

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

«Методы оптимизации в электроэнергетике»

для студентов направления

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность/профиль «Интеллектуальные системы электроснабжения»

Ставрополь
2026

Данные методические указания составлены с учетом основных квалификационных требований, обязательных знаний и навыков, необходимых для подготовки инженера – энергетика. Методические указания предназначены для выполнения практических работ студентами направления 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Содержание

Введение	4
1. Линейные оптимизационные задачи. Краткие теоретические сведения	5
2. Модели и методы нелинейного программирования. Краткие теоретические сведения	13
Практическое занятие №1. Поиск оптимального плана работы энергосистемы	16
Практическое занятие №2. Определение оптимального времени работы предприятия	17
Практическое занятие №3. Решение транспортной задачи без транзита мощности	18
Практическое занятие №4. Решение транспортной задачи с транзитом мощности	19
Практическое занятие №5. Определение оптимального плана работ	19
Практическое занятие №6. Оптимизация работы ТЭС	20
Практическое занятие № 7. Определение экстремума нелинейной целевой функции	22
Практическое занятие № 8. Задача оптимального распределения активной мощности генерации между двумя параллельно работающими ТЭС	23
Практическое занятие № 9. Задача оптимального распределения активной мощности генерации между ТЭС энергосистем	24

Введение

Целью данного курса является изучение методов оптимизации управления режимами и развитием электроэнергетических систем.

Как объект оптимизации современные электроэнергетические системы (ЭЭС) могут быть отнесены к сложным системам кибернетического типа, которые характеризуются следующими свойствами:

- непрерывностью развития в пространстве и во времени (непрерывность технологических процессов производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии);
- динамизмом, нестабильностью технологических и экономических характеристик производства (вероятностным характером параметров и воздействий);
- наличием многочисленных внутренних и внешних связей (взаимосвязью большого числа объектов, расположенных на обширной территории);
- иерархичностью структуры, которая находит отражение в структуре системы управления.

Оптимальное управление развитием и режимами таких систем возможно только с использованием целого арсенала научных приемов и методов оптимизации, которые включает наука – исследование операций, а также средств вычислительной техники. При этом в основе применения любых количественных методов исследования лежит математическое моделирование, позволяющее адекватно отобразить процессы, происходящие в реальных технических системах, в частности электроэнергетических. Именно в области оптимального проектирования и управления объектом применение математического моделирования приводит к наиболее существенному эффекту.

При изучении курса рассматриваются основы оптимального управления сложными техническими объектами на примере систем электроэнергетики. Это позволяет сформировать у студентов грамотный оптимизационный подход к решению инженерных задач, начиная от оптимизационной формулировки технической задачи, перехода к математической модели, подбора методов решения задач и далее к анализу и принятию оптимальных решений с использованием современной вычислительной техники.

1. Линейные оптимизационные задачи. Краткие теоретические сведения

1.1 Задача рационального использования ресурсов

Общая характеристика задач и методов линейного программирования приведена в [1,2,3]. Одной из наиболее распространенных задач линейного программирования, нашедших широкое применение при решении планово-производственных вопросов, является задача рационального распределения ресурсов.

Эта оптимизационная задача характерна для производственной деятельности, так как организация любого производства невозможна без использования определенного количества различных ресурсов: трудовых, материальных, оборудования и т.д. Как говорят французы, чтобы приготовить рагу из баранины нужно иметь как минимум зайца.

Кроме того, каждый производитель предполагает сколько требуется ресурса i для получения единицы продукции вида j , а также имеющиеся запасы ресурсов. Известен доход, который может быть получен от каждой единицы изготовленной продукции j . При этом возможны две взаимоисключающие постановки задачи:

$$\begin{array}{ll} 1. R \rightarrow \max, & 2. Q \rightarrow \min, \\ \text{при } Q < Q_{пред}, & \text{при } R > R_{пред}, \end{array} \quad (1.1)$$

где R – результат производственной деятельности; Q – ресурсы, требуемые для производства; $R_{пред}$, $Q_{пред}$ – предельно возможные значения параметров.

В зависимости от постановки задачи требуется либо максимизировать общий доход от реализации произведенной продукции при заданных ресурсах, либо минимизировать количество используемых для производства продукции ресурсов при заданной норме выпуска продукции.

Рассмотрим пример использования указанной типичной задачи при планировании процесса производства электроэнергии с учетом имеющихся в энергосистеме запасов топлива. Для простоты и наглядности процесса моделирования представим задачу минимальной размерности.

Условие задачи: На двух тепловых электростанциях энергосистемы может быть использовано различное топливо (уголь, газ). Известны запасы этого топлива и стоимость 1 МВт·ч электроэнергии на каждой ТЭС. Необходимо разработать оптимальный (сбалансированный) план работы электростанций, который соответствует максимальному выпуску электроэнергии.

Таким образом, в данном случае имеет место постановка задачи вида 1 (1.1). На первом этапе формирования математической модели сведем все исходные данные в таблицу 1.1. (численные значения параметров носят условный характер):

Таблица 1.1

Вид ресурса	Запас ресурса	Норма расхода т.у.т./ МВт·ч	
		ТЭС1	ТЭС2
Уголь	300	0.4	0.25
Газ	350	0.25	0.5
Стоимость МВт·ч (у.е.)		15	20

Введем обозначения искоемых переменных:

W_1 – отпуск электроэнергии на ТЭС1;

W_2 – отпуск электроэнергии на ТЭС2.

