

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсового проекта**

МДК 01.04

(код дисциплины)

Электрическое и электромеханическое оборудование

(наименование дисциплины)

по специальности среднего профессионального образования

13.02.11

(код специальности)

**Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)**

(наименование специальности)

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании методической кафедры
профессионального цикла

Протокол от «__» _____ 20__ г. №__

Заведующий методической кафедрой
профессионального цикла

_____ Федченко С.Н.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по УПР

_____ Цыпленков А.А.
«__» _____ 2021 г.

Разработчик:

ГПОУ ТО «БМТ»
_____ (место работы)

преподаватель
_____ (занимаемая должность)

Цыпленков А.А.
_____ (фамилия, инициалы)

СОДЕРЖАНИЕ

Тема курсового проекта	4
Введение	5
1. Выбор рода тока и напряжения	6
2 Расчет распределительной сети участка (цеха)	6
2.1 Выбор электродвигателей	6
2.2 Выбор пусковой и защитной аппаратуры	6
2.3 Выбор проводов	9
2.4 Определение электрической нагрузки	9
2.5 Выбор схемы и расчет внутрицеховой сети напряжением до 1 кВ	9
2.6 Светотехнический расчет	10
2.7 Расчет осветительной электрической сети	11
2.8 Расчет электрических нагрузок	12
2.9 Расчет токов короткого замыкания	13
2.10 Выбор сечений токопроводящих элементов электрической аппаратуры напряжением выше 1 кВ	15
2.11 Релейная защита и автоматика	19
2.12 Электрические измерения и учет электроэнергии	19
Заключение	21
Список использованных источников	22
Приложения	23
Требования к оформлению работы	24
Пример оформления титульного листа	32
Пример задания на выполнение курсовой работы	33
Образец основной надписи	34

ТЕМА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

№ п.п.	Название темы	Исходные данные
1	Выбор и расчет системы электроснабжения цеха (предприятия)	Согласно выбранному цеху (предприятию)

ВВЕДЕНИЕ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, определяется цель и формулируются конкретные задачи исследования, указываются объект и предмет исследования, перечисляются используемые основные материалы, приемы и методы исследования.

В актуальности автор доказывает научную и/ или практическую значимость исследования.

Цель исследования – предполагаемый результат, который должен быть достигнут.

Задачи – это разбиение цели на более мелкие подцели, последовательно достигаемые в процессе выполнения работы. Качество работы напрямую зависит от того, как и насколько полно решены задачи исследования и достигнута ли поставленная в начале исследования цель.

Объект исследования – процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

Предмет исследования – это то, что находится в границах объекта и именно на него направлено основное внимание. Предмет исследования определяет тему работы.

Объем введения 1-2 страницы.

1 ВЫБОР РОДА ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

2 РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ УЧАСТКА (ЦЕХА)

2.1 Выбор электродвигателей

Электродвигатели для приводов производственных механизмов выбираем по напряжению, мощности, режиму работы, частоте вращения и условиям окружающей среды.

Условие выбора электродвигателя

$$P_n > P_{\text{мех}}, \quad (1)$$

где P_n - номинальная мощность электродвигателя, кВт;

$P_{\text{мех}}$ - мощность приводного механизма, кВт.

Номинальный ток электродвигателя определяется по формуле

$$I_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n}, \quad (2)$$

Пусковой ток электродвигателя по формуле

$$I_{\text{пуск}} = I_n \cdot K_p, \quad (3)$$

где K_p - коэффициент пуска.

Исходные данные по установленной мощности электродвигателей и результаты выбора заносим в таблицу. Паспортные и рассчитанные данные выбранных двигателей представляем также в таблице.

Номинальная мощность электродвигателей повторно-кратковременного режима (кран-балка) должна приводиться к продолжительному режиму по формуле, кВт

$$P_{\text{ном.д}} = P_n \cdot \sqrt{\text{ПВ}_n}, \quad (4)$$

где P_n - паспортная мощность электродвигателя, кВт;

ПВ_n - паспортная продолжительность включения в относительных величинах.

2.2 Выбор пусковой и защитной аппаратуры.

Выбор осуществляется по степени защиты от воздействия окружающей среды, номинальному напряжению и по неравенству:

$$I_{\text{нп}} \geq I_p \quad (5)$$

где $I_{\text{нп}}$ - номинальный ток контактов пускателя, А;

I_p – расчётный ток приёмника, А, для одного двигателя принимаем равным номинальному току.

Для защиты двигателя от перегрузок выбираем тепловые реле по формуле:

$$I_{Tp} \geq I_p \quad (6)$$

где I_{Tp} – ток теплового расцепителя, А.

Выбираем тепловое реле

Для защиты двигателя от токов кз выбираем автоматические выключатели

$$I_a \geq I_{дл} \quad (7)$$

$$I_p \geq I_{дл} \quad (8)$$

где $I_{на}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А;

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, А;

$I_{дл}$ – длительный ток линии, А.

Определяем требуемое значение кратности токовой отсечки:

$$K_{то} = \frac{1,25 I_{пуск}}{I_{нр}} \quad (9)$$

где $I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя, А.

Ток срабатывания автоматического выключателя:

$$I_{ср} = K_{то} \cdot I_{нр} \quad (10)$$

Проверяем условие несрабатывания аппарата при пуске:

$$I_{ср} \geq 1,25 I_{пуск} \quad (11)$$

Окончательно принимаем данный автоматический выключатель.

