетов электрических нагрузок города (района) на расчетный срок концепции развития города рекомендуется применять укрупненные удельные показатели по таблице 8.3.

Значение удельного расхода электроэнергии коммунально-бытовых потребителей на расчетный срок концепции развития города принимаются по таблице 8.4.

Таблица 8.1 - Коэффициенты совмещения максимумов нагрузок трансформаторов (К_у)

Характеристика нагрузки	Количество трансформаторов				
	2	3-5	6-10	11-12	более 20
Жилая застройка (70% и более нагрузки жилых домов и до 30% нагрузки)	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
Общественная застройка(70% и более нагрузки общественных зданий и до 30% нагрузки жилых домов)	0,9	0,75	0,7	0,65	0,6
Коммунально-промышленные зоны(65% и более нагрузки промышленных и общественных зданий и до 35% нагрузки жилых)	0,9	0,7	0,65	0,6	0,55

Таблица 8.2- Коэффициенты совмещения максимумов нагрузок городских сетей и промышленных предприятий

Максимум нагрузки	Отношение расчетной нагрузки предприятий к нагрузке городской сети						
	0,2	0,6	1	1,5	2	3	4
Утренний	0,75	0,8	0,85	0,88	0,9	0,92	0,95
	0,6	0,7	0,75	0,8	0,85	0,87	0,9
Вечерний	0,85-0,9	0,65-0,85	0,55-0,8	0,45-0,76	0,4-0,75	0,3-0,7	0,3-0,7

Таблица 8.3.- Укрупненные показатели удельной расчетной
Коммунально-бытовой нагрузки

Категория (группа) города	Город (район)					
	с плитами на природном газе, кВт/чел.			Со стационарными элек – трическими плитами, кВт/чел.		
	В целом по городу (району)	в том числе		в целом по городу (району)	в том числе	
		центр микро- районы (квар- талы) зас- тройки			центр микро- районы (квар- талы) зас- тройки	
Крупнейший	0,39	0,55	0,23	0,48	0,63	0,38
Крупный	0,36	0,55	0,22	0,43	0,55	0,35
Большой	0,33	0,46	0,20	0,39	0,50	0,32
Средний	0,30	0,41	0,19	0,35	0,44	0,30
Малый	0,26	0,37	0,18	0,31	0,40	0,28

Таблица 8.4- Укрупненные показатели расхода электроэнергии
коммунально-бытовых потребителей

Категория (группа) города	Города	Города
	без стационарных электроплит. кВт/чел, в год	со стационарными электроплитами. кВт/чел, в год
Крупнейший	2040	2520
Крупный	1870	2310
Большой	1700	2100
Средний	1530	1890
Малый	1360	1680

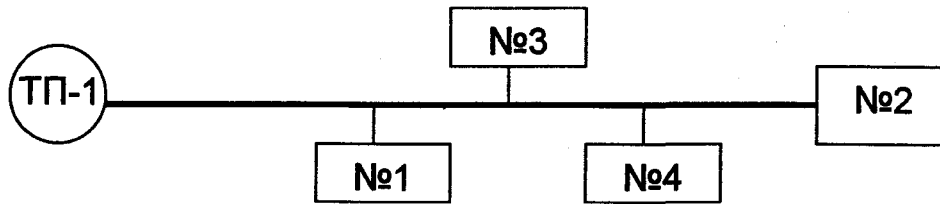
Список использованных источников

- 1 РД 34.20.185-94.- Инструкция по проектированию городских электрических сетей.-М.: АО РОСЭП, 1997,- 66с.
- 2 Правила устройства электроустановок.- М.: Главгосэнергонадзор России, 1998-586с.
- 3 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов.- М.: Мастерство, 2001.-311с.
- 4 Козлов В.А. Билик Н.И., Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию систем энергоснабжения городов.- Л.: Энергия, 1984.- 275с.
- 5 Козлов В.А. Городские распределительные сети.- Л.: Энергия, 1981- 274с.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Пример расчета **Пример расчета** Рассчитать нагрузку на шинах 0,4 кВ ТП

-1



№ 1, № 2 – жилые дома
№ 3 – детсад-ясли
№ 4 – промтоварный магазин

Рисунок Б.1 – Схема снабжения городского микрорайона

Б.1 Расчет нагрузок жилого дома

Рассчитать нагрузку девятиэтажного 100 квартирного жилого дома № 1. Квартиры с электрическими плитами.

Расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома, определяется по формуле Б.1.1

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.уд.}} \cdot n, \quad (\text{Б.1.1})$$

где $n = 100$;

$P_{\text{кв.уд.}}$ – определена из таблицы 5.1 и включает в себя нагрузку освещения общедомовых помещений;

$$P_{\text{кв. уд.}} = 1,15 \text{ кВт / кварт.};$$

$$\text{Тогда } P_{\text{кв}} = 1,15 \cdot 100 = 115 \text{ кВт.}$$

Если количество квартир отлично от табличных данных, то $P_{\text{кв.уд.}}$ определяется методом интерполяции.

Например: жилой дом состоит из 150 квартир с плитами на природном газе, определить $P_{\text{кв.уд.}}$.

По таблице 5.1 имеем: $P_{\text{кв. уд. } 100} = 0,6 \text{ кВт/кварт.}$ и $P_{\text{кв. уд. } 200} = 0,5 \text{ кВт/кварт.}$

$$P_{\text{кв.уд.}150} = P_{\text{кв.уд.}200} - ((P_{\text{кв.уд.}200} - P_{\text{кв.уд.}100}) / 100) \cdot (150 - 100), \quad (\text{Б.1.2})$$

$$P_{\text{кв.уд.}150} = 0,5 - ((0,5 - 0,6) / 100) \cdot (150 - 100) = 0,55 \text{ кВт / кварт.}$$

В доме имеется 2 лифтовые установки и 2 насоса водоснабжения, тогда расчетная нагрузка силовых электроприемников определяется

$$P_c = P_{p.l.} + P_{ст.у.}, \quad (Б.1.3)$$

где $P_{p.l.}$ – мощность лифтовых установок, кВт определяется по формуле:

$$P_{p.l.} = K'_c \sum_1^{n_l} P_{ni}, \quad (Б.1.4)$$

Согласно таблице 5.2 $K'_c = 0,8$. Установленная мощность электродвигателя лифта $P_l = 7$ кВт, приведенная к ПВ = 100%

$$P_{p.l.} = 0,8 \cdot 7 = 5,6 \text{ кВт}$$

$$P_{ст.у.} = K''_c \sum_1^{n_l} P'_{ст.у.}, \quad (Б.1.5)$$

где $K''_c = 1$ – коэффициент спроса, определяемый по таблице 5.3

Установленная мощность электродвигателей санитарно-технических устройств $P'_{ст.у.} = 11$ кВт, тогда $P_{ст.у.} = 1 \cdot 11 = 11$ кВт.

Итого $P_c = 5,6 + 11 = 16,6$ кВт.

Затем определяется расчетная нагрузка жилого дома по формуле 6

$$P_{p.ж.д.} = P_{кв.} + K_y \cdot P_c, \quad (Б.1.6)$$

где $K_y = 0,9$

$$P_{p.ж.д.} = 115 + 0,9 \cdot 16,6 = 130,94 \text{ кВт}$$

Аналогично рассчитаем нагрузку жилого пятиэтажного сорокквартирного дома № 2 с плитами. Лифт отсутствует.

Расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов принимаем по таблице 5.4, тогда

$$Q_{p.l.} = P_{p.l.} \cdot \text{tg } \varphi_{кв.}, \quad (Б.1.7)$$

где $\text{tg } \varphi_{кв.} = 0,2$

$$Q_{кв.} = 115 \cdot 0,2 = 23 \text{ квар}$$

Реактивная мощность лифтовых установок

$$Q_{p.l.} = P_{p.l.} \cdot \text{tg } \varphi_{л.}, \quad (Б.1.8)$$

где $\text{tg } \varphi_{л.} = 1,17$ (таблица 5.4)

$$Q_{р.л.} = 11,2 \cdot 1,17 = 13,1 \text{ квар}$$

Реактивная мощность насосов водоснабжения

$$Q_{ст.у.} = P_{ст.у.} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ст.у.}, \quad (\text{Б.1.9})$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{ст.у.} = 0,75$ (таблица 5.4)

