

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по практическим занятиям
по дисциплине "Энергетическое оборудование электростанций на возобновляемых
источниках энергии"

13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) Возобновляемые источники энергии и
гидроэлектростанции

Ставрополь, 2026

УДК 621.313
ББК 31.261

Печатается по решению
Учебно-методического совета
Северо-Кавказского федерального
университета

Рецензенты:

Доцент кафедры автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения СКФУ, кандидат технических наук, доцент Гринь А.И.

Доцент кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования ФГБОУ ВО СтГАУ, кандидат физико-математических наук, доцент Ястребов С. С.

Романенко И.Г.

Энергетическое оборудование электростанций на возобновляемых источниках энергии: Методические указания по практическим занятиям. – Ставрополь: Изд-во СКФУ

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП и рабочей программой по дисциплине «Энергетическое оборудование электростанций на возобновляемых источниках энергии» для направления подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника.

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	6
2 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ	13
3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРОВ ВЭС	17
4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЭС	20
ЛИТЕРАТУРА.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие предназначено для проведения практикума по дисциплине «Энергетическое оборудование электростанций на возобновляемых источниках энергии» у студентов, обучающихся по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина «Энергетическое оборудование электростанций на возобновляемых источниках энергии» является вариативной частью базового модуля дисциплин, направленной на формирование профессиональных компетенций магистров – электроэнергетиков. Практикум рассчитан на закрепление и расширение знаний, полученных при изучении наиболее трудоёмких и сложных теоретических разделов дисциплины.

1 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Цель: изучение процессов, происходящих в трансформаторе, работающем под нагрузкой.

Теоретическая часть

В паспорте трехфазных трансформаторов приводится номинальная мощность и мощность потерь всех трех фаз; под номинальными напряжениями понимаются линейные напряжения на зажимах трансформатора в режиме холостого хода, а под номинальными токами – линейные токи независимо от схемы соединения обмоток.

Полная мощность трехфазного двухобмоточного трансформатора, В·А,

$$S_H = \sqrt{3} U_{1H} \cdot I_{1H}. \quad (1.1)$$

Отношение ЭДС обмотки высшего напряжения к ЭДС обмотки низшего напряжения, равное отношению числа витков этих обмоток, называется коэффициентом трансформации:

$$k = E_{1H} / E_{2H} = w_1 / w_2. \quad (1.2)$$

Трансформатор, у которого параметры вторичной цепи приведены к числу витков первичной обмотки w_1 , называется приведенным трансформатором. Такому трансформатору соответствует электрическая схема замещения (рисунок 2.1) и основные уравнения:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = (-\dot{E}_1) + \dot{I}_1 Z_1 = (-\dot{E}_1) + j\dot{I}_1 X_1 + \dot{I}_1 R_1; \\ \dot{U}'_2 = \dot{E}'_2 - \dot{I}'_2 Z'_2 = \dot{E}'_2 - j\dot{I}'_2 X'_2 - \dot{I}'_2 R'_2; \\ \dot{I}_1 = \dot{I}_M + (-\dot{I}'_2). \end{cases} \quad (1.3)$$

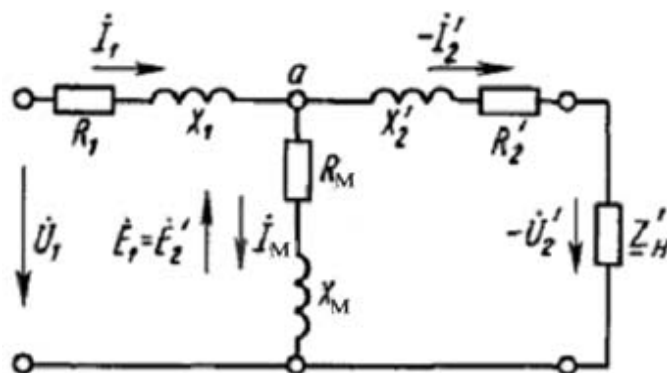


Рисунок 1.1 – Схема замещения трансформатора

Индуктивные сопротивления первичной x_1 и вторичной x_2 обмоток обусловлены потоками рассеяния $\Phi_{\sigma 1}$ и $\Phi_{\sigma 2}$.

Формулы приведения параметров вторичной цепи:

– ток вторичной обмотки

$$I_2' = I_2 / k ; \quad (1.6)$$

– ЭДС и напряжение вторичной обмотки

$$E_2' = E_2 \cdot k , \quad U_2' \approx U_2 \cdot k ; \quad (1.7)$$

– активное и индуктивное сопротивления вторичной обмотки

$$R_2' = R_2 \cdot k^2 , \quad X_2' = X_2 \cdot k^2 ; \quad (1.8)$$

– полное сопротивление вторичной обмотки

$$Z_2' = Z_{22} \cdot k^2 ; \quad (1.9)$$

– полное сопротивление нагрузки

$$z_H' = z_H \cdot k^2 . \quad (1.10)$$

При изменении нагрузки трансформатора в широком диапазоне (от холостого хода до номинального режима) магнитный поток может считаться практически постоянным и равным магнитному потоку в режиме холостого хода. Это в свою очередь определяет постоянство потерь в стали, которые могут быть найдены из режима холостого хода.

В режиме «нормального» короткого замыкания магнитный поток в сердечнике трансформатора настолько мал, что им можно пренебречь, а, следовательно, при этом режиме потери в стали трансформатора практически

равны нулю, а потери в меди (в обмотках трансформатора) равны потерям при номинальной нагрузке трансформатора. Значения токов, напряжений и мощностей, полученные из режимов холостого хода и «нормального» короткого замыкания, позволяют определить основные параметры схемы замещения трансформатора.

Сопротивление короткого замыкания трансформатора

– полное

$$z_k = U_{\text{кф}} / I_{\text{кф}} ; \quad (1.11)$$

– активное

$$r_k = P_k / 3 \cdot I_{\text{кф}}^2 ; \quad (1.12)$$

– реактивное

$$x_k = \sqrt{z_k^2 - r_k^2} . \quad (1.13)$$

Сопротивления первичной и приведенной вторичной обмотки

$$R_1 = R'_2 = r_k / 2 , \quad (1.14)$$

$$X_1 = X'_2 = x_k / 2 . \quad (1.15)$$

Сопротивления вторичной обмотки

$$R_2 = R'_2 / k^2 , \quad (1.16)$$

$$X_2 = X'_2 / k^2 . \quad (1.17)$$

Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания

$$u_{\text{кр}} = u_k \cdot \sin \varphi_k , \quad (2.18)$$

$$u_{\text{кр}} = u_k \cdot \sin \varphi_k . \quad (2.19)$$

Коэффициент мощности короткого замыкания

$$\cos \varphi_k = P_k / \sqrt{3} \cdot U_k \cdot I_k . \quad (1.20)$$

Максимальное значение магнитного потока находится по формуле:

$$\Phi_m = B_m \cdot Q_{\text{ст}} \cdot k_c , \quad (1.21)$$

где B_m – максимальное значение магнитной индукции в стержне магнитопровода,

$Q_{\text{ст}}$ – площадь поперечного сечения магнитопровода,

k_c – коэффициент заполнения магнитопровода сталью.