Для защиты сети от токов кз выбираем предохранители по следующим условиям:

Номинальный ток плавкой вставки $I_{вс}$ предохранителя определяется:

$$I_{вс} \geq I_p, \quad (12)$$

$$I_{вс} \geq \frac{I_{пик}}{\alpha} = \frac{I_{пуск}}{\alpha} \quad (13)$$

где $I_{пик}$ и $I_{пуск}$ – соответственно пиковый и пусковой токи, А;

α – коэффициент кратковременной тепловой перегрузки.

При выборе предохранителя для одного электродвигателя в качестве I_p принимается его номинальный ток I_H , а в качестве $I_{кр}$ - пусковой ток $I_{пуск}$.

В отдельности для каждого двигателя производим такие же расчёты, как описывалось выше, т.е. производим выбор защитной и коммутационной аппаратуры.

Находим эффективное число электроприемников

$$n_{эф} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n p_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n p_i^2}, \quad (14)$$

где p_i - мощности двигателей в станке, кВт.

Находим коэффициент расчётной нагрузки k_p .

Интерполируем k_p по формуле

$$k_p = \frac{k_{ИБ} - k_{И}}{k_{ИБ} - k_{ИМ}} (k_{РБ} - k_{РМ}) + k_{РМ}. \quad (15)$$

Определяем активную расчетную нагрузку

$$P_p = k_{И} \cdot k_p \cdot \sum_{i=1}^n p_{ном i}. \quad (16)$$

Определяем расчётную реактивную нагрузку при $n_{эф} \leq 10$

$$Q_p = 1,1 \cdot k_u \cdot tg\varphi \cdot \sum_{i=1}^n p_{ном i}. \quad (17)$$

При $n_{эф} > 10$

$$Q_p = k_u \cdot tg\varphi \cdot \sum_{i=1}^n p_{ном i}. \quad (18)$$

Определяем расчётный ток

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{\sqrt{P_p^2 + Q_p^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}. \quad (19)$$

Пиковый ток в линии при $n=2$ рассчитываем по формуле

$$I_{пик} = I_{пмах} + I_{ном min}, \quad (20)$$

где $I_{пмах}$ - пусковой ток наибольшего электродвигателя, А;

$I_{ном min}$ - номинальный ток меньшего по мощности двигателя, А.

Результаты выбора коммутационной и защитной аппаратуры сводим в таблицу.

2.3 Выбор проводов.

Провода и кабели выбираем по следующим условиям:

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_{\text{дл}}}{K_{\text{П}}}, \quad (22)$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток провода, А,

$K_{\text{П}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий температуру в цехе.

Проверяем выбранное сечение по условию соответствия аппарату максимальной токовой защиты

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{\text{П}}}, \quad (23)$$

где K_3 - кратность длительнодопустимого тока проводника по отношению к номинальному току или току срабатывания защитного аппарата;

I_3 - номинальный ток (ток срабатывания) защитного аппарата.

Для ответвления к электродвигателю

$$I_{\text{доп}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{ном}}. \quad (24)]$$

2.4 Определение электрических нагрузок

Определение электрических нагрузок производим методом расчетных коэффициентов. Для каждого электроприемника по справочнику подбирается среднее значение коэффициентов использования $K_{\text{и}}$, активной и реактивной мощности.

Групповой коэффициент использования вычисляем по формуле

$$K_{\text{г}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{и}i} \cdot P_{\text{ном}i}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}i}}. \quad (25)$$

2.5 Выбор схемы и расчет внутрицеховой сети напряжением до 1 кВ

Питание групп потребителей будем осуществлять от распределительных шкафов, которые в свою очередь будем запитывать от КТП, расположенной в цехе.

Произведём выбор распределительных шкафов.

Условие выбора:

$$I_{вп} > I_p, \quad (26)$$

где $I_{вп}$ - номинальный ток вводного рубильника, А.

А так же количество предохранителей и их типоразмер должны соответствовать количеству и размеру присоединений распределительного шкафа.

2.6 Светотехнический расчет

Производим выбор типов светильников. Результаты выбора заносим в таблицу.

При равномерном освещении помещений светильники располагаются по углам прямоугольника или ромба (для ЛН, ДРЛ, ДРИ и др.). Светильники с люминисцентными лампами располагаются параллельно стенам с окнами.

Определяем высоту установки светильников над расчетной поверхностью:

$$H_p = H - h_c - h_p, \quad (27)$$

где H – высота помещения, равна 7 м;

h_c – свес светильника (0 ÷ 1,5) м, принимаем $h_c=1,2$ м;

h_p – высота расчетной поверхности над полом, принимаем $h_p=0,8$ м.

Определяем число рядов и число светильников в ряду

$$R = \frac{B - 2 \cdot l}{L} + 1, \quad (28)$$

$$N_R = \frac{A - 2 \cdot l}{L} + 1, \quad (29)$$

где A - длина помещения

B - ширина помещения

Пересчитываем реальное расстояние между рядами L_B и светильниками в ряду

L_A

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot l}{R - 1}, \quad (30)$$

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l}{N_R - 1}, \quad (31)$$

Для прямоугольных помещений должно выполняться условие

$$1 \leq L_A/L_B \leq 1,5. \quad (32)$$

Если условие выполняется, следовательно расчет произведен правильно.