Математическая модель имеет вид:

- целевая функция – максимальный доход энергосистемы от реализации отпущенной электроэнергии, что соответствует максимальному отпуску электроэнергии:

$$F = 15W_1 + 20W_2 \rightarrow \max, \quad (1.2)$$

- система ограничений, связанных с имеющимися запасами топлива на ТЭС энергосистемы:

$$0,4W_1 + 0,25W_2 \leq 300, \quad (1.3)$$

$$0,25W_1 + 0,5W_2 \leq 350, \quad (1.4)$$

- простейшие граничные условия в виде не отрицательности переменных:

$$W_1 \geq 0, W_2 \geq 0 \quad (1.5)$$

В заключении отметим, что подобные задачи в литературе [5,6], определяют как "задачи оптимального использования сырья", "задачи об анализе деятельности". Они находят широкое применение в области экономики при обсуждении теории фирм и межотраслевом анализе (затраты-выпуск).

1.2 Применение графического метода для решения задач линейного программирования

Методы решения задач линейного программирования в зависимости от размерности задачи оптимизации подразделяются на графические и аналитические [1,2,7].

Графический метод оптимизации применяется только для двумерных задач, когда решение можно представить на плоскости. Это позволяет получить наглядное представление об оптимизационном решении задачи, что является основным достоинством метода. Но возможности применения метода ограничены, он может использоваться для простейших математических моделей на отдельных этапах анализа сложных оптимизационных процессов.

Рассмотрим применение графического метода на примере задачи рационального распределения ресурсов.

Условие задачи, связанной с рациональным использованием топлива на тепловых станциях энергосистемы для получения максимального суммарного отпуска электроэнергии, и исходные данные для простейшего случая двумерной задачи, представлены в табл.1.1 (численные значения параметров носят условный характер и определяются удобством проведения расчетов).

Математическая модель задачи рационального распределения ресурсов включает в себя целевую функцию (1.2), ограничения (1.3-1.4) и граничные условия (1.5). Математически требуется найти решение W_1, W_2 , удовлетворяющее системе неравенств (1.3-1.5), соответствующее максимуму F .

Алгоритм графического метода сводится к следующим этапам:

- Построение области допустимых решений (ОДР):
 - отобразим графически на плоскости неравенство (1.3), для этого перейдем к уравнению вида: $0,4W_1 + 0,25W_2 = 300$, которое представим графически прямой (1) на рис 1.1 по точкам ($W_1=750, W_2=0$) и ($W_1=0, W_2=1200$).

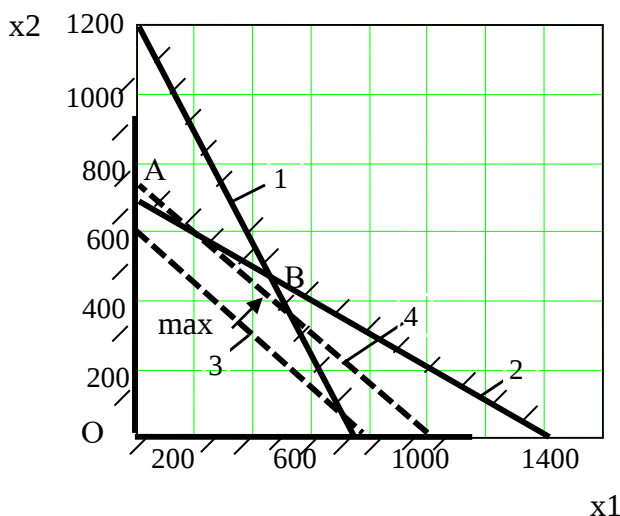


Рис. 1.1

Неравенство (1.3) определяет полуплоскость, заштрихуем ту часть, которая не удовлетворяет неравенству (рис.1.1).

- аналогичные построения проведем для неравенства (1.4) — линия (2) рис.2.1 по точкам ($W_1=1400, W_2=0$) и ($W_1=0, W_2=700$);
- граничные условия соответствуют двум дополнительным неравенствам (1.5), которые определяют неотрицательность переменных W_1 и W_2 , что отображено штриховкой на рис 1.1.

Координаты всех точек не заштрихованного многоугольника ABCO имеют такие значения W_1 и W_2 , которые удовлетворяют системе неравенств (1.3-1.5) и образуют область допустимых решений.

- Построение графика целевой функции.

Графически видно, что оптимизационная задача имеет множество допустимых решений, из которых требуется найти оптимальное, удовлетворяющее в данном случае максимуму целевой функции.

Для графического представления целевой функции зададимся произвольным значением $F=12000$ и построим линию (3), которая называется линией уровня целевой функции (рис.1.1):

$$F = 15W_1 + 20W_2 = 12000 \quad (1.6)$$

по точкам ($W_1=0, W_2=600$) и ($W_1=800, W_2=0$)

Возможное увеличение целевой функции связано с удалением прямой от начало координат. Убедимся в этом, построив еще одну линию уровня для значения $F=15000$ – линия (4) рис.2.1.

$$F = 15W_1 + 20W_2 = 15000 \quad (1.7)$$

по точкам ($W_1=0, W_2=750$) и ($W_1=1000, W_2=0$)

Стрелка на рис.1.1 указывает направление возрастания F . Максимум она достигает в вершине В многоугольника ABCO ОДР.

Таким образом, полученное решение соответствует отпуску энергии с шин ТЭС: $W_1=450$ МВт·ч; $W_2=470$ МВт·ч; $F_{opt}=16150$ тыс.руб.