КПД трансформатора при любой нагрузке определяется выражением:

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_H \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_H \cos \varphi_2 + P_{0H} + \beta^2 P_{KH}}, \quad (1.22)$$

где β – коэффициент загрузки трансформатора;

P_{0H} – мощность холостого хода при номинальном напряжении,

P_{KH} – мощность КЗ при номинальных токах в обмотках трансформатора.

Электрические потери в обмотках трансформатора при номинальной нагрузке можно определить, если известны значения активных сопротивлений и токов обмоток трансформатора:

$$P_{эм} = P_{э1} + P_{э2} = m I_1^2 r_1 + m_1 I_2'^2 r_2'. \quad (1.23)$$

Наибольший КПД соответствует коэффициенту загрузки:

$$\beta_{опт} = \sqrt{\frac{P_{0H}}{P_{KH}}}. \quad (1.24)$$

Тогда формула для КПД принимает вид:

$$\eta_{max} = \frac{\beta' S_H \cos \varphi_2}{\beta' S_H \cos \varphi_2 + 2 P_{0H}}. \quad (1.25)$$

Пример. Дан масляный трансформатор ТМ-25/10 с номинальными параметрами: номинальная мощность $S_H = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$, номинальное напряжение $U_{1H} = 10 \text{ кВ}$, напряжение короткого замыкания $u_{к\%} = 4,5\%$, мощность холостого хода $P_0 = 0,13 \text{ кВт}$ и короткого замыкания $P_{KH} = 0,6 \text{ кВт}$, ток холостого хода $i_{0\%} = 3,2\%$. Соединение трансформатора Y/Y. Определить: номинальный ток в первичной обмотке; ток холостого хода и напряжение короткого замыкания в именованных единицах; коэффициент мощности холостого хода и короткого замыкания; активную и реактивную составляющие напряжения короткого замыкания и сопротивления короткого замыкания; номинальное изменение напряжения трансформатора при сбросе нагрузки (индуктивный характер).

Решение:

Номинальный ток в первичной обмотке:

$$I_{1H} = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_{1H}) = 25 / (1,73 \cdot 10) = 1,44 \text{ A.}$$

Ток холостого хода:

$$I_0 = i_{0\%} / 100 \cdot I_{1H} = 3,2 / 100 \cdot 1,44 = 0,46 \text{ A.}$$

Коэффициент мощности холостого хода:

$$\cos \varphi_0 = P_0 / (\sqrt{3} I_0 \cdot U_{1H}) = 0,13 / (1,73 \cdot 0,46 \cdot 10) = 0,16.$$

Напряжение короткого замыкания:

$$U_K = U_{K\%} \cdot U_{1H} / 100 \cdot \sqrt{3} = 4,5 \cdot 10 / 100 \cdot 1,73 = 0,26 \text{ кВ.}$$

Коэффициент мощности короткого замыкания:

$$\cos \varphi_K = P_{KH} / (3 I_{1H} \cdot U_K) = 0,6 / (3 \cdot 1,44 \cdot 0,26) = 0,53;$$

$$\sin \varphi_K = 0,85.$$

Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания:

$$u_{ka\%} = U_K \cos \varphi_K = 4,5 \cdot 0,53 = 2,38\%; \quad u_{kp\%} = U_K \sin \varphi_K = 4,5 \cdot 0,85 = 3,8\%.$$

Сопротивление короткого замыкания

$$Z_K = U_K / I_{1H} = 0,26 \cdot 10^3 / 1,44 = 180 \text{ Ом.}$$

Активная и индуктивная составляющие сопротивления короткого замыкания

$$r_K = Z_K \cos \varphi_K = 180 \cdot 0,53 = 95,4 \text{ Ом;}$$

$$x_K = Z_K \sin \varphi_K = 180 \cdot 0,85 = 153 \text{ Ом.}$$

Номинальное изменение напряжения трансформатора при сбросе нагрузки

$$\Delta u_{H\%} = u_{ka\%} \cos \varphi_2 + u_{kp\%} \sin \varphi_2 = 2,38 \cdot 0,8 + 3,8 \cdot 0,6 = 4,18\% .$$

Задания

1. Трехфазный трансформатор имеет параметры, значения которых приведены в таблице 2.1: номинальная мощность S_H и номинальные напряжения (линейные) U_{1H} и U_{2H} , напряжение короткого замыкания $u_{K\%}$, ток холостого хода $i_{0\%}$, потери холостого хода P_0 и потери короткого замыкания P_{KH} . Обмотки трансформатора соединены по схеме Y/Y. Требуется определить:

параметры Т-образной схемы замещения, считая ее симметричной, а также фактические значения сопротивлений вторичной обмотки; КПД η , соответствующие значениям полной мощности трансформатора 3.8 и при коэффициентах мощности нагрузки $\cos\varphi_2=0,8$ (индуктивный характер нагрузки) и $\cos\varphi_2=1$; номинальное изменение напряжения $\Delta u_{H\%}$. Построить графики $\eta = f(\beta)$ и $U_2 = f(\beta)$.

Таблица 2.1– Исходные данные

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_H, \text{кВ}\cdot\text{А}$	100	180	320	560	1000	800	600	700	400	200
$U_{1H}, \text{кВ}$	0,5	3,0	6,0	10	35	10	10	6,0	3,0	3,0
$U_{2H}, \text{кВ}$	0,23	0,4	0,4	0,4	3,0	0,4	0,6	0,6	0,23	0,23
$u_k\%, \%$	5,5	5,5	8,5	6,5	5,5	6,5	8,5	5,5	6,5	5,5
$i_0\%, \%$	6,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,5
$P_0, \text{кВт}$	0,65	1,2	1,6	2,5	5,2	3,6	2,8	3,2	2,0	1,5
$P_{KH}, \text{кВт}$	2,0	3,6	5,8	9,0	13,5	10,0	9,0	8,2	6,0	4,0

2. Определить изменение вторичного напряжения трансформатора в относительных единицах для нагрузки $I_2 = 0,5I_{2H}$ и $\cos\varphi_2 = 0,8$ по следующим данным: $S_H = 100 \text{ кВА}$, $P_k = 1970 \text{ Вт}$, $u_k\% = 4,5 \%$.

3. Трансформатор мощностью 63 кВА имеет потери короткого замыкания 1280 Вт и напряжение короткого замыкания $u_k\%=4,5 \%$. Найти значения угла нагрузки, при котором изменения вторичного напряжения не происходит.

4. Потери трансформатора, имеющего номинальную мощность $S_H=63 \text{ кВА}$, при холостом ходе $P_0=265 \text{ Вт}$, при коротком замыкании $P_k=1280 \text{ Вт}$. Определить КПД трансформатора для номинальной нагрузки при трех значениях коэффициента мощности $\cos\varphi_2 = 0,8; 1; (-0,8)$.