Общее количество светильников

$$N = N_R \cdot R, \quad (33)$$

2.7 Расчет осветительной электрической сети

Для выбора защитных аппаратов установленных в групповых осветительных щитках необходимо первоначально определить значение расчётного тока для каждой из групповых линий.

Расчётная мощность осветительной нагрузки определяется по формуле

$$P_{PO} = K_{CO} \cdot K_{П} \cdot P_{Л} \cdot N_R \cdot n_{св}, \quad (34)$$

где K_{CO} – коэффициент спроса осветительной нагрузки;

$K_{П}$ – коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующих аппаратах (ПРА);

$P_{Л}$ – установленная мощность ламп, Вт;

N_R – количество светильников, питаемых групповой линией;

$n_{св}$ – количество ламп в светильнике.

Расчётный ток групповой сети определяют по следующим формулам

а) для трёхфазных линий

$$I_{PO} = \frac{P_{PO}}{3 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, \quad (35)$$

б) для однофазных линий

$$I_{PO} = \frac{P_{PO}}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, \quad (36)$$

Для защиты групповых и питающих линий будем использовать автоматические выключатели с комбинированным расцепителем.

Мощность питающей линии определяется следующим образом

$$P_{ПИТ} = K_{CO} \cdot \Sigma P_{PO}, \quad (37)$$

Ток нагрузки в питающей линии определяется с учётом средневзвешенного коэффициента активной мощности

$$\cos \varphi_{cp} = \frac{\sum \cos \varphi \cdot P_{PO}}{\sum P_{PO}}, \quad (38)$$

2.8 Расчет электрических нагрузок

Расчёт силовых электрических нагрузок производим методом расчётных коэффициентов.

Эффективное число электроприёмников определяется по формуле

$$n_{эф} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n P_{ном.i}}{P_{ном.наиб.}}, \quad (39)$$

где n – число электроприёмников в группе;

$P_{ном.i}$ – номинальная активная мощность i -го электроприёмника, кВт;

$P_{ном.наиб.}$ – номинальная активная мощность наибольшего электроприёмника группы, кВт.

Средневзвешенный коэффициент использования определяется по формуле

$$K_{И.i} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{и.i} \cdot P_{ном.i}}{\sum_{i=1}^n P_{ном.i}}, \quad (40)$$

где $K_{и.i}$ – коэффициент использования электроприёмника.

Расчётная активная нагрузка группы электроприёмников определяется по формуле

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^n K_{и.i} \cdot P_{ном.i}; \quad (41)$$

где K_p – коэффициент расчётной нагрузки, принимаемый в зависимости от $n_{эф}$ и $K_{И}$.

Расчётная реактивная нагрузка группы электроприёмников определяется по формуле

$$Q_p = 1,1 \sum_{i=1}^n K_{и.i} \cdot P_{ном.i} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i; \quad \text{при } n_{эф} \leq 10; \quad (42)$$

$$Q_p = 1,0 \sum_{i=1}^n K_{и.i} \cdot P_{ном.i} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i; \quad \text{при } n_{эф} > 10. \quad (43)$$

На шинах цеховых ТП

$$Q_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n K_{Иi} \cdot P_{номи} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i. \quad (44)$$

Рассчитаем осветительную нагрузку всех цехов методом удельных норм освещения на единицу производственной площади.

Расчётную активную мощность определим по формуле

$$P_{PO} = K_C \cdot P_y \cdot F \cdot N_{\text{Э}}, \quad (45)$$

где K_C - коэффициент спроса;

P_y - установленная мощность светильников, кВт;

F - площадь здания, м²;

$N_{\text{Э}}$ - количество этажей здания.

Установленную мощность светильников определяем по формуле

$$P_y = P_{\text{ут}} \cdot \frac{E}{100 \cdot \eta}, \quad (46)$$

где $P_{\text{ут}}$ - установленная, табличная мощность светильников Вт/м²;

E - нормируемая освещённость цеха, лк;

η - КПД светильника.

2.9 Расчет токов короткого замыкания

Вычисление токов КЗ производится с целью: выбора электрических аппаратов; проверки устойчивости элементов схемы при электродинамическом и термическом действии токов КЗ; расчета релейной защиты.

Для вычисления токов КЗ составляется расчетная схема, включающая все элементы, по которым протекают токи к выбранным точкам. На схеме приводятся основные параметры оборудования, которые потребуются для последующего расчета. По расчетной схеме составляется схема замещения, в которой каждый элемент заменяется своим сопротивлением. Генераторы, трансформаторы, высоковольтные линии и короткие участки распределительных сетей обычно представляются индуктивными сопротивлениями.

Расчет токов КЗ может выполняться в относительных или именованных единицах. В сетях напряжением выше 1кВ наибольшее распространение получил метод расчета в относительных величинах, при котором все расчетные данные приводятся к базисным напряжению и мощности.

Расчет токов КЗ произведем в относительных единицах. За базисную мощность принимаем $S_B=1000$ МВ·А, за базисное напряжение $U_B=10,5$ кВ.