$$Q_{ст.у.} = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ квар}$$

Тогда

$$Q_{р.ж.д.} = Q_{кв.} + Q_{р.л.} + Q_{ст.у.} = 23 + 13,1 + 16,5 = 52,6 \text{ квар}$$

$$(\text{или } Q_{р.ж.д.} = 23 + 0,9 \cdot (13,1 + 16,5) = 49,64 \text{ квар})$$

Все расчеты заносим в таблицу "Электрические нагрузки жилых зданий", где указываем: наименование объекта (т.е. жилой дом № 1, жилой дом № 2 и т.д.), количество квартир в доме, удельную нагрузку квартиры (кВт/кварт.), этажность дома, расчетная нагрузка квартиры (кВт), количество лифтовых установок и мощность двигателей лифта, количество других санитарно-технических устройств и мощность их двигателей, коэффициенты спроса, расчетные коэффициенты реактивной мощности, расчетную силовую нагрузку (кВт), расчетную нагрузку жилого дома (кВт), а также реактивные нагрузки всех потребителей.

Расчитываем нагрузку дома № 2 – пятиэтажный девятиквартирный дом, с плитами на природном газе. Лифт отсутствует.

$$P_{кв} = 0,8 \cdot 40 = 32 \text{ кВт}$$

$$Q_{кв} = 32 \cdot 0,29 = 9,28 \text{ квар}$$

Б.2 Расчет электрических нагрузок общественных зданий и промышленных предприятий.

К ТП – 1, кроме жилого дома, присоединен детсад-ясли № 3 на 320 мест и промтоварный магазин № 4 с площадью торгового зала 500 м². Определим электрические нагрузки этих зданий:

$$P_{р.№3} = P_{уд.№3} \cdot m, \quad (\text{Б.2.1})$$

где m – число мест в детсаду-яслях;

$$P_{р.№3} = 0,4 \cdot 320 = 128 \text{ кВт};$$

$$Q_{p\text{№}3} = P_{p\text{№}3} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (\text{Б.2.2})$$

$$Q_{p\text{№}3} = 128 \cdot 0,25 = 32 \text{ квар}$$

где S – площадь торгового зала, м^2 .

$$P_{p\text{№}4} = 0,12 \cdot 500 = 600 \text{ кВт};$$

$$Q_{p\text{№}4} = 60 \cdot 0,43 = 25,8 \text{ квар}.$$

Расчеты также сводим в таблицу " Электрические нагрузки общественных зданий и промышленных предприятий ".

Б.3 Определение нагрузки на шинах 0,4 кВ ТП – 1

При смешенном питании потребителей жилых домов и общественных зданий расчетная электрическая нагрузка определяется:

$$P_{p.0.4} = P_{\text{зд.маx}} + \sum_1^n K_{y_i} \cdot P_{\text{зд}i}, \quad (\text{Б.3.1})$$

где K_{y_i} – коэффициент участия в максимуме электрических нагрузок, определяемый по таблице 7.1

$$P_{p0.4} = 144,8 + 0,9 \cdot 32 + 0,7 \cdot 128 + 0,4 \cdot 60 = 287,28 \text{ кВт}$$

Далее необходимо учесть потери мощности в питающих линиях 0,38 кВ.

Приложение А

(Справочное)

Категории электроприемников

А.1 К электроприемникам первой категории относятся:

а) электроприемники операционных и родильных блоков, отделений анестезиологии, бронхоскопии и ангиографии; противопожарных устройств и охранной сигнализации, эвакуационного освещения и больничных лифтов;

б) котельные, являющиеся единственным источником тепла системы теплоснабжения, обеспечивающие потребителей первой категории, не имеющих индивидуальных резервных источников тепла;

в) электродвигатели сетевых и подпиточных насосов котельных второй категории с водогрейными котлами единичной производительностью более 10 Гкал/ч;

г) электродвигатели подкачивающих и смешанных насосов в насосных, дренажных насосов дюкеров тепловых сетей;

д) объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы в городах с числом жителей более 500 тыс. чел.; насосные станции, подающие воду непосредственно в сеть противопожарного и объединенного противопожарного водопровода; канализационные насосные станции, не допускающие перерыва или снижения подачи сточных вод, очистительные сооружения канализации, не допускающие перерыва в работе;