5. Номинальная мощность трехфазного трансформатора $S_H=25 \text{ кВА}$; напряжение первичной обмотки $U_{1H}=10 \text{ кВ}$; вторичной обмотки $U_{2H}=400 \text{ В}$; потери при холостом ходе $P_0=125 \text{ Вт}$; сопротивление первичной обмотки $r_1=48,4 \text{ Ом}$; вторичной обмотки $r_2=0,077 \text{ Ом}$. Определить КПД трансформатора для значений $\beta = 0,5; 1; 1,25$ при коэффициенте мощности $\cos\varphi_2 = 0,9$. Обмотки трансформатора соединены по схеме Y/Y.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой внешняя характеристика трансформатора?
2. Для чего делается приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной?
3. Изменяется ли магнитный поток трансформатора при изменении его нагрузки?
4. Что такое коэффициент загрузки трансформатора?
5. Как определяются электрические потери в трансформаторе?
6. Как определяется изменение напряжения трансформатора?

2 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ

Цель: получение навыков расчета параметров синхронных гидрогенераторов при нагрузке.

Знать: методы определения параметров электрических машин;

Уметь: самостоятельно определять и анализировать параметры работающего электромеханического оборудования;

Владеть: навыками самостоятельного определения параметров электромеханического оборудования;

ПК-6

Знать: электромагнитные процессы, происходящие в электрических машинах при различных режимах их работы;

Уметь: рассчитывать режимы работы электрических машин;

Владеть: навыками расчета режимов работы электрических машин.

Актуальность темы практического занятия заключается том, что полученные навыки расчета параметров синхронных машин при нагрузке могут использоваться при анализе режимов электроэнергетических систем, являющихся одним из объектов изучения студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Теоретическая часть

Характерным признаком синхронных машин является жесткая связь между частотой вращения ротора n_1 и частотой переменного тока в обмотке статора f_1 :

$$n_1 = f_1 \cdot 60 / p. \quad (2.1)$$

где p – число пар полюсов.

В обмотке статора в процессе работы синхронной машины индуцируется ЭДС и протекают токи, которые создают магнитодвижущую силу (МДС), максимальное значение первой гармоники которой

$$F_{1m} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot m \cdot I \cdot w_1 \cdot k_{o\delta 1} / p. \quad (2.2)$$

где I – действующее значение тока в фазе статора (якоря);

w_1 – число последовательно соединенных витков фазы обмотки статора;

$k_{o\delta 1}$ – обмоточный коэффициент обмотки статора.

Эта МДС создает вращающееся магнитное поле, в воздушном зазоре δ машины создается магнитная индукция.

Амплитуда продольной составляющей МДС обмотки якоря

$$F_{dm} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot m \cdot I_d \cdot w_1 \cdot k_{o\delta 1} / p, \quad (2.3)$$

где $I_d = I |\sin \beta|$ – действующее значение продольной составляющей тока статора;

β – угол между ЭДС возбуждения $\dot{E}_f$ и током $\dot{I}$ (или МДС F_{1m}).

Амплитуда поперечной составляющей МДС обмотки якоря

$$F_{qm} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot m \cdot I_q \cdot w_1 \cdot k_{o\delta 1} / p, \quad (2.4)$$

где $I_q = I |\cos \beta|$ – действующее значение поперечной составляющей тока статора

Для явнополюсной синхронной машины справедливо уравнение напряжений:

$$\dot{U}_1 = \dot{E}_0 + \dot{E}_{1d} + \dot{E}_{1q} + \dot{E}_{\sigma 1} - \dot{I}_1 \cdot r_1, \quad (7.5)$$

где $\dot{E}_0$ – основная ЭДС синхронной машины, пропорциональная основному магнитному потоку синхронной машины Φ_0 ;

$\dot{E}_{1d}$ – ЭДС реакции якоря синхронной машины по продольной оси, пропорциональная МДС реакции якоря по продольной оси F_{1d} ;

$\dot{E}_{1q}$ – ЭДС реакции якоря по поперечной оси, пропорциональная МДС реакции якоря по поперечной оси F_{1q} ;

$\dot{E}_{\sigma 1}$ – ЭДС рассеяния, обусловленная наличием магнитного потока рассеяния Φ_{σ} , величина этой ЭДС пропорциональна индуктивному сопротивлению рассеяния обмотки статора x_1

$$\dot{E}_{\sigma 1} = -j\dot{I} \cdot x_1; \quad (2.6)$$

$\dot{I} \cdot r_1$ – активное падение напряжения в фазной обмотке статора, обычно при решении задач этой величиной пренебрегают ввиду ее небольшого значения.

Уравнение напряжений для неявнополюсной синхронной машины:

$$\dot{U}_1 = \dot{E}_0 + \dot{E}_1 + \dot{E}_{\sigma 1} - \dot{I} \cdot r_1. \quad (2.7)$$

где $\dot{E}_1$ – ЭДС реакции якоря неявнополюсной синхронной машины.

Выражения для ЭДС взаимной индукции $\dot{E}_1$, $\dot{E}_{1d}$ и $\dot{E}_{1q}$ от токов $\dot{I}$, $\dot{I}_d$ и $\dot{I}_q$ через главные индуктивные сопротивления обмотки якоря:

$$\dot{E}_1 = -jX_1\dot{I}; \dot{E}_{1d} = -jX_{1d}\dot{I}_d; \dot{E}_{1q} = -jX_{1q}\dot{I}_q. \quad (2.8)$$

где X_1 , X_{1d} , X_{1q} – главное индуктивное сопротивление и его составляющие по продольной и поперечным осям.

Пример. Определить амплитуду основной гармонической МДС трехфазной обмотки якоря четырехполюсной синхронной машины, имеющей следующие данные: число витков в фазе $w_1=105$, коэффициент укорочения $k_{y1}=0,951$, коэффициент распределения $k_{p1}=0,954$. Ток в якоря $I=18$ А.

Решение.

По формуле (6.7) определим обмоточный коэффициент:

$$k_{об1} = 0,951 \cdot 0,954 = 0,907.$$

По формуле (7.2) определим амплитуду основной гармонической МДС:

$$F_{1m} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot 3 \cdot 18 \cdot 105 \cdot 0,907 / 2 = 1158 \text{ А.}$$

Задания

1. Число витков в фазе обмотки якоря четырехполюсного гидрогенератора $w_1=16$, коэффициент укорочения $k_{y1}=0,966$, коэффициент распределения $k_{p1}=0,956$. Вычислить амплитуду основной гармонической

МДС обмотки якоря, если мощность турбогенератора $S_H=31250$ кВ·А, фазное напряжение $U_{н.ф}=6060$ В.

2. Определить магнитный поток взаимной индукции, соответствующий току $I = 1300$ А в трехфазной обмотке шестиполусного гидрогенератора, его потокосцепление с фазой обмотки статора и индуцируемую в ней ЭДС, если известно: число витков в фазе обмотки $w_1 = 16$, число пазов на полюс и фазу $q = 8$, шаг обмотки $y = 20$, расчетный зазор $\delta' = 3,3$ см, полюсное деление $\tau = 150$ см, расчетная длина $l_\delta = 210$ см, частота тока 50 Гц.