Для вычисления токов КЗ составим расчётную схему, включающую в себя все элементы, по которым протекают токи к выбранным точкам. На схеме приведём основные параметры оборудования, которое потребуется для последующего расчёта. По расчётной схеме составим схему замещения, в которой каждый элемент заменяется своим сопротивлением.

Базисный ток определяем по выражению

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_B}, \quad (47)$$

Приведение сопротивлений к базисным условиям производится по следующим формулам.

Генераторы.

$$x_G = x_d'' \cdot \frac{S_B}{P_H} \cdot \cos \varphi, \quad (48)$$

где x_d'' – сверхпереходное относительное индуктивное сопротивление генератора;

P_H – активная номинальная мощность, МВт;

$\cos \varphi_H$ – номинальное значение коэффициента мощности генератора.

Двухобмоточные трансформаторы.

$$x_T = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{HT}}, \quad (49)$$

где U_k – напряжение короткого замыкания, %;

S_{HT} – номинальная мощность трансформатора, МВ·А.

Кабельные линии.

Индуктивное сопротивление.

$$X_{л} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2}; \quad (50)$$

где X_0 – индуктивное сопротивление одного км линии, принимаемое равным для воздушных линий 6÷10 кВ $X_0=0,4$ Ом/км кабельных линий $X_0=0,08$ Ом/км;

l – длина кабельной линии, км.

ЭДС генератора находим по формуле

$$E = \sqrt{(I_o \cdot x_d'' \cdot \cos \varphi_o)^2 + (U_o + I_o \cdot x_d'' \cdot \sin \varphi_o)^2} \quad (51)$$

Ток установившегося КЗ в начальный момент времени определяется как

(52)

$$I_{п,0} = \frac{E''}{x_{\Sigma}} \cdot I_B;$$

Ударный ток КЗ определяется по формуле

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{п,0}; \quad (53)$$

где K_y – ударный коэффициент, значение которого находим в зависимости от отношения x_{Σ}/r_{Σ} .

2.10 Выбор сечений токоведущих элементов электрических аппаратов напряжением выше 1 кВ

2.10.1 Выбор кабелей напряжением выше 1 кВ

Сечения жил кабелей выбираются по экономической плотности тока и проверяются по нагреву и термической стойкости при КЗ.

Сечения жил кабеля по экономической плотности тока

$$F_{\sigma} = \frac{I_{пл}}{j_{\sigma}}, \quad (54)$$

где j_{σ} – экономическая плотность тока, А/мм². Принимаем для кабелей с пластмассовой изоляцией при $T_{\max}=4500$ ч, $j_{\sigma}=1,7$ А/мм²;

$I_{пл}$ – расчётный ток кабеля в нормальном режиме работы, А.

$$I_{пл} = \frac{S'_{тп}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (55)$$

где $S'_{\text{тп}}$ – расчётная нагрузка линий с учётом потерь

Минимальное допустимое сечение кабеля по термической стойкости

$$F_T = \frac{\sqrt{B_k}}{C}, \quad (56)$$

где B_k – тепловой импульс от тока КЗ, $A^2 \cdot c$;

C – расчётный коэффициент, принимаем $C=100$.

Результирующий тепловой импульс тока КЗ

$$B_k = I_n^2 \cdot (t_{\text{отк}} + T_a), \quad (57)$$

где I_n – действующее значение периодической составляющей тока КЗ в начале линии;

$t_{\text{отк}}$ – время отключения КЗ;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ, в распределительных сетях 10 кВ можно принять $T_a=0,01$ с.

Выбираем кабель.

Из двух найденных сечений (по экономической плотности тока и термической стойкости) принимаем большее.

Далее необходимо произвести проверку по нагреву максимальным расчётным током линии $I_{p\text{max}}$

$$I_{p\text{max}} = \frac{\sum_{n,m}^{N_T} S_{n,m}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (58)$$

Выбранное сечение кабеля должно удовлетворять условию

$$I_{\text{доп}} \geq I_{p\text{max}} / K_{\text{п}}, \quad (59)$$

где $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент учитывающий фактическую температуру окружающей среды, число работающих кабелей, проложенных в одной траншее, фактическое удельное тепловое сопротивление земли, принимаем 1.

Ток послеаварийного режима рассчитывается по формуле

$$I_{na} = \frac{1,4 S_{\text{нм}}}{\sqrt{3} \cdot U_n}. \quad (60)$$

Послеаварийный режим может возникнуть в случаях, когда одна из линий отключается, а оставшаяся несёт двойную нагрузку. Сечение жил кабеля для такого режима выбирается по условию

$$I_{па} \leq I_{доп} \cdot K_{пер}, \quad (61)$$

где $I_{па}$ – ток нагрузки в послеаварийном режиме, А;

$K_{пер}$ – коэффициент допустимой послеаварийной перегрузки, принимаем равным 1,3.

Окончательно принимаем кабель.

2.10.2 Выбор сборных шин

Шины распределительных устройств выбираются по нагреву максимальным расчётным током $I_{рм}$ и проверяются на электродинамическую и термическую стойкость.

При выборе шин по нагреву учитываются наиболее тяжёлые послеаварийные и ремонтные режимы. Допустимый ток шины $I_{доп}$ должен быть не менее $I_{р.м.}$

$$I_{доп} \geq I_{р.м.}, \quad (62)$$

При расположении шин плашмя (большая грань полосы находится в горизонтальной плоскости) допустимый ток должен быть уменьшен на 5% для полос шириной до 60мм и на 8% - для полос большей ширины.