На основании рассмотренного примера можно сделать вывод: оптимальным решением всегда являются координаты вершины области допустимых решений.

1.3 Применение симплекс-метода для решения задач линейного программирования

В реальных задачах, где число ограничений велико, ОДР имеет большое количество вершин, поэтому используются методы направленного перебора, где на каждом шаге оптимизации при переходе к новой вершине улучшается значение целевой функции. К наиболее известным аналитическим методам относится симплекс-метод, который был разработан Г. Данцигом в 1947 году [1,2,7]. Симплекс-метод лежит в основе компьютерной реализации решения задач линейного программирования. Название метода произошло от понятия "симплекс", встречающегося в геометрии. Для того, чтобы решить задачу линейного программирования симплекс-методом, математическую модель необходимо привести к стандартной (расширенной) форме.

В стандартной форме целевая функция должна быть минимизирована, а ограничения представлены в виде равенств с неотрицательными переменными. Исходя из этих правил, можно представить стандартную форму записи математической модели задачи рационального распределения ресурсов (2.2-2.5), рассмотренной выше:

$$\begin{aligned} F' &= -15W_1 - 20W_2 \rightarrow \min \\ 0,4W_1 + 0,25W_2 + W_3 &= 300, \\ 0,25W_1 + 0,5W_2 + W_4 &= 350, \end{aligned} \quad (1.8)$$

где W_3, W_4 – в данном случае определяют разницу между располагаемым и потребляемым ресурсами, т.е. запас ресурса.

Перед тем, как представить алгоритм симплекс-метода, необходимо ввести ряд определений:

- в системе (1.8) количество неизвестных превышает количество уравнений, поэтому она имеет множество решений, из которых любое неотрицательное решение называется допустимым;
- если приравнять к нулю две произвольные переменные в системе (2.8), то может быть получено единственное решение, которое называется базисным (в общем случае в системе из m уравнений с n неизвестными следует приравнять к нулю $(n-m)$ неизвестных);
- $(n-m)$ переменные, которые приравнены к нулю, называются свободными, а оставшиеся переменные – базисными или базисом.

При выполнении контрольной работы подробнее остановимся на табличной реализации симплекс-метода. Табличный способ реализации симплекс-метода предполагает выполнение ряда однотипных операций, связанных с преобразованием таблиц специального вида. Эти действия легко алгоритмируются и используются как основа в программных комплексах решения оптимизационных задач линейного программирования..

Особенности алгоритма табличных преобразований рассмотрим на примере той же задачи рационального распределения ресурсов, решение которой было предложено графическим методом.

На первом этапе необходимо преобразовать математическую модель, представленную системой уравнений (1.8), таким образом, чтобы выразить базисные переменные через свободные. В опорном (начальном) решении базисные переменные соответствуют W_3, W_4 , а свободные $W_2=0, W_1=0$, тогда система примет вид:

$$\begin{aligned} W_3 &= 300 - (0,4W_1 + 0,25W_2), \\ W_4 &= 350 - (0,25W_1 + 0,5W_2), \\ F' &= 0 - (15W_1 + 20W_2). \end{aligned} \quad (1.9)$$

*базис и решение свободные переменные
целевая
функция*

От аналитической записи (1.9) можно перейти к более наглядному представлению в виде симплекс-таблицы [1], первоначальное заполнение которой выделено жирным шрифтом в таблице 1.2.

Таблица 1.2

№ строки	Целевая функция, базис	Свободные члены уравнений	Свободные переменные	
			$-W_1$	$-W_2$
i=1	F	0 -14000	15 -10	20 ·(-λ) -40
i=2	W_3	300 -175	0,4 -0,125	0,25 ·(-λ) -0,5
i=3	W_4	350 ·(λ)	0,25 ·(λ)	0,5

		700	0,5	$\lambda=2$
Номер столбца	A0	A1	A2	

Введем ряд правил, связанных с заполнением и анализом симплекс-таблиц:

- Правило заполнения: в верхний левый угол каждой клетки заносится соответствующие значения свободных членов и коэффициентов уравнений (2.9).

- Правила анализа:

- решение является допустимым, если элементы столбца свободных членов, соответствующие базисным переменным, неотрицательны;
- решение является оптимальным, если в строке коэффициентов целевой функции F' содержатся только неположительные переменные (для стандартной формы представления модели, когда $F' \rightarrow \min$).

Алгоритм табличной реализации симплекс-метода включает в себя последовательность итераций, на каждой из которых производится выбор и обмен базисных и свободных переменных, а также анализ полученного текущего решения.

1 итерация состоит из следующих шагов:

- Выбор разрешающего столбца.

Разрешающий столбец соответствует той свободной переменной, которая переводится в базис. В качестве разрешающего выбирается столбец свободных переменных, содержащий максимальный положительный коэффициент. На данной итерации это столбец W_2 , который помечается двойной чертой (таблица 1.2);

- Выбор разрешающей строки.

В качестве разрешающей выбирается строка базисных переменных, в которой минимальным по модулю является отношение свободного члена и коэффициента этой строки, соответствующего разрешающему столбцу. В данном случае при разрешающем столбце W_2 это соотношение вида $-A_{0i}/A_{1i}$:

для $i=2$ (строка W_3) $300/0,25 = 1200$,

для $i=3$ (строка W_4) $350/0,5 = 700$.

Таким образом, разрешающей строкой является W_4 (строка $i=3$), которая помечается двойной чертой (таблица 1.2).