е) электроприемники противопожарных устройств (пожарные насосы, системы подпора воздуха, дымоудаления, пожарной сигнализации и оповещения о пожаре), лифты, эвакуационное и авиационное освещение, огнисетевого ограждения в жилых зданиях и общежитиях высотой 17 этажей и более;

ж) электроприемники противопожарных устройств, лифты, охранная сигнализация общественных зданий и гостиниц, домов отдыха, пансионатов и турбаз более чем на 1000 мест *, учреждений с количеством работающих более 2000 человек *, независимо от этажности, учреждений финансирования, кредитования и государственного страхования федерального подчинения, библиотек, книжных палаток и архивов на 1000 тыс. единиц хранения и более;

и) музеи и выставки федерального значения;

к) электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации музеев и выставок республиканского, краевого и областного значения;

к) электроприемники противопожарных устройств общеобразовательных школ, профессионально-технических училищ, средних специальных и высших учебных заведений при количестве учащихся более 1000 чел.;

л) электроприемники противопожарных устройств, эвакуационное и аварийное освещение крытых зрелищных и спортивных предприятий общей вместимостью 800 мест и более, детских театров, дворцов и домов пионеров со зрительными залами любой вместимости;

м) электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации универсамов, торговых центров и магазинов с торговой площадью более 2000 м², а также столовых, кафе и ресторанов с числом посадочных мест свыше 500;

н) тяговые подстанции городского электротранспорта;

п) ЭВМ вычислительных центров, решающих комплекс народнохозяйственных проблем и задач управления отдельными отраслями, а также обслуживающие технологические процессы, основные электроприемники которых относятся к первой категории;

*Здесь и далее дается вместимость одного здания

р) центральный диспетчерский пункт городских электрических сетей, тепловых сетей, сетей газоснабжения, водопроводно-канализационного хозяйства и сетей наружного освещения;

с) пункты централизованной охраны (ПЦО);

т) центральные тепловые пункты (ЦТП) обслуживающие здания высотой 17 этажей и более, все ЦТП в зонах с зимней расчетной температурой -40⁰ С и электроприемники потребителей, перечисленных в подпунктах а,в,г,е,ж,и,к,л,м, относятся ко второй категории.

А.2 К электроприемникам второй категории относятся:

а) жилые дома с электроплитами за исключением одно-восьмиквартирных домов;

б) жилые дома высотой 6 этажей и выше с газовыми плитами или плитами на твердом топливе;

в) общежития вместимостью 50 человек и более;

г) здания учреждений высотой до 16 этажей с количеством работающих от 50 до 2000 человек;

д) детские учреждения;

е) медицинские учреждения, аптеки;

ж) крытые зрелищные и спортивные предприятия с количеством мест в зале от 300 до 800;

и) открытые спортивные сооружения с искусственным освещением с количеством мест 5000 и более или при наличии 20 рядов и более;

к) предприятия общественного питания с количеством посадочных мест от 100 до 500;

л) магазины с торговой площадью от 250 до 2000 м²;

- м) предприятия по обслуживанию городского транспорта;
- н) бани с числом свыше 100;
- п) комбинаты быстрого обслуживания, хозяйственные блоки и ателье с количеством рабочих мест более 50, салоны-парикмахерские с количеством рабочих мест свыше 15;
- р) химчистки и прачечные (производительностью 500 кг и более белья в смену);
- с) объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы городов и поселков с числом жителей от 5 до 50 тыс. чел. включительно; канализационные насосные станции и очистительные сооружения канализации, допускающие перерывы в работе, вызванные нарушениями электроснабжения, которые могут устраняться путем оперативных переключений в электрической сети;
- т) учебные заведения с количеством учащихся от 200 до 1000 чел.;
- у) музеи и выставки местного значения;
- ф) гостиницы высотой до 16 этажей с количеством мест от 200 до 1000;
- х) библиотеки, книжные палаты и архивы с фондом от 100 тыс. до 1000 тыс. единиц хранения;
- ц) ЭВМ вычислительных центров, отделов и лабораторий, кроме указанных в п. 1 о) настоящего приложения;
- ч) электроприемники установок тепловых сетей – запорной арматуры при телеуправлении, подкачивающих смесителей, циркуляционных насосных систем отопления и вентиляции, насосов для зарядки и зарядки баков аккумуляторов для подпитки тепловых сетей в открытых системах теплоснабжения, подпиточных насосов в узлах рассечки, тепловых пунктов, кроме указанных в п. 1 с) настоящего приложения;
- ш) диспетчерские пункты жилых районов и микрорайонов, районов электрических сетей;
- щ) осветительные установки городских транспортных и пешеходных тоннелей, осветительные установки улиц, дорог и площадей категории "А" в отсутствие электроприемников, перечисленных в п. А.1 настоящего приложения.