3. По известным значениям главных индуктивных сопротивлений обмотки якоря по продольной $X_{ld} = 2,02$ Ом и поперечной $X_{lq} = 1,53$ Ом осям гидрогенератора определить соответствующую ЭДС взаимной индукции якоря E_{ld} и E_{lq} для режима работы, характеризуемого током $I = 2800$ А и углом $\beta = 50^\circ$.

4. Номинальная мощность гидрогенератора $S_H=26200$ кВ·А, номинальное линейное напряжение $U_{нл} = 10,5$ кВ, частота тока $f = 50$ Гц, соединение фаз – звезда, номинальная частота вращения $n_H=125$ об/мин. Найти амплитуду основной гармонической МДС обмотки якоря, если число витков в фазе $w_1=126$, обмоточный коэффициент $k_{об}=0,94$. Найти составляющие МДС по продольной и поперечной осям при активно-индуктивной ($\beta = 50^\circ$) нагрузке.

Контрольные вопросы

1. Как определить синхронную скорость синхронной машины?
2. Какое поле в синхронной машине называется полем реакции якоря?
3. Какое поле реакции якоря является поперечным, а какое продольным?
4. Напишите уравнение напряжения для явнополюсной синхронной машины; для неявнополюсной.

3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРОВ ВЭС

Цель: изучить методику расчета ветровых электрических станций.

Теоретическая часть

Ветер – движение воздуха относительно земной поверхности, которое характеризуется силой ветра (м/с, км/ч) и его направлением (град).

Ветровая энергия – способность ветра производить работу, оказывая давление на препятствия.

Ветровой режим – ветровые условия в данной местности, характер распределения и изменения скоростей ветра и его направлений, их годовой и суточный ход.

Диапазон скоростей ветра для работы:

2–3 м/с – скорость для начала трогания ветроколеса;

18–20 м/с – максимальная рабочая скорость, 24–28 м/с – это буря. Бурные ветры, как правило, кратковременные и большого влияния на суммарную выработку ЭЭ не оказывают, но по ним рассчитывают механическую прочность всех сооружений ветровой электростанции

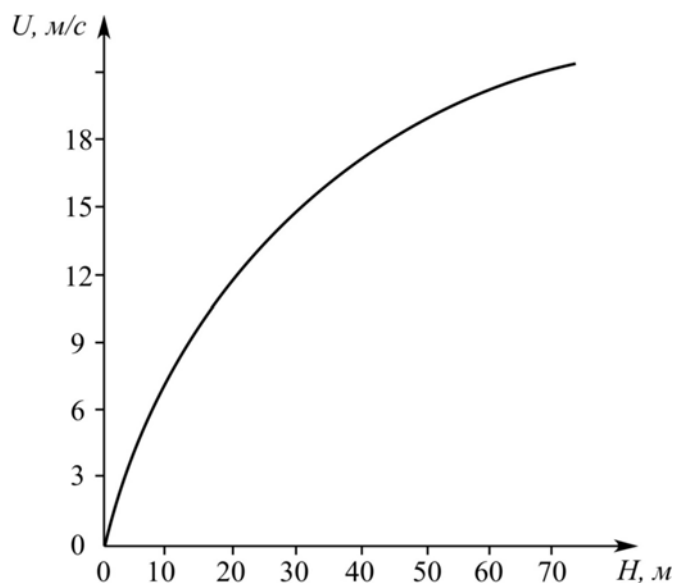


Рисунок 3.1 – Изменение скоростей ветра по высоте

Мощность ветросиловой установки определяют мощностью ветрового потока, вращающего ветроколесо различной конфигурации, или пропеллер (далее – ветроколесо).

Мощность ветрового потока зависит от его плотности, скорости и площади поперечного сечения, проходящего через ветродвигатель.

Для ветроколеса это активная площадь поперечного сечения

$$F = \pi(D^2 - d^2)/4, \quad (3.1)$$

где D – внешний диаметр ветроколеса;

d – внутренний диаметр ветроколеса (расстояние между внутренними концами двух противоположных лопаток).

При больших внешних диаметрах ветроколеса для предварительных расчетов можно пользоваться упрощенной формулой:

$$F = \pi D^2/4. \quad (3.2)$$

Мощность воздушного потока можно подсчитать, используя уравнение кинетической энергии для тела массой m , движущегося со скоростью v :

$$E = mv^2/2. \quad (3.3)$$

Если в уравнение (3.3) вместо массы m подставить значение массы воздушного потока, проходящего через поперечное сечение в одну секунду (единичную массу m_0), то получим выражение мощности воздушного потока:

$$N = m_0 v^2/2. \quad (3.4)$$

Единичная масса может быть выражена через плотность и расход потока:

$$m_0 = \rho Q = \rho F v, \quad (3.5)$$

где ρ – плотность ветрового потока;

v – скорость воздушного потока.

Подставив в уравнение (3.5) уравнение (3.4), получим

$$N = \rho F v^3/2. \quad (3.6)$$

Задания

1. Аппроксимировать зависимость скорости ветра от высоты тремя прямыми.
2. Рассчитать среднюю скорость ветра на каждом участке.
3. Рассчитать мощность ветровой электростанции на каждом участке, приняв диаметр рабочего колеса 10 м и плотность воздуха $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$.
4. Принять рассчитанное значение мощности как мощность первого суточного интервала января месяца.
5. Определить суточную выработку электроэнергии одного дня каждого месяца по процентной выработке характерных временных участков одних суток.
6. Определить выработку ветровой энергии за каждый месяц и за год для минимальных средних и максимальных скоростей ветра и ветровых колес разных диаметров.
7. Результат выбора мощности свести в таблицы.
8. Повторить расчеты для диаметров колеса в 20 и 30 м.

4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЭС

Цель: изучить методику расчета прихода солнечной радиации, расчет солнечных коллекторов.

Теоретическая часть

Расчет солнечных коллекторов

Для испытаний солнечных коллекторов часто используют методику Национального бюро стандартов США. Полезная энергия, отводимая из коллектора, Вт, определяется выражением

$$Q_{\text{н}} = F_R A [I_T (\tau \alpha) - U_L (T_i - T_a)], \quad (4.1)$$

где F_R – коэффициент отвода тепла из коллектора;

A – площадь коллектора, м²;

I_T – плотность потока суммарной солнечной радиации в плоскости коллектора, Вт/м²;

τ – пропускательная способность прозрачных покрытий по отношению к солнечному излучению;

α – поглощательная способность пластины коллектора по отношению к солнечному излучению;

U_L – полный коэффициент тепловых потерь коллектора, Вт/(м²К);

T_i – температура жидкости на входе в коллектор, °С;

T_a – температура окружающей среды, °С.