- Заполнение нижних правых углов таблицы.

Правила заполнения:

- на пересечении разрешающего столбца и разрешающей строки находится коэффициент A_{ij} , в данном случае равный 0,5, вычисляется генеральный коэффициент:

$\lambda = 1/A_{ij} = 1/0,5 = 2$ – записывается в нижний угол клетки;

- в нижний угол каждой клетки разрешающей строки записывается произведение верхнего коэффициента этой клетки на λ ;
- в нижний угол каждой клетки разрешающего столбца записывается произведение верхнего коэффициента этой клетки на $(-\lambda)$;
- выделяются в разрешающем столбце нижние коэффициенты, а в разрешающей строке – верхние;
- в нижний угол всех оставшихся клеток записывается произведение выделенных коэффициентов, которые находятся том же столбе и строке, что и вычисляемый элемент.

Результаты заполнения, произведенного по данным правилам, представлены в таблице 1.2 (выделены курсивом).

- Получение таблицы текущего решения (табл.1.3), соответствующей обмену $W_2 \leftrightarrow W_4$, переменным разрешающей строки и столбца.

Правила формирования таблицы текущего решения:

- в верхний угол разрешающей строки и столбца заносятся коэффициенты, стоящие в нижнем углу этих клеток предыдущей таблицы 1.2 без изменения;
- в остальные клетки записывается сумма чисел, стоящих в верхнем и нижнем углах аналогичной клетки предыдущей таблицы 1.2.

В результате преобразований, проведенных по этим правилам, получим таблицу 1.3 (выделены жирным шрифтом).

Таблица 1.3

Целевая функция базис	Свободные члены уравнений	Свободные переменные	
		$-W_1$	$-W_4$
F	-14000 -2272,5	5 $\cdot(-\lambda)$ -18,18	-40 9,09
W_3	125 $\cdot(\lambda)$ 454,5	0,275 $\lambda=3,62$	-0,5$\cdot(\lambda)$ -1,82
W_2	700 -227,25	0,5$\cdot(-\lambda)$ -1,818	2 0,909

Текущее решение соответствует столбцу свободных членов:

$$W_1 = 0, \quad W_2 = 125,$$

$$W_4 = 0, \quad W_3 = 700, \quad F' = -14000$$

Анализ полученного решения проводим в соответствии с приведенными выше правилами: это решение допустимое, но не оптимальное, т.к. коэффициент в строке целевой функции при $W_1 > 0$, следовательно необходим переход к новому базису и вторая итерация.

2 итерация включает в себя аналогичные шаги:

- разрешающий столбец – W_1 , помечаем двойной чертой;
- разрешающая строка – W_3 (помечаем двойной чертой)

строка W_3 $125/0,275 = 454,4$ – минимальное отношение
строка W_4 $700/0,5 = 1400$;

- генеральный коэффициент $\lambda = 1/0,275 = 3,62$;
- разрешающую строку умножаем на λ
- разрешающий столбец умножаем на $(-\lambda)$;
- помечаем верхние коэффициенты в разрешающей строке и нижние в разрешающем столбце;
- заполняем остальные клетки таблицы как произведения соответствующих выделенных элементов.

Результат преобразований представлен в таблице 1.3 (выделен курсивом). Далее формируем таблицу текущего решения, соответствующую обмену $W_1 \leftrightarrow W_3$ по правилам, указанным выше на *1 итерации*.

Таблица 1.4

Целевая функция базис	Свободные члены уравнений	Свободные переменные	
		$-W_3$	$-W_4$
F	-16272,5	-18,8	-30,91
W_1	454,5	3,62	-1,82
W_2	472,5	-1,818	2,909

Полученное решение (столбец свободных членов) является допустимым и оптимальным, исходя из представленных выше правил анализа симплекс-таблиц.

Отсюда *оптимальное решение*, соответствующее $\min F'$ ($\max F$) имеет вид: $W_1 = 454,5$ МВт·ч – отпуск электроэнергии на ТЭС1; $W_2 = 472,5$ МВт·ч – отпуск электроэнергии на ТЭС2; максимальная стоимость отпущенной электроэнергии $F = 162272,5$ тыс. рублей, что совпадает с решением полученным графическим способом.

1.4 Методические указания к выполнению Задачи 1

- Используя материал п. 2.1, составить математическую модель задачи рационального распределения ресурсов на основе содержательной постановки задачи в соответствии с вариантом табл. 1.5.
- Решить задачу линейного программирования графическим методом (п. 1.2).
- Решить задачу с использованием табличного симплекс-метода (п. 1.3).

Таблица 1.5

№	Содержательная постановка	Исходные данные	№	Содержательная постановка	Исходные данные
1	1	1	10	1	4
2	2	1	11	2	4
3	3	1	12	3	4
4	1	2	13	1	5
5	2	2	14	2	5

№	Содержательная постановка	Исходные данные	№	Содержательная постановка	Исходные данные
6	3	2	15	3	5
7	1	3	16	1	6
8	2	3	17	2	6
9	3	3	18	3	6

Варианты содержательной постановки и соответствующих им исходных данных *Задачи 1* приведены в Приложении 1.

2. Модели и методы нелинейного программирования. Краткие теоретические сведения

2.1 Применение метода неопределенных множителей Лагранжа в классической задаче нелинейного программирования. Методические указания к выполнению

Решение производится с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа *вручную*. Варианты исходных данных по вариантам приведены в Приложении 2.