Тезисы

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Алёшина С.К. – каф. ЭПП, ОГУ
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Контроль учебной деятельности студентов является средством управления процессом обучения, способствующим росту его эффективности. Контроль знаний, умений и навыков - это неотъемлемая часть процесса обучения.

Давно известно, что психика человека формируется и развивается во взаимодействии с объектом его деятельности, педагог, чтобы содействовать развитию студентов, должен ставить их в условия взаимодействия с объектом познания, общения и труда таким образом, чтобы студенты при этом вынуждены были самостоятельно искать выход из различных ситуаций и тупиков. Но возложить функции текущего контроля при групповом обучении только на преподавателя не представляется возможным, поэтому - автоматизация текущего контроля путем составления специальных контрольных программ и использование технических средств решается уже довольно успешно. А возложение контроля на самих студентов, т.е. проведение самоконтроля - пока ещё проблематично.

Самоконтроль знаний студентов рассматривается здесь, как комплексное умение студентов самостоятельно находить, исправлять, предупреждать ошибки в собственной деятельности и оценивать ее на основе сопоставления имеющегося у них уровня знаний, умений и навыков по тому или иному предмету с эталонным уровнем, выдвигаемым требованиями учебных программ.

Этот самоконтроль тесно связан с самооценкой студента. Умение самому контролировать собственную работу - одно из проявлений самостоятельности. Воспитание самоконтроля как проявления активности студентов в обучении является одним из условий повышения успешности обучения.

Процесс обучения самоконтролю состоит в том, что объект управления, т.е. студент, выступает в качестве субъекта управления, т.е. в роли педагога. При этом необходимо, чтобы оценка, выставленная студентами самостоятельно, была адекватна оценке преподавателя. Это возможно в том случае, если критерии оценки, которыми руководствуются студенты, тождественны критериям оценки преподавателя, т.е. являются едиными.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ УЧЕБНЫХ ГРУПП

Алёшина С.К. – каф. ЭПП, ОГУ

Кувайцев В.И. – каф. ЭПП, ОГУ

Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург

Если рассматривать студенческую группу, как малую группу, то можно предположить, что на первом курсе она как коллектив еще не сложилась и здесь нет четко обозначенных норм ценностных ориентаций и система межличностных отношений только начинает складываться. Эффективность работы такой группы будет зависеть от составляющих её людей, от их отношения к целям и задачам совместной деятельности и от их взаимоотношений друг с другом. Так группы, находящиеся на различных этапах группового развития будут обладать различной эффективностью при решении разнообразных задач.

Изучение особенностей протекания познавательных процессов и решения познавательных задач в условиях общения позволяет сделать вывод о большой эффективности коллективной деятельности. Б.Ф. Ломов, анализируя результаты полученные при исследовании перцептивных, мнемических и мыслительных задач в условиях общения, пишет, что в условиях общения имеет место взаимная коррекция знаний. Общение оказывает различное влияние на сильных, средних и слабых студентов, причем наиболее эффективно оно влияет на средних и слабых. Средние, благодаря совместной деятельности, поднимаются до уровня сильных, слабые – до уровня средних. Принцип формирования личности в коллективе и посредством коллектива является одним из ведущих принципов воспитания.

Таким образом формирование учебных групп на первом курсе – есть задача первостепенная в основу которой должны быть положены многие факторы, а не только подбор студентов в группу по изучаемому языку.

В институте энергетики и информатики формирование студенческих групп по изучаемому языку в 1995-1996 учебных годах привело к тому, что по специальности «Электроснабжение» сложилось резкое различие в успеваемости в двух группах 95Э1 - 95Э2, 96Э1 - 96Э2.