Проверка на электродинамическую стойкость выполняется сравнением механического напряжения в материале шины σ_p с допустимыми значениями $\sigma_{доп}$

$$\sigma_{доп} \geq \sigma_p. \quad (63)$$

Механические напряжения в материале шины, возникающие под действием изгибающего момента, МПа

$$\sigma_p = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \frac{i_y^2 \cdot l^2}{a \cdot W}, \quad (64)$$

где i_y – ударный ток КЗ, А;

l – расстояние между опорными изоляторами, см, которое в нашем случае принимаем равным $l = 1$ м;

a – расстояние между осями шин смежных фаз, см, которое в нашем случае принимаем равным $a = 0,25$ м;

W – момент сопротивления шины относительно оси, перпендикулярной действию усилия, см^3 , который при расположении шин плашмя вычисляется как

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (65)$$

где b и h – соответственно меньший и больший размеры сторон поперечного сечения шины.

Проверка шин на термическую стойкость сводится к определению минимального допустимого сечения

$$F = \frac{\sqrt{B_k}}{C}, \quad (66)$$

где C – расчётный коэффициент, $C=91 \text{ А} \cdot \text{с}^{0,5}/\text{мм}^2$.

Произведём выбор шины РП напряжением 10кВ и проверим их на электродинамическую и термическую стойкость к токам КЗ.

2.10.3 Выбор выключателей и разъединителей

Выбор выключателя осуществляется по следующим условиям:

- по напряжению $U_{уст} \leq U_{ном}$;
- по току $I_{ном} \leq I_{ном}$, $I_{макс} \leq I_{ном}$;
- по отключающей способности $S_k \leq S_{отк}$;
- по динамической стойкости $i_y \leq i_{удин}$;
- по термической стойкости $B_k \leq I_T \cdot t_T$.

Выбор разъединителей осуществляется по следующим условиям

- по напряжению $U_{уст} \leq U_{ном}$;
- по току $I_{макс} \leq I_{ном}$;
- по динамической стойкости $i_y \leq i_{удин}$;
- по термической стойкости $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$.

2.10.4 Выбор трансформаторов тока и напряжения

Трансформаторы тока выбираются по тем же условия, что и ранее выбранные аппараты напряжением выше 1кВ. Произведём выбор трансформатора тока для питающей линии.

Номинальная мощность вторичной обмотки трансформатора тока S_2 должна быть не менее суммы мощности, потребляемой приборами S_{np} , и мощности, теряемой в проводах и переходных контактах

$$S_2 \geq S_{np} + I_2^2 \cdot (r_{np} + r_k), \quad (67)$$

где r_{np} , r_k – сопротивление проводов и контактов, Ом.

Сопротивление всех переходных контактов принимают равным 0,1Ом, величину тока $I_2=5A$. Тогда сопротивление проводов между трансформатором тока и измерительными приборами

$$r_{np} = (S_2 - S_{np} - I_2^2 \cdot r_k) / I_2^2. \quad (68)$$

При соединении в звезду трех трансформаторов тока сечение проводов, мм²

$$F = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot l / r_{np}, \quad (69)$$

где ρ - удельное сопротивление проводов, мкОм, которое принимаем для алюминиевых проводов равным 0,0262 мкОм;

l – длина соединительных проводов.

2.11 Релейная защита и автоматика

Описываются элементы релейной защиты и автоматики участка (цеха)

2.12 Электрические измерения и учет электроэнергии

В системе электроснабжения промышленного предприятия следует измерять текущие значения величин тока, напряжения и мощности, характеризующие режимы работы как самой системы, так и её элементов, а также осуществлять учёт потребляемой и вырабатываемой электроэнергии.

Амперметры устанавливаются в цехах, в которых необходим контроль тока (вводы РП, трансформаторы, отходящие линии, перемычки между секциями сборных шин, конденсаторные установки, некоторые электроприёмники.

Напряжение измеряется на каждой секции сборных шин РП и ТП. На понижающих подстанциях допускается измерять напряжение только на стороне низшего напряжения, если установка трансформатора напряжения на первичной стороне не требуется для других целей. В трёхфазных установках обычно производится измерение одного междуфазного напряжения. В сетях с изолированной нейтралью (напряжением 6-35 кВ) вольтметры используются для контроля изоляции. Для этой цели применяются три вольтметра (или один вольтметр с переключателем), включаемые на фазные напряжения через измерительный трансформатор типа ЗНОЛП, принадлежащий к секции РП.

Учёт электроэнергии на промышленных предприятиях подразделяется на расчётный (коммерческий) и технический (контрольный).