Условие задачи: Найти условный экстремум задачи нелинейного программирования, используя метод неопределенных множителей Лагранжа.

Математическая модель:

$$\begin{aligned} F(x_1, x_2) &= 2x_1 + 5x_2 + 2x_1^2 + 5x_2^2 + 200 \rightarrow \min, \\ 2x_1 + x_2 &= 6 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Идея метода Лагранжа состоит в замене условной оптимизации на безусловную. При этом определяется экстремум функции Лагранжа $\Phi(x_1, x_2, \lambda)$, который совпадает с экстремумом целевой функции F .

Составим функцию Лагранжа на основе математической модели (2.1):

$$\Phi(x_1, x_2, \lambda) = 2x_1 + 5x_2 + 2x_1^2 + 5x_2^2 + 200 + \lambda(2x_1 + x_2 - 6) \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

Известно, что в точке экстремума равны нулю все частные производные от функции Лагранжа по независимым переменным, отсюда имеем:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} = 4x_1 + 2 + 2\lambda = 0, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} = 10x_2 + 5 + \lambda = 0, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} = 2x_1 + x_2 - 6 = 0. \end{cases} \quad (2.3)$$

Решая эту систему уравнений, находим корни – координаты точки экстремума

$$x_1 = 2,909, x_2 = 0,182, \lambda = -6,818, F = 223,818$$

Далее определяем вид экстремума. Для этого находим вторые частные производные:

$$f_{11} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_1^2} = 4 \geq 0,$$

$$f_{12} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_1 \partial x_2} = f_{21} = 0, \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} f_{11} & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} \end{vmatrix} = 40 \geq 0,$$

$$f_{22} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_2^2} = 10 \geq 0,$$

При $f_{11} \geq 0$ и $\Delta_1 \geq 0$ целевая функция выпукла и точка экстремума соответствует абсолютному минимуму.

2.2 Оптимальное распределение активной мощности генерации между ТЭС энергосистемы. Методические указания к выполнению задания

Решение производится с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа *вручную*. Исходные данные по вариантам приведены в Приложении 3.

Условие задачи: Оптимальное распределение активной мощности генерации между тепловыми станциями энергосистемы. Найти оптимальную нагрузку для двух параллельно работающих станций системы:

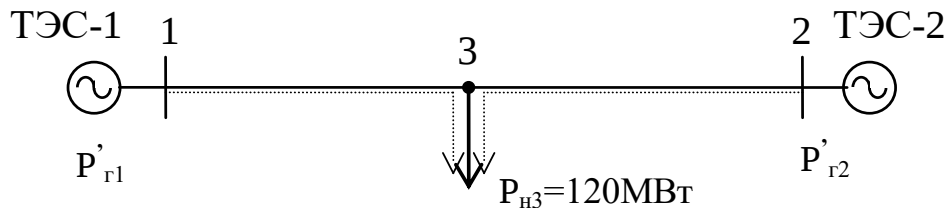


Рис 2.1. Структура энергосистемы

Исходные данные:

Характеристики относительных приростов расхода топлива на ТЭС:

$$\varepsilon_1 = 4 + 0,2P_{Г1} + 0,003P_{Г1}^2, \quad \varepsilon_2 = 5 + 0,3P_{Г2} + 0,002P_{Г2}^2.$$

Мощность нагрузки: $P_{H3} = 120$ МВт.

Напряжения в узлах: $U_1 = 220$ кВ, $U_2 = 242$ кВ.

Реактивная мощность генерации: $Q_1 = 20$ МВар, $Q_2 = 30$ МВар.

Сопротивления линий: $r_{1-3} = 5$ Ом, $r_{2-3} = 3$ Ом.

Математическая модель задачи:

- целевая функция – минимум суммарного расхода топлива на ТЭС системы:

$$F = B_1 + B_2 \rightarrow \min, \quad (2.4)$$

где B_1 – расход топлива на ТЭС1,

B_2 – расход топлива на ТЭС2,

- ограничения – баланс по активной мощности:

$$P_{Г1} + P_{Г1} - P_{H3} - \Delta P = 0.$$

На первом этапе примем, что потери активной мощности $\Delta P=0$. Составляем функцию Лагранжа:

$$\Phi = B_1 + B_2 + \lambda(P_{Г1} + P_{Г1} - P_{H3}) \rightarrow \min$$

Частные производные по независимым переменным имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi}{\partial P_{Г1}} = \frac{\partial B_1}{\partial P_{Г1}} + \lambda = 0, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial P_{Г2}} = \frac{\partial B_2}{\partial P_{Г2}} + \lambda = 0, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} = P_{Г1} + P_{Г2} - P_{H3} = 0. \end{cases} \quad (2.5)$$

Отсюда следует критерий оптимальности – равенство относительных приростов расхода топлива на всех ТЭС энергосистемы.

$$\frac{\partial B_1}{\partial P_{Г1}} = \frac{\partial B_2}{\partial P_{Г2}}, \text{ т.е. } \varepsilon_1 = \varepsilon_2.$$

Таким образом, имеем систему уравнений:

$$4 + 0,2P_{Г1} + 0,003P_{Г1}^2 = 5 + 0,3P_{Г2} + 0,002P_{Г2}^2, \quad (2.6)$$

$$P_{Г2} = 120 - P_{Г1}. \quad (2.7)$$

Подставляем (2.7) в уравнение (2.6) и после преобразований получаем квадратное уравнение:

$$\begin{aligned} 0,001P_{Г1}^2 + 0,98P_{Г1} - 65,8 &= 0, \\ P_{Г1} &= \frac{-0,98 \pm \sqrt{1,2236}}{0,002} = \frac{-0,98 \pm 1,11}{0,002}, \\ P_{Г1} &= 63 \text{ МВт}, P_{Г2} = 120 - 63 = 57 \text{ МВт}. \end{aligned}$$

Отрицательный корень не имеет физического смысла.