По результатам испытаний определяется эффективность коллектора

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}}}{A I_T}. \quad (4.2)$$

Б. Андерсон определяет мощность солнечного излучения H_a , достигающего теплоприемника в солнечном коллекторе, как

$$H_a = (0,96) I_{\tau \alpha}, \quad (15.9)$$

где I – общее количество солнечной энергии, попадающей на солнечный коллектор, Вт/м²;

τ – величина пропускательной способности прозрачных покрытий;

α – величина поглощательной способности теплоприемника.

Удельная мощность солнечного водонагревателя может быть определена по формуле, полученной на основе данных работы:

$$Q = qc_p B [P_s \theta_s I_s + P_D \theta_D I_D / U + T_0 - T_{вх}], \quad (4.3)$$

где q – удельный расход теплоносителя, кг/м²с;

c_p – изобарная теплоемкость теплоносителя, Дж/(кгК);

I_s – плотность потока прямой солнечной радиации, Вт/м²;

I_D – плотность потока диффузной солнечной радиации, Вт/м²;

$T_{вх}$ – температура теплоносителя на входе в солнечный коллектор, °С;

T_0 – температура окружающей среды, °С;

U – приведенный коэффициент теплопередачи солнечного коллектора, Вт/м²К;

P_s, P_D – коэффициенты положения солнечного коллектора для прямой и рассеянной радиации соответственно;

θ_s, θ_D – приведенные оптические характеристики солнечного водонагревателя соответственно для прямой и диффузной радиации. Величина B в формуле (4.3) определяется зависимостью

$$B = e^{\frac{-U}{qc_p}}, \quad (4.4)$$

В нормативном методе расчета плоских коллекторов солнечной энергии их мгновенный КПД определяется по формуле

$$\eta_k = \eta_0 - \frac{K_k}{I_k} (T_{тн} - T_{в}), \quad (4.5)$$

где K_k – эффективный коэффициент теплопотерь коллектора, Вт/(м²К);

$T_{в}$ – температура наружного воздуха, °С;

η_0 – эффективный оптический КПД солнечного коллектора;

$T_{тн}$ – температура теплоносителя при входе в солнечный коллектор, °С;

I_k – плотность суммарного потока солнечной радиации, поступающей на поверхность коллектора солнечной энергии, Вт/м².

Мгновенное количество полезной энергии, даваемой коллектором, Вт, равно:

$$Q_k = F_k [I_k \eta_0 - K_k (T_{\text{тн}} - T_{\text{в}})] = m_k c_p F_k (T_{\text{тн}} - T_{\text{в}}), \quad (4.6)$$

где F_k – площадь поверхности солнечного коллектора, м²;

I_k – плотность суммарного потока солнечной радиации, поступающей на поверхность коллектора солнечной энергии, Вт/м²;

η_0 – эффективный оптический КПД солнечного коллектора;

K_k – эффективный коэффициент теплопотерь коллектора, Вт/(м²К);

$T_{\text{тн}}$ – температура теплоносителя при входе в солнечный коллектор, °С;

$T_{\text{в}}$ – температура наружного воздуха, °С;

m_k – удельный массовый расход теплоносителя в солнечном коллекторе, кг/(м²/с);

c_p – удельная изобарная теплоемкость теплоносителя, Дж/(кгК).

Среднемесячная удельная суточная производительность плоского солнечного коллектора, МДж/(м²день),

$$q_k = E_k \bar{\Phi} \eta_0, \quad (4.7)$$

где E_k – среднемесячное поступление солнечной энергии на поверхность гелиоприемника за день, МДж/(м²день);

Φ – среднемесячная величина степени использования солнечной энергии в плоском солнечном коллекторе.

Расчет прихода солнечной радиации

Метод расчета средних для каждого месяца дневных приходов радиации на наклонную поверхность разработан Лю и Джорданом и принят в Российской Федерации как нормативный. Среднемесячный дневной приход суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность равен:

$$H_{\text{п}} = R, \quad (4.8)$$

где H_n – среднемесячный дневной приход радиации на горизонтальную поверхность;

R – отношение среднемесячных дневных приходов суммарной радиации на наклонную и горизонтальную поверхности:

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{H_d}{H}\right) \bar{R}_b + \frac{H_d}{H} \cdot \frac{1 + \cos s}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos s}{2}, \quad (4.9)$$

где H_d – среднемесячный дневной приход диффузной радиации на горизонтальную поверхность;

R_b – отношение среднемесячных приходов прямой радиации на наклонную и горизонтальную поверхности;

s – угол наклона коллектора к горизонту;

ρ – отражательная способность земли.

формула для расчета поступающей солнечной радиации:

$$I_t = I_D + I_d, \quad (4.10)$$

где I_t – общая солнечная радиация, Вт/м², на облучаемой поверхности;

I_D – прямая солнечная радиация, Вт/м², на облучаемой поверхности,

$$I_D = KI_{Dn};$$

I_{Dn} – прямая солнечная радиация для поверхности, нормально расположенной к солнечным лучам, Вт/м², облучаемой поверхности;

I_d – рассеянная солнечная радиация, Вт/м², облучаемой поверхности;

K – косинус угла падения солнечных лучей.

Интенсивность потока падающей солнечной радиации :

$$q_t = P_s I_s + P_D I_D, \quad (4.11)$$

где q_t – интенсивность потока

I – плотность потока прямой солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

I_D – плотность потока диффузной солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

P_s, P_D – коэффициенты положения солнечного коллектора для прямой и рассеянной радиации соответственно. Коэффициенты положения коллектора определяют по формулам:

$$P_D = \cos^2 \beta / 2, \quad (4.12)$$

$$P_s = \frac{\cos i}{\sin h}, \quad (15.6)$$

где β – угол наклона солнечного коллектора к горизонту;

i – угол падения солнечных лучей на поверхность коллектора;

h – угол высоты солнца над горизонтом.

Кроме приведенных здесь трех способов расчета прихода солнечной радиации существует довольно большое количество их модификаций. Они базируются, в основном, на различном подходе к исходным данным.

Все способы расчета дают примерно равнозначные результаты.

Задания

Задача 1. Определить КПД солнечного коллектора. В качестве теплоносителя используется вода, размеры коллектора 2×2 м, угол поворота к горизонту 70°. Температура окружающей среды 30°, температура воды на входе 60 °С. Расход воды в коллекторе 0,02 кг/с. Коэффициент теплоотдачи к теплоносителю 1550 Вт/м²·К, коэффициент пропускания покрытия солнечного коллектора 0,9, коэффициент поглощения поверхности соединительной пластины 0,9. Доля диффузионного излучения от полного солнечного излучения 0,25.