Расчётный учёт электроэнергии предназначен для осуществлений денежных расчётов за выработанную, а также отпущенную потребителям электроэнергию. Основные положения по организации и осуществлению расчётного учёта на предприятиях заключается в следующем:

- расчётные счётчики активной и реактивной энергии рекомендуется устанавливать на границе раздела электроснабжающей организации и предприятия;

- если со стороны предприятия с согласия энергосистемы производится выдача реактивной энергии в сеть энергосистемы, необходимо установить два счётчика реактивной энергии со стопорами, в других случаях должен устанавливаться один счётчик реактивной энергии со стопором;

- счётчик активной энергии должен иметь класс точности не ниже 0,2, класс точности счётчика реактивной должен выбираться на одну ступень ниже класса точности счётчика активной энергии;

- для предприятия, расплачивающегося с электроснабжающей организацией по двуставочному тарифу следует предусматривать установку счётчика с указанием максимума нагрузки при наличии одного пункта учёта, при двух и более пунктах – применение автоматизированных систем учёта электроэнергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заключение представляет собой краткие выводы и предложения по всем разделам работы. В нем дается краткое обобщение всего изложенного в работе материала. Выводы и предложения должны быть четко сформулированы, отражать содержание всей работы, её сущность, теоретическое и практическое значение. В заключении излагаются все полученные в результате исследования выводы, характеризующие состояние данного вопроса, а затем даются предложения в порядке рекомендаций на основании изложенных выше выводов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основные источники (ОИ):

- ОИ1 Александровская А.Н. «Автоматика». Учеб. пособие. М.: «Академия», 2017
- ОИ2 Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования» (9-е изд., стер.). Учеб. пособие. М.: «Академия», 2017
- ОИ3 Варварин В.А. «Выбор и наладка электрооборудования», Справочное пособие. М.: ИНФРА, 2016
- ОИ4 Кисаримов Р.А. «Наладка электрооборудования оборудования», Справочник. М.: РадиоСофт, 2017
- ОИ5 Шеховцов В.П. «Электрическое и электромеханическое оборудование», Учебник. М: ИНФРА-М, 2018

Дополнительные источники (ДИ):

- ДИ1 Акимова Н.А. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий и установок», Учебное пособие М.: Мастерство, 2017
- ДИ2 Нестеренко В.В. Технология электромонтажных работ, Учебное пособие 4-е изд,стер. М.: Академия, 2018

Интернет-ресурсы (И-Р):

- И-Р Предприятие «Учи просто», персональный сайт
<http://www.uchiprosto.narod.ru/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения выносятся вспомогательный материал (громоздкие таблицы, исходный статистический материал, документы первичного учета, промежуточные результаты расчетов, иллюстрации вспомогательного характера, описания известных методик расчета, исторические справки и т.п.).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Оформление текста работы. Работа выполняется на белом стандартном листе бумаги формата А4 (210x297 мм) с одной стороны.

Текст работы набирается на компьютере:

шрифт - Times New Roman

кегель – 14 пт

междустрочный интервал - 1,5

выравнивание – по ширине страницы.

поля: слева – 25 мм, справа — 10 мм, сверху — 15 мм, снизу - 15 мм

абзацный отступ - 1,25.

Объем курсовой работы (проекта) – 20 – 35 страниц (без учета приложений).

Каждый структурный элемент работы (введение, разделы, заключение, список использованной литературы, приложения) следует начинать с новой страницы.

Правила оформления заголовков. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание глав и пунктов. Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Заголовки разделов печатаются прописными (большими) буквами (СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ и т.д.), пишутся полужирным шрифтом (без подчеркивания) в середине строки без точки в конце. Переносы слов в заголовках и подзаголовках не допускаются.

Заголовки в тексте выделяются сверху двумя интервалами, снизу - одним. Текст пункта начинается сразу после названия пункта.

Нельзя писать заголовков в конце страницы, если на ней не умещаются 2-3 строки идущего за заголовком текста.

Нумерация разделов и пунктов должна осуществляться арабскими цифрами, без указания слов типа: раздел, пункт и т.д. При этом разделы дипломной работы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной ее части и обозначаться арабскими цифрами, например, 1, 2, 3 и т.д. с последующим пробелом перед заго-

ловком. Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела и нумероваться двумя цифрами с точкой, где первая цифра - номер раздела, вторая - пункта.

Например:

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВАРА (шрифт полужирный)

1.1 Потребительские свойства товара (шрифт полужирный)

После номера раздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Если текст отчета подразделяют только на пункты, их следует нумеровать, за исключением приложений, порядковыми номерами в пределах всего отчета. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

Нумерация страниц, приложений сквозная, арабскими цифрами, начиная с титульного листа. На титульном листе номер страницы не ставится, но в общую нумерацию страниц включается. Номер страницы проставляется внизу в нижнем правом углу листа без точки в конце. Приложения включаются в общую нумерацию страниц после основного текста и списка литературы, но в подсчет объема дипломной работы не входят.

При использовании в тексте выдержек из того или иного источника, цитат (цитата ставится в «...») или мнений специалистов, а также цифрового материала, в тексте делается **ссылка** на источник информации с указанием после цитаты в скобках порядкового номера источника информации, включенного в список использованной литературы (например: [10], что означает: источник №10 из списка используемой литературы; законодательные источники - [2, ст. 18, п.24], что означает 2-й порядковый номер из списка литературы, статья 18, пункт 24.)

Знаки препинания ставятся непосредственно после последней буквы слова. После них, кроме многоточия, делается пробел. Слова, заключенные в скобки, не отделяются от скобок промежутком. Знак «тире» всегда отделяется с двух сторон пробелами (в отличие от дефиса).