Результат проверяется по равенству относительных приростов расхода топлива:

$$\varepsilon_1 = 4 + 0,2P_{Г1} + 0,003P_{Г1}^2 = 28,507,$$

$$\varepsilon_2 = 5 + 0,3P_{Г2} + 0,002P_{Г2}^2 = 28,598.$$

На этапе 2 рассчитываются потери в линиях 1-3 и 2-3.

Для этого используется метод сечения нагрузки (рис.2.1).

$$\text{Потери в линии 1-3: } \Delta P_{1-3} = \frac{P_{Г1}^2 + Q_1^2}{U_1^2} r_{1-3}, \Delta P_{1-3} = 0,45 \text{ МВт}.$$

$$\text{Потери в линии 2-3: } \Delta P_{2-3} = \frac{P_{Г2}^2 + Q_2^2}{U_2^2} r_{2-3}, \Delta P_{2-3} = 0,21 \text{ МВт}.$$

Таким образом, активные мощности генерации ТЭС с учетом потерь:

$$\text{ТЭС 1 } P'_{Г1} = P_{Г1} + \Delta P_{1-3} = 63,45 \text{ МВт},$$

$$\text{ТЭС 2 } P'_{Г2} = P_{Г2} + \Delta P_{2-3} = 57,21 \text{ МВт}.$$

Практическое занятие №1. Поиск оптимального плана работы энергосистемы

Районная энергосистема включает в себя две тепловые электростанции (ТЭС). В качестве топлива на станциях может использоваться уголь и газ. Известны запасы каждого вида топлива и удельный расход топлива на 1 МВт·ч электроэнергии. Найти оптимальный план работы энергосистемы, обеспечивающий максимальный доход от реализации выработанной электроэнергии, если известна стоимость 1 МВт·ч электроэнергии.

Численные значения приведены в табл. П1.1.

Таблица П1.1

Вариант 1						
Запасы топлива, т.у.т.		Стоимость эл/энергии, у.е./МВтч		Ресурс	Нормы расхода, т.у.т./МВтч	
					ТЭС1	ТЭС2
Уголь	2400	ТЭС1	20	Уголь	3	8
Газ	3000	ТЭС2	30	Газ	5	6
Вариант 2						
Запасы топлива, т.у.т.		Стоимость эл/энергии, у.е./МВтч		Ресурс	Нормы расхода, т.у.т./МВтч	
					ТЭС1	ТЭС2
Уголь	2100	ТЭС1	30	Уголь	7	3
Газ	2000	ТЭС2	20	Газ	4	5
Вариант 3						
Запасы топлива, т.у.т.		Стоимость эл/энергии, у.е./МВтч		Ресурс	Нормы расхода, т.у.т./МВтч	
					ТЭС1	ТЭС2
Уголь	3000	ТЭС1	40	Уголь	6	5
Газ	3500	ТЭС2	40	Газ	5	7
Вариант 4						
Запасы топлива, т.у.т.		Стоимость эл/энергии, у.е./МВтч		Ресурс	Нормы расхода, т.у.т./МВтч	
					ТЭС1	ТЭС2
Уголь	4200	ТЭС1	40	Уголь	6	7
Газ	3500	ТЭС2	30	Газ	7	5
Вариант 5						
Запасы топлива, т.у.т.		Стоимость эл/энергии, у.е./МВтч		Ресурс	Нормы расхода, т.у.т./МВтч	
					ТЭС1	ТЭС2
Уголь	4200	ТЭС1	30	Уголь	6	7
Газ	4500	ТЭС2	40	Газ	5	9
Вариант 6						
Запасы топлива, т.у.т.		Стоимость эл/энергии, у.е./МВтч		Ресурс	Нормы расхода, т.у.т./МВтч	
					ТЭС1	ТЭС2
Уголь	2400	ТЭС1	30	Уголь	6	4
Газ	3500	ТЭС2	30	Газ	5	7

Практическое занятие №2. Определение оптимального времени работы предприятия

На промышленном предприятии реализован непрерывный технологический процесс производства продукции, который включает в себя использование двух различных технологий Т1 и Т2. Определить оптимальное распределение времени работы предприятия по каждой технологии, которое обеспечивает максимальный выпуск продукции, если известно количество единиц продукции, которое выпускает предприятие в единицу времени при работе по технологии Т1 и Т2. В процессе производства наиболее существенную роль играют два вида ресурсов: сырье и электроэнергия, для которых заданы нормы расхода в единицу времени и лимиты для каждой технологии. Численные значения приведены в табл. П1.2.