Задача 2. Определить КПД солнечного коллектора. В качестве теплоносителя используется вода, размеры коллектора 1×2 м, угол поворота к горизонту 60°. Температура окружающей среды 35°, температура воды на входе 70 °С. Расход воды в коллекторе 0,01 кг/с. Остальные данные, как в задаче 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин ; М.Ю. Сибикин. - М.|Берлин : Директ- Медиа, 2014. – 229 с. - ISBN 978-5-4475-2717-4
2. Ляшков, В.И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии /В.И. Ляшков / С.Н. Кузьмин : учебное пособие Электронный ресурс :Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ ;Тамбов, 2012. - 95 с.
3. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии : Учебное пособие /Удалов С. Н. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 460 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7782-2358-5
4. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : метод. указания по практ. занятиям / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине **"Энергетическое оборудование электростанций на возобновляемых
источниках энергии"**

13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) Возобновляемые источники энергии и
гидроэлектростанции

Оглавление

Введение	3
Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	4
План-график выполнения самостоятельной работы	7
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	8
Методические указания по подготовке к практическим занятиям.....	21
Методические указания по выполнению контрольной работы	22

Введение

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного изучения определенных тем дисциплины по материалам, рекомендованным преподавателем, а также в порядке подготовки к практическим занятиям и контрольной работе.

Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Решение этой задачи вряд ли возможно только путем передачи знаний в готовом виде от преподавателя к студенту. Для решения этой задачи в учебные планы всех специальностей включена самостоятельная работа.

В широком смысле под самостоятельной работой студентов следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины. Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными

документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Следует с первых дней обучения в вузе приучать себя к целесообразному распределению занятий по месяцам и неделям семестра. При этом очень важна равномерная работа как основное условие успешных занятий в вузе.

Высшей ступенью обучения является приобретение навыков самостоятельной творческой работы, а творческому применению знаний нужно учиться параллельно с их приобретением.

Задачами самостоятельной работы студентов по дисциплине «Учет, контроль и управление энергетическими ресурсами» являются:

- формирования готовности студентов к поиску, обработке и применению информации для решения профессиональных задач;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной деятельности.

План-график выполнения самостоятельной работы

В структуре самостоятельной работы предусмотрено самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям.

Для лучшего усвоения *практических вопросов*, рассматриваемых на практических занятиях, в разделе самостоятельной работы предусмотрено самостоятельное решение задач.

Задачи выдает преподаватель в конце практического занятия согласно графику учебного процесса. Для самостоятельного решения следует использовать литературу [1–6]. Форма отчётности – наличие решённых задач, представленных в рукописном виде, правильность выполнения которых проверяет преподаватель и делает соответствующие пометки в журнале.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции: ПК-5.

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Большая часть самостоятельной работы студента состоит в **изучении литературы**. Одна из задач студента – научиться самостоятельно работать с книгой, а это требует определенных затрат энергии и времени. Поэтому надо научиться делать эту работу рационально, то есть необходимо учиться читать.

Как работать с учебной и научной книгой

Методы эффективной работы с книгой в целях развития интеллекта можно условно разделить на две группы:

1. Правильная организация процесса чтения
2. Повышение скорости чтения и восприятия.

В комплексе оба метода могут в 2-3 раза сократить время прочтения различных материалов.

При чтении текста мозг формирует «свою трактовку содержания» прочитанного. Происходит перекодирование сообщения на языке собственных мыслей читателя. Мозг выделяет «ядерное», сущностное значение из текста. Эффективность такой перекодировки зависит от осмысления и внимательности чтения.

Как показали эксперименты, знание и умелое применение некоторых упражнений дают возможность извлекать «ядерное» значение в тексте быстро и надежно. Эти упражнения основаны на использовании дифференциального алгоритма чтения. Центральное место в этом алгоритме занимает «блок доминанта». Это слово в переводе с латинского языка означает «господствующий, основной, главный». Что же такое доминанта применительно к тексту?

Доминанта – главная смысловая часть текста. Она выражается своими словами, на языке собственных мыслей, является результатом переработки текста, его осмысления в соответствии с индивидуальными особенностями читателя, выявления основного замысла автора.

Дифференциальный алгоритм чтения в соответствии с блоками позволяет реализовать логико-семантический анализ текста: вначале выделить ключевые слова, затем построить смысловые ряды и, наконец, выделив цепь знаний, сформулировать доминанту. Именно так и только так (по О.А. Андрееву) можно увидеть главное, действительно, проникнуть в суть вещей, явлений, излагаемых автором.

Возможны три основных способа чтения.

- Первый способ – артикуляция или проговаривание вслух (или почти вслух) того, что читаешь. Скорость такого чтения невелика.

- Второй способ – чтение про себя, при котором речевой процесс проявлен в форме внутренней речи, то есть без открытой артикуляции. Текст, при этом усваивается более эффективно. Способ в принципе допускает быстрое чтение.

- Третий, наиболее совершенный способ чтения – тоже молча, но в условиях максимального сжатия внутренней речи, при котором она проявляется в виде коротких залпов ключевых слов и смысловых рядов, адекватно отражающих смысл текста.

Итак, артикуляция замедляет процесс чтения и от нее необходимо избавиться. Однако не приведет ли сокращение артикуляции при повышении скорости чтения к снижению качества восприятия и осмысления полученной информации?

Как показали исследования психологов, иногда при чтении слова могут быть заменены наглядными представлениями, пространственными схемами. Целые группы слов – одним словом.

Быстро читающие люди обладают способностью, не проговаривая читаемый текст, сразу улавливать и фиксировать замысел автора, а затем усваивать его на уровне внутренней речи. В этом случае, несмотря на высокую скорость чтения, происходит глубокое понимание и усвоение прочитанного, так как основная идея понятна с самого начала. Задачу научиться такому чтению можно решать в два этапа. Первый предполагает сокращение

артикуляции, если она ярко выражена, второй – овладение приемами чтения, при которых текст воспринимается крупными информационными блоками.

Перед углубленным чтением любого текста (статьи, книги, конспекта, лекции перед экзаменом) сначала бегло просмотрите его целиком. При этом постарайтесь выявить основные стержневые идеи, наиболее крупные части и логику их изложения. Лишь после такого просмотра переходите к более детальному чтению.

Перед чтением статьи или параграфа учебника попробуйте проделать следующее: прочитайте внимательно первый абзац, потом бегло просмотрите первые или последние фразы следующих абзацев (в них обычно содержится основная информация), обратите внимание на курсивы, разрядки, подзаголовочный текст и, наконец, внимательно прочтите один-два последних абзаца; постарайтесь выявить основное направление текста и его построение.

Прочитав в тексте интересную идею, полезно остановить свое внимание на ней, прислушаться к тем мыслям, которые она у вас вызвала, подумать о тех последствиях, которые из нее вытекают, попытаться развивать ее дальше.

Существенно замедляют чтение регрессии – частые возвратные движения глаз, многократное повторное прочитывание материала. Возвратиться к уже прочитанному, но недостаточно хорошо понятому участку лучше всего, когда прочитан законченный смысловой фрагмент текста и сделана хотя бы попытка его осмысления, а не в процессе чтения предложения.