Так, например на втором курсе по основным дисциплинам в группах 95Э1 и 95Э2 средняя успеваемость в третьем семестре была:

<u>Группа</u>	<u>95Э1</u>	<u>95Э2</u>	
Физика	3,3	3,8	баллы
Высшая математика	3,3	3,5	
Прикладная механика	3,7	4,2	
ТОЭ	3,4	3,7	

Те же группы, четвертый семестр:

Высшая математика	3,4	3,9
-------------------	-----	-----

ТОЭ	3,4	3,8
Иностранный язык	4,1	4,7
Философия	3,8	4,4
Прикладная механика	3,7	4,3

Пропуски занятий в этих же группах за тот же период составили:

группа 95Э1 – 456 часов в 3 семестре

420 часов в 4 семестре,

группа 95Э2 – 146 часов в 3 семестре

162 часов в 4 семестре.

Итого: 808 часов и 208 часов соответственно.

Количество и отчисленных студентов явно превышает в первой группе – 5 человек, против 2.

Анализируя далее успешность обучения по этим двум группам тенденция резкого различия в обучении и в отношении к обучению наблюдается и на последующих курсах.

Что касается групп 96Э1 и 96Э2, начиная с первого курса складывается такое же различие уже во втором семестре и наблюдается на последующих курсах. Можно было бы переформировать группу хотябы по среднему баллу еще на втором курсе и далее они выравнивались бы по успеваемости и по отношению к обучению, чего нет на сегодняшний день.

Резкое различие в успеваемости групп одного курса на наш взгляд зависит в той или иной степени от подбора коллектива студенческой группы. Критерием подбора студенческой группы могут выступать многие факторы, главные из которых – средний балл по аттестату и вступительным испытаниям, индивидуальные предпочтения, мотивация к обучению и направленность на профессию.

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СИСТЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Алёшина С.К.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Вопрос об использовании технических средств в процессе преподавания курса “Электрическая часть станций” обусловлен тем обстоятельством, что обучение студентов оперативным переключением на станциях и подстанциях, представляет собой выработку целей системы навыков, доведенных до определенной степени автоматизма.

Однако нужно принимать во внимание и то, что обучение субъекта невозможно без соответствующей деятельности самого обучаемого. Т.е. обучение предстает как процесс взаимодействия деятельности двух субъектов: обучающего и обучаемого.

Когда в качестве обучающего выступает ЭВМ, у обучаемого происходит определенная перестройка психики, формирование определенных представлений и установок. Система образов, составляющих усваиваемую информацию, переводится с уровня действия на операционный уровень посредством выполнения целого комплекса действий, производимых с использованием образов на уровень операции.

При взаимодействии с ЭВМ процесс обучения проходит как бы несколько этапов: первый – ознакомление. Студент видит наглядно электрическую схему, в которой ему предстоит сделать переключения. Далее происходит усвоение структуры и порядка оперативных переключений. На этом этапе прогоняя различные варианты аварийных ситуаций происходит обучение различным вариантам переключений – т.е. формируется структура будущего автоматизированного действия. Все эти средства призваны обеспечить структурирование изучаемого материала. Иными словами, автоматизм в выборе наиболее подходящей карты переключений еще не достигнут, так как ошибки обучаемых на этом этапе еще встречаются довольно часто. Поэтому встает вопрос о системном характере использования ЭВМ в процессе обучения студентов – как будущих диспетчеров энергосистем.

Под системным подходом понимается реализация следующих требований:

1. Построение методики работы с ЭВМ на основе учета психологических факторов, под которыми подразумеваются этапы формирования умственных действий и структура психических процессов во время усвоения новых знаний.
2. Подчинение методики использования ЭВМ методике обучения оперативного персонала.
3. Обеспечение возможности применения ЭВМ на этапе объяснения нового материала, на этапе отработки аварийных ситуаций во время самостоятельных внеаудиторных занятий и на этапе контроля знаний.

Все это реализуется на кафедре “Электроснабжение” где создан большой пакет прикладных программ обучающих студентов оперативным

переключениям на станциях и подстанциях. Трудностью является малая насыщенность ЭВМ учебных лабораторий и принцип индивидуализации обучения несколько утрачивается.