Таблица П1.2

Вариант 1						
Лимиты ресурсов, у.е.		Производительность, ед. прод./ч		Ресурсы	Затраты ресурсов у.е./ч	
					T1	T2
Сырье	4200	T1	300	Сырье	6	7
Эл/эн.	450		T2	400	Эл/эн.	0,5
Вариант 2						
Лимиты ресурсов, у.е.		Производительность, ед. прод./ч		Ресурсы	Затраты ресурсов у.е./ч	
					T1	T2
Сырье	3000	T1	200	Сырье	5	6
Эл/эн.	240	T2	300	Эл/эн.	0,3	0,8
Вариант 3						
Лимиты ресурсов, у.е.		Производительность, ед. прод./ч		Ресурсы	Затраты ресурсов у.е./ч	
					T1	T2
Сырье	3000	T1	200	Сырье	6	5
Эл/эн.	350	T2	200	Эл/эн.	0,5	0,7
Вариант 4						
Лимиты ресурсов, у.е.		Производительность, ед. прод./ч		Ресурсы	Затраты ресурсов у.е./ч	
					T1	T2
Сырье	4000	T1	500	Сырье	5	8
Эл/эн.	560	T2	600	Эл/эн.	0,8	0,7
Вариант 5						
Лимиты ресурсов, у.е.		Производительность, ед. прод./ч		Ресурсы	Затраты ресурсов у.е./ч	
					T1	T2
Сырье	4200	T1	300	Сырье	6	7
Эл/эн.	360	T2	500	Эл/эн.	0,4	0,9
Вариант 6						
Лимиты ресурсов, у.е.		Производительность, ед. прод./ч		Ресурсы	Затраты ресурсов у.е./ч	
					T1	T2

Сырье	3500	T1	200	Сырье	5	7
Эл/эн.	240	T2	350	Эл/эн.	0,3	0,8

Практическое занятие №3. Решение транспортной задачи без транзита мощности

Для энергосистемы известны мощности источников И1...И4 и нагрузок Н1...Н4, а также стоимости передачи мощности от каждого источника к каждому потребителю в условных единицах. Спроектировать для данной энергосистемы электрическую сеть наименьшей стоимости. Передача электроэнергии осуществляется по радиальным схемам без транзита мощности.

Численные значения приведены в табл. П1.4

Таблица П1.4

<i>Вариант 1</i>								
<i>Мощность источника, МВт</i>		<i>Мощность нагрузки, МВт</i>			<i>Стоимость передачи, у.е.</i>			
					Н1	Н2	Н3	Н4
И1	20	Н1	30	И1	1	3	4	5
И2	30	Н2	20	И2	5	2	10	3
И3	50	Н3	55	И3	3	2	1	4
И4	20	Н4	15	И4	6	4	2	6
<i>Вариант 2</i>								
<i>Мощность источника, МВт</i>		<i>Мощность нагрузки, МВт</i>			<i>Стоимость передачи, у.е.</i>			
					Н1	Н2	Н3	Н4
И1	20	Н1	15	И1	6	3	4	5
И2	70	Н2	30	И2	5	2	3	3
И3	25	Н3	80	И3	3	4	2	4
И4	30	Н4	20	И4	5	6	2	7
<i>Вариант 3</i>								
<i>Мощность источника, МВт</i>		<i>Мощность нагрузки, МВт</i>			<i>Стоимость передачи, у.е.</i>			
					Н1	Н2	Н3	Н4
И1	40	Н1	50	И1	3	9	4	5
И2	10	Н2	10	И2	1	8	5	3
И3	30	Н3	30	И3	7	2	1	4
И4	20	Н4	10	И4	2	4	10	6
<i>Вариант 4</i>								
<i>Мощность источника, МВт</i>		<i>Мощность нагрузки, МВт</i>			<i>Стоимость передачи, у.е.</i>			
					Н1	Н2	Н3	Н4
И1	30	Н1	20	И1	5	9	4	5
И2	30	Н2	50	И2	1	5	5	6

ИЗ	40	НЗ	20	ИЗ	2	2	10	4
И4	20	Н4	30	И4	3	7	2	6
Вариант 5								
<i>Мощность источника, МВт</i>		<i>Мощность нагрузки, МВт</i>			<i>Стоимость передачи, у.е.</i>			
					Н1	Н2	Н3	Н4
И1	20	Н1	40	И1	7	9	1	5
И2	30	Н2	30	И2	2	7	5	6
И3	40	Н3	10	И3	3	5	10	8
И4	30	Н4	40	И4	3	7	4	5
Вариант 6								
<i>Мощность источника, МВт</i>		<i>Мощность нагрузки, МВт</i>			<i>Стоимость передачи, у.е.</i>			
					Н1	Н2	Н3	Н4
И1	30	Н1	30	И1	6	5	3	7
И2	10	Н2	20	И2	5	8	7	5
И3	20	Н3	20	И3	3	4	6	4
И4	40	Н4	30	И4	9	6	3	8

Практическое занятие №4. Решение транспортной задачи с транзитом мощности

Решить задачу практического задания №3 с учетом возможного построения магистральных сетей и осуществления транзита мощности.

Практическое занятие №5. Определение оптимального плана работ

Для производства четырех видов электромонтажных работ в распоряжении мастера имеются четыре электромонтера. Известны стоимости выполнения каждым рабочим каждого вида работ. Необходимо составить план работ, чтобы все они были выполнены, каждый рабочий был бы занят только на одной работе, а суммарная стоимость выполнения всех работ была бы минимальной.

Численные значения приведены в табл. П1.5.