Любой текст не однороден по своей информационной насыщенности. В некоторых предложениях, абзацах сконцентрировано очень много информации, например, формулируются основные положения, ведущие идеи и т.д., а другие служат лишь иллюстрацией, фоном. Таким образом, текст имеет «смысловой рельеф». Чем точнее читатель умеет определить степень важности каждого отрезка текста и приспособить к «смысловому барьеру» способ своего чтения (то есть замедлить и углубить в более важных местах и

ускорять в менее важных), тем продуктивнее чтение. Постарайтесь гибко варьировать способ работы с текстом в соответствии с его «смысловым барьером».

Чтобы чтение было эффективным, попробуйте по прочитанному всегда отвечать на 6 вопросов: *«Кто делает? Что делает? Когда? Почему? Где? Как?»*

Формы ведения записей

Самостоятельная работа с книгой может быть успешной, если текст не только прочитан, но и законспектирован. Существует несколько **форм записей**, но любая форма записи не даст нужного результата, если не будет пробуждать мысли того, кто ее ведет, если отсутствует активная работа ума и формирование своих выводов из прочитанного.

Выбор формы записи зависит от индивидуальных особенностей человека, его образованности и опыта. При этом не меньшую роль играет назначение записей, то есть то, какие задачи ставит перед собой человек (для самообразования, для выступления на семинаре, для использования в будущем).

Введение записей мобилизует наряду со зрительной памятью, также и моторную память. Кроме того, у человека, систематически ведущего записи изучаемой литературы, создается свой фонд материалов для быстрого повторения и мобилизации накопленных знаний.

Все записи должны быть убористыми и компактными. Интервалы между строками должны быть достаточными, чтобы вписывать дополнения. Рекомендуется вести записи ручкой, а карандашом или ручкой другого цвета пользоваться для отметок и выделений при последующей работе. Полезно также датировать записи.

Записи могут носить различный характер: план, выписки, тезисы, аннотирование, конспектирование, реферирование.

1. План - наиболее краткая формой записи.. Это перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. План обычно раскрывает структуру произведения, логику автора, способствует лучшей ориентации в содержании.

Так, составленным планом можно воспользоваться, чтобы вспомнить прочитанное или быстро отыскать в книге нужное место. Представление об основных пунктах плана дает оглавление книги, поэтому во многих случаях наименования глав и разделов можно использовать в качестве пунктов. Составление плана приучает логически мыслить, вырабатывать умение сжато и последовательно излагать суть вопроса в письменной и устной форме.

Существует два способа составления плана: работа над ним по ходу чтения и составление плана после ознакомления с произведением. При этом план получается более последовательным и стройным.

Трудность составления плана состоит в том, что надо выяснить для себя, прежде всего, построение изучаемого текста, ход мыслей автора и лишь затем изложить содержание работы кратко и ясно. При всей своей краткости план дает представление о содержании прочитанного. Следует учесть, что форма плана не исключает цитирования отдельных мет и обобщений. Различают простой и развернутый план. В отличие от простого плана развернутый план не только содержит перечисление вопросов, но и раскрывает основные идей произведения, может включать выдержки из него, схемы, таблицы. Планом, особенно развернутым, необходимо пользоваться при написании выступления или статьи.

В целом развернутый план дает гораздо большее представление о произведении, его основных идеях, задачах, которые в нем решаются. Он может включать положения, замечания, собственные мысли студента.

Важно знать, что составление планов помогает вырабатывать способность к отвлеченному, абстрактному мышлению, но наибольшую пользу составление плана даст подготовленным лицам, которые бывают достаточно лишь взглянуть на перечень основных вопросов, чтобы воспроизвести содержание прочитанного.

2. Тезисы – более сложная и совершенная форма записи, чем составление плана.

Это сжатое изложение основных мыслей прочитанного произведения или подготовляемого вступления. Особенностью тезисов является их утвердительный характер.

В них сосредотачивается самое главное, только выводы и обобщения, в них меньше доказательств, иллюстрации и пояснений. Тезисы не должны повторять дословно текст, но в ряде мест могут быть близки к нему, воспроизводя некоторые характерные выражения автора, важные для понимания хода его мыслей. Составление тезисов помогает глубже понять основные идеи произведения, выделить главное в нем; приучают сжато, точно и четко сформулировать свои мысли, повышает культуру речи и письма. При составлении тезисов учитывают следующее. Прежде всего, если произведение небольшое, необходимо внимательно изучать его в целом, если большое – изучать по главам и разделам. Затем, когда будут ясны основные идеи, кратко и последовательно излагать их в виде пунктов.

Различают простые и сложные, развернутые тезисы. Если записывают только утверждение чего – либо, такой тезис называют простым, а сложным тезисом будет выражение главной мысли, содержащее, кроме утверждения, еще и краткое ее доказательство.

Часто тезисы формулируются самим автором как выводы и обобщения в заключении книги или разделах книги. Нередко тезисы выделяются в тексте другим шрифтом.

Рекомендуется делать тезисные записи своими словами, причем можно записывать один абзац за другим, учитывая смысловую связь между ними. Но в большинстве случаев следует составлять сводный тезис, сложный по форме. При этом объединяется несколько утверждений, тесно связанных между собой.

Тезисы по содержанию очень близки к **конспекту**, но конспект носит более описательный характер, и его положения не столь категоричны, как в

тезисах. Кроме того, конспект представляет собой более полную форму записи.

Следует отметить, что различие между формами записей условно, но в любой форме запись – важнейшая часть самостоятельной работы с книгой.

3. Выписки. Это записи текста из книги: теоретических положений, статистических данных, имеющих по мнению читателя важное значение.

Достоинство выписок состоит в точности воспроизведения текста книги, удобстве пользования записями при последующей работе, в накоплении обобщений и фактического материала. Выписки полезны для повторения, освежения в памяти прочитанного, для быстрой мобилизации своих знаний, когда необходимо в короткий срок вспомнить материал. Выписки выделяют из текста самое главное и тем самым помогают глубже понять его. Без них трудно обойтись при подготовке доклада, реферата, выступления. Выписки следует рассматривать как составную часть тезисов и конспектов.

Выписывать текст можно и по ходу чтения и после его завершения. В последнем случае надо замечать места, которые потом будут выписаны. Необходимо каждую выписку снабжать ссылкой на источник с указанием соответствующей страницы. Это нужно, чтобы в последствии можно было быстро найти в книге соответствующее место. Целесообразно выписывать из текста только такие места, в которых содержится самое главное, суть вопроса. Выписки должны быть ориентированы на изучение произведения в целом, а не отдельных мест, поскольку положения, вырванные из общего контакта, понимаются нередко совсем не так, как этого хотел автор. Иначе говоря, отдельно взятые, лишенные пояснений выдержки могут быть не поняты или поняты неправильно.

Выписки бывают дословные (цитаты) и «свободные», когда мысли автора излагаются своими словами. Следует учесть, что большие отрывки, которые трудно цитировать, целесообразнее в краткой форме переложить своими словами, но «яркие» и важные места лучше выписывать дословно. Каждую цитату следует заключать в кавычки. Если ее берут из середины

предложения, то после вводных кавычек ставят три точки. Ставят их и в конце цитаты, если из предложения опущены последние слова.