Таблицы, содержащие цифровой материал, даются с названием и номером. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенного точкой.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф — со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Размер шрифта для таблиц — 10,12 или 14, интервал - 1.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы; первая строка таблицы должна содержать номера столбцов.

Например:

Таблица 1 - Сравнительная характеристика форм собственности

...
1	2	3	4
...

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
...

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – на каждой ее части.

Если числовые значения величин в графах таблицы выражены в разных единицах физической величины, их обозначения указывают в подзаголовке каждой графы.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:

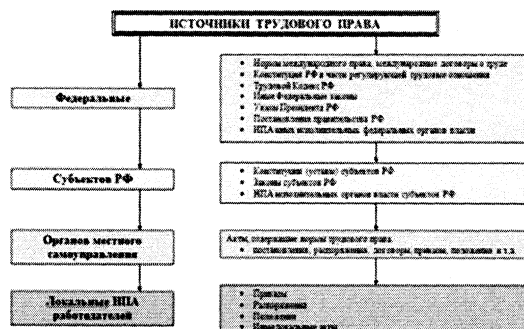


Рисунок 1 — Источники права

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 1».

Формулы и уравнения расчетов в тексте надо выделять, записывая их 16 шрифтом и отдельной строкой, давая подробное пояснение каждому символу (когда он встречается впервые). Пояснения символов должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Формулы имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами по всей работе и проставляются напротив формулы в правой стороне в круглых скобках.

Например:

$$I=U/R, \tag{1}$$

где U — напряжение на участке цепи, В;

R — сопротивление участка цепи, Ом.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1).

Сноски. Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в документе, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски.

Сноски в тексте располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны.

Знак сноски ставят непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой и помещают на уровне верхнего обреза шрифта.

Пример: «... печатающее устройство ¹ ...». Нумерация сносок отдельная для каждой страницы.

Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками: *. Применять более четырех звездочек не рекомендуется.

Оформление списка используемых источников. Описание источников, включенных в список, выполняется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Нумерация всех использованных источников сплошная от первого до последнего источника.

Использованные источники располагаются в такой последовательности:

1. Нормативно-законодательные акты по уровням нормативного регулирования /по значимости/ (Конституция, федеральные законы, Постановления Правительства РФ, органов государственной и местной власти, инструкции, указания, письма Центрального Банка России).

2. Учебная литература, монографии – в алфавитном порядке (А-Я)

3. Статьи – в алфавитном порядке их авторов (А-Я)
4. Информационно-правовые системы: Консультант плюс, Гарант.
5. Адреса сетевых сайтов (Интернет - источники).

Например:

1. Гражданский кодекс РФ. Часть 1 от 30.11.1994 г. № 51-ФЗ (с последними изменениями)
2. Федеральный Закон РФ от 21.11.1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете» (с изменениями).
3. Приказ МФ РФ от 09.12.1998 № 60н. Положение по бухгалтерскому учету «Учетная политика организации» ПБУ 1/98. (с последними изменениями)
4. Макаров Н.Д., Рябов Е.А. Предпринимательское право: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006.
5. Правовое регулирование профессиональной деятельности: учебник / Под. Ред. Д.О.Тузова, В.С.Аракчеева – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003.
6. Александров А.С. Электронный двигатель торговли// Business Online. - № 9. - 2008.
7. СПС «Консультант плюс».
8. www.nalog.ru – официальный сайт МНС РФ

Приложения. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте дипломной работы, за исключением справочного приложения «Обозначения и сокращения», которое располагают первым. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» следует буква, обозначающая его последовательность. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц. Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

Изложение текста документов. Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

Если в документе принята специфическая терминология, то в конце его (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание документа.

В тексте документа **не допускается**:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также в данном документе;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблицей в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять без числовых значений математические знаки, например, > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

В тексте документа числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти — словами.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать $\frac{1}{4}$ ". При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, 5/32.

Курсовая работа (проект) для специальностей технического профиля оформляется на листах с основной надписью (Приложение Г).

Курсовой работе (проекту) присваивается обозначение. Оно проставляется на всех листах пояснительной записки и на всех чертежах, схемах, диаграммах, рисунках графической части проекта, имеющих основные надписи.

Обозначение документа состоит из центральной цифровой части, предшествующей и последующей буквенных групп. Например,

КП ХХХХХХ.ХХ.000ПЗ

Предшествующая цифровой части буквенная группа КП обозначает вид учебного документа — КП - курсовой проект (КР - курсовая работа).

Первая группа из шести чисел обозначает код специальности в соответствии с перечнем направлений и специальностей среднего профессионального образования.

Вторая группа цифр обозначает номер задания в соответствии с приказом по техникуму.

Третья цифровая группа состоит из трех основных цифр и, при необходимости, дополнительных двузначных групп, присоединяемых к основным через дробную косую черту или точку.

Буквенная группа, стоящая после центральной числовой группы, обозначает код (шифр, марку) документа, например:

ПЗ - пояснительная записка;

СБ - сборочный чертеж;

ТУ – технические условия.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Государственное профессиональное образовательное учреждение
Тульской области «Болоховский машиностроительный техникум»

Специальность

(код. наименование)

ТЕМА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Выполнил обучающийся гр. _____

(подпись, Фамилия, И.О.)

Руководитель

(подпись, Фамилия, И.О.)

«___» _____ 20__ г.