Таблица П1.5

Вариант 1				
<i>Работа</i>	<i>Стоимость выполнения работ, у.е</i>			
<i>Рабочий</i>	1	2	3	4
1	3	6	2	5
2	1	1	7	11
3	5	12	11	9
4	2	4	2	10
Вариант 2				
<i>Работа</i>	<i>Стоимость выполнения работ, у.е</i>			
	1	2	3	4

<i>Рабочий</i>				
1	1	3	6	5
2	5	2	7	8
3	3	5	1	9
4	6	4	2	10
Вариант 3				
<i>Работа</i>	<i>Стоимость выполнения работ, у.е</i>			
<i>Рабочий</i>	1	2	3	4
1	9	4	8	5
2	1	2	9	8
3	3	8	1	9
4	3	4	2	4
Вариант 4				
<i>Работа</i>	<i>Стоимость выполнения работ, у.е</i>			
<i>Рабочий</i>	1	2	3	4
1	10	8	6	2
2	6	2	9	8
3	3	7	1	10
4	9	10	2	3
Вариант 5				
<i>Работа</i>	<i>Стоимость выполнения работ, у.е</i>			
<i>Рабочий</i>	1	2	3	4
1	9	4	6	2
2	6	2	10	8
3	3	7	1	10
4	7	10	5	3
Вариант 6				
<i>Работа</i>	<i>Стоимость выполнения работ, у.е</i>			
<i>Рабочий</i>	1	2	3	4
1	3	4	5	2
2	7	3	9	5
3	4	6	3	8
4	3	6	4	2

Практическое занятие №6. Оптимизация работы ТЭС

Районная энергосистема включает в себя четыре тепловые электростанции. В качестве топлива на ТЭС могут использоваться бурый и каменный уголь, газ и мазут. Известны запасы каждого вида топлива и удельный расход топлива на 1 МВт·ч электроэнергии в течение суток для каждой ТЭС, а также стоимость электроэнергии для каждой ТЭС. Найти оптимальный план работы энергосистемы, максимизирующий суммарный отпуск электроэнергии в стоимостном выражении.

Численные значения приведены в табл. П1.6.

Таблица П1.6

Вариант 1								
<i>Запасы топлива, т.у.т.</i>		<i>Стоимость эл/энергии на ТЭС, у.е./МВтч</i>			<i>Нормы расхода, т.у.т./МВтч</i>			
					ТЭС1	ТЭС 2	ТЭС 3	ТЭС 4
К.уголь	200	ТЭС1	40	К.уголь	6	1	3	1
Б.уголь	195	ТЭС2	30	Б.уголь	3	4	5	5
Газ	200	ТЭС3	40	Газ	5	9	3	2
Мазут	145	ТЭС4	35	Мазут	2	4	4	4
Вариант 2								
<i>Запасы топлива, т.у.т.</i>		<i>Стоимость эл/энергии на ТЭС, у.е./МВтч</i>			<i>Нормы расхода, т.у.т./МВтч</i>			
					ТЭС1	ТЭС 2	ТЭС 3	ТЭС 4
К.уголь	177	ТЭС1	35	К.уголь	7	2	1	5
Б.уголь	195	ТЭС2	45	Б.уголь	2	7	5	2
Газ	145	ТЭС3	30	Газ	3	5	2	3
Мазут	250	ТЭС4	32	Мазут	3	5	4	5
Вариант 3								
<i>Запасы топлива, т.у.т.</i>		<i>Стоимость эл/энергии на ТЭС, у.е./МВтч</i>			<i>Нормы расхода, т.у.т./МВтч</i>			
					ТЭС1	ТЭС 2	ТЭС 3	ТЭС 4
К.уголь	150	ТЭС1	50	К.уголь	8	6	2	5
Б.уголь	195	ТЭС2	39	Б.уголь	5	2	9	8
Газ	165	ТЭС3	30	Газ	3	8	1	9
Мазут	105	ТЭС4	48	Мазут	1	4	2	3
Вариант 4								
<i>Запасы топлива, т.у.т.</i>		<i>Стоимость эл/энергии на ТЭС, у.е./МВтч</i>			<i>Нормы расхода, т.у.т./МВтч</i>			
					ТЭС1	ТЭС 2	ТЭС 3	ТЭС 4
К.уголь	150	ТЭС1	20	К.уголь	5	1	6	6
Б.уголь	85	ТЭС2	15	Б.уголь	1	5	5	1
Газ	190	ТЭС3	18	Газ	5	6	3	3
Мазут	123	ТЭС4	18	Мазут	2	5	1	4
Вариант 5								
<i>Запасы топлива, т.у.т.</i>		<i>Стоимость эл/энергии на ТЭС, у.е./МВтч</i>			<i>Нормы расхода, т.у.т./МВтч</i>			
					ТЭС1	ТЭС 2	ТЭС 3	ТЭС 4
К.уголь	150	ТЭС1	25	К.уголь	7	2	1	5
Б.уголь	150	ТЭС2	50	Б.уголь	2	7	5	2
Газ	190	ТЭС3	20	Газ	3	5	2	3
Мазут	123	ТЭС4	35	Мазут	3	5	4	5
Вариант 6								
<i>Запасы топлива, т.у.т.</i>		<i>Стоимость эл/энергии на ТЭС, у.е./МВтч</i>			<i>Нормы расхода, т.у.т./МВтч</i>			
					ТЭС1	ТЭС 2	ТЭС 3	ТЭС 4
К.уголь	120	ТЭС1	35	К.уголь	3	6	4	6
Б.уголь	180	ТЭС2	15	Б.уголь	4	3	7	2
Газ	160	ТЭС3	30	Газ	7	5	3	4

Мазут	140	ТЭС4	25	Мазут	3	6	5	8
-------	-----	------	----	-------	---	---	---	---

Практическое занятие № 7. Определение экстремума нелинейной целевой функции

Найти экстремум функции методом неопределенных