Следует знать, что какого-либо единого метода выписок, годного для всех случаев, не существует, поскольку у каждого человека свои особенности мышления и восприятия, свой подход к теме. Все это влияет на содержание и характер выписок.

Выписки рекомендуется хранить в картотеке, конвертах или папках, на которых следует обозначить общую тему.

4. Аннотация – еще одна форма записи, являющаяся кратким обобщением содержания книги. Ею удобно пользоваться, если имеется намерение вернуться к изучаемому произведению. Аннотация может быть необходима и для того, чтобы не забыть о нем.

Для составления аннотации надо сначала полностью прочитать и глубоко продумать произведение. При всей своей краткости аннотация может содержать отдельные фрагменты авторского текста, а не только оценку книги или статьи.

5. Резюме очень близко к аннотации. Это запись, являющаяся краткой оценкой прочитанного материала. Различие между ними состоит в том, что аннотация сжато характеризует произведение в целом, а резюме концентрирует внимание на его выводах, главных итогах.

6. Конспект – наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspectus», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к

прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник – непереносимое правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением времени становится малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстуальным или тематическим. В **текстуальном конспекте** сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстуальный конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект – это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из другими источниками.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчеркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками,

репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению **тематического конспекта** предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (вплоть до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию приближается к реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

Следующим методом самостоятельной работы с книгой является **реферирование** на определенную тему. Слово реферат употребляется в двух различных значениях:

1. Краткое изложение содержания книги, научной работы;
2. Доклад за заданную тему на основе критического образа литературных источников.

7. Реферат – это один из самых сложных видов самостоятельной работы с книгой, а для этого следует овладеть более простыми приемами работы – разработкой плана, составлением тезисов и конспектов. Подготовка реферата и выступление с его изложением углубляет знания, расширяет кругозор, приучает логически, творчески мыслить, развивать культуру речи.

При просмотре литературы намечается ориентировочный план реферата, в который включается обычно 3-4 основных вопроса или раздела. Каждом из разделов формулируются подвопросы, помогающие последовательно раскрыть содержание проблемы.

В процессе изучения материала формулировки подвопросов и разделов обычно уточняются. При реферировании следует делать выписки, записывать мысли, возникающие при чтении; следует также точно записывать и определения тех понятий, которые будут использованы в реферате. Из прочитанной литературы нужно заимствовать не буквальный текст, а важнейшие мысли, идеи, теоретические положения; можно цитировать небольшие отрывки, приводить диаграммы, схемы, чертежи, но главное – высказывать собственные соображения по вопросам реферата. Приведенные выше советы следует рассматривать как примерные, предполагающие и другие подходы, поскольку у каждого человека вырабатываются свои приемы и навыки составления рефератов. Большую помощь в работе над рефератом оказывают предисловия к монографиям и сборникам. В них можно найти сведения о цели издания, а также о существующих пробелах в исследовании.

При разработке плана реферата важно учитывать, чтобы каждый его пункт раскрывал одну из сторон избранной темы, а все пункты в совокупности охватывали тему целиком. Различают несколько композиционных решений реферата: во-первых, хронологическое, когда тема раскрывается в исторической последовательности; во-вторых, описательное, при котором тема расчленяется на составные части, в целом раскрывающие определенное явление; в-третьих, аналитическое, когда тема исследуется в ее причинно-следственных связях и взаимозависимых проблемах. Важно следить за тем, чтобы каждый пункт плана был соотнесен с главной темой и не содержал повторения в других пунктах. Важными разделами реферата является вступление и заключение. Во вступлении надо обосновать актуальность темы, обозначить круг составляющих ее проблем, четко и кратко определить задачу своей работы. В заключении делаются краткие выводы, подводятся итоги. В конце реферата должен быть приложен список литературы.

В отличие от тематического конспекта реферат требует большей творческой активности, самостоятельности в обобщении изученной литературы, умения логически стройно изложить материал, оценить

различные точки зрения на исследуемую проблему и высказать о ней собственное мнение. В реферате важно связать теоретические положения с практикой.

Итак, реферат – это самостоятельное произведение автора, которое должно свидетельствовать о знании литературы по данной теме, ее основной проблематике, отражать точку зрения автора реферата на эту проблематику, его умение осмысливать явления жизни на основе теоретических знаний.

При оценке реферата обычно руководствуются следующими критериями:

1. Удалось ли его автору раскрыть сущность данной проблемы;
2. Сумел ли автор показать связь рассматриваемой проблемы с жизнью;
3. Проявил ли автор самостоятельность и творческий подход в изложении реферата;
4. Можно ли считать реферат логически стройным и т.д.

Методические указания по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях реализуется решение задач согласно текущей теме на развитие способностей к творческому использованию получаемых знаний и навыков. В ходе подготовки к занятиям студенту следует просмотреть материалы лекции, а затем начать изучение учебной литературы.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;
3. Ответить на вопросы занятия;
4. Выполнить домашнее задание;
5. Проработать тестовые задания и задачи;
6. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Структура и содержание контрольной работы.

Примерный перечень тем:

1. Расчет параметров и выбор силового трансформатора электростанций на возобновляемых источниках энергии.
2. Расчет синхронного генератора гидроэлектростанции.
3. Расчет генератора ВЭС.

Контрольная работа оформляется в программе Microsoft Word и должна содержать:

- титульный лист,
- задание,
- содержание,
- введение,
- основной расчетный раздел,
- заключение,
- список использованных источников,

Содержание включает введение, перечень всех разделов, заключение, список использованных источников, с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка.

Введение содержит обоснование проблемы, ее актуальность, цель и задачи проектирования, определение теоретической и (или) практической значимости работы. Рекомендуемый объем – не более 1 страницы машинописного текста.

Список используемой литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТа к оформлению библиографии; в нем указываются все использованные студентом источники научной и технической литературы и документации.

Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин ; М.Ю. Сибикин. - М.|Берлин : Директ- Медиа, 2014. – 229 с. - ISBN 978-5-4475-2717-4

2. Ляшков, В.И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / В.И. Ляшков / С.Н. Кузьмин : учебное пособие Электронный ресурс : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ ; Тамбов, 2012. - 95 с.

3. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии : Учебное пособие / Удалов С. Н. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 460 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7782-2358-5.

Дополнительная

4. Сидорович, В. Мировая энергетическая революция : Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир / Сидорович В. - Москва : Альпина Паблишер, 2016. - 208 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9614-5249-5

5. Ушаков В.Я. Современные проблемы электроэнергетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Ушаков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 447 с. — 978- 5-4387-0521-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34715.html>

6. Основы современной энергетики : учебник : в 2 т. / под ред. Е. В. Аметистова, Т. 2. Современная электроэнергетика / под ред. А. П. Бурмана, В. А. Строева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : МЭИ, 2008. – 632 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-383-00161-5. – ISBN 978-5-383-00163-9