Город
20__

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Государственное профессиональное образовательное учреждение
Тульской области «Болоховский машиностроительный техникум»

УТВЕРЖДАЮ

Курирующий заместитель директора,
заведующий отделением

_____ Фамилия, инициалы

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ на выполнение курсовой работы (проекта)

Обучающегося _____

(Фамилия, имя, отчество)

группы _____ специальности _____

Тема работы (проекта) _____

Утверждена приказом по ГПОУ ТО «БМТ» № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Срок сдачи работы « ____ » _____ 20__ г.

Исходные данные _____

(базовая организация, направление, характер работы)

Содержание пояснительной записки:

Введение

1 Название раздела

1.1 Название пункта

1.2

...

2

2.1

2.2

...

Заключение

Список использованных источников

Приложения

Руководитель работы _____

(подпись, Фамилия, И. О.)

Задание принял к исполнению « ____ » _____ 20__ г. _____

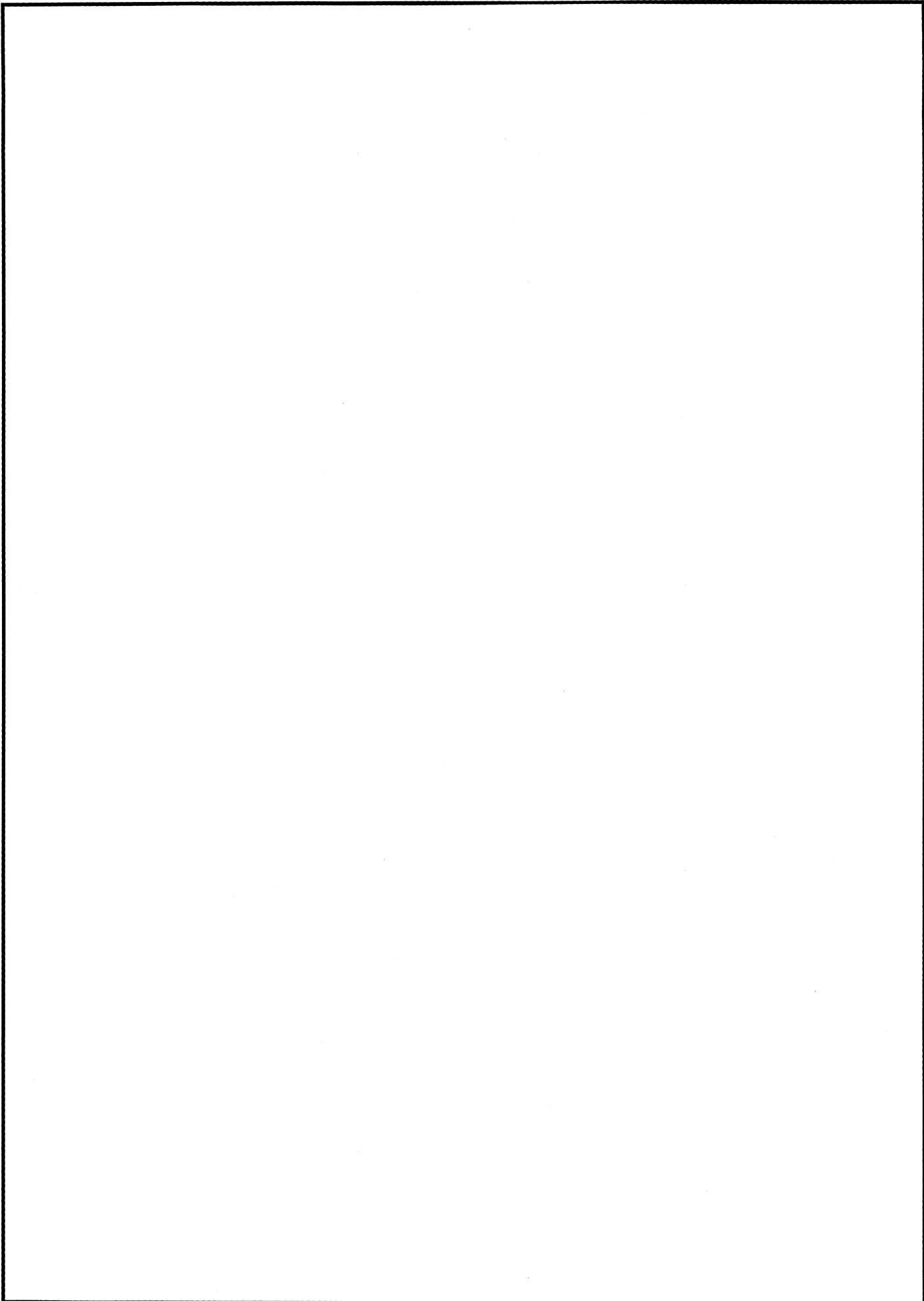
(подпись, Фамилия, И. О.)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Название раздела	
1.1 Название пункта	
1.2 ...	
1.3 ...	
2 Название раздела	
2.1 Название пункта	
2.2 ...	
Заключение	
Список использованных источников	
Приложения	

					КП XXXXXX.XX.000 ПЗ		
Изм	Лист	№докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.					3		
Н.контр.					Пояснительная записка		
Утв.					ГПОУ ТО «БМТ» гр. _____		



					КП XXXXXX.XX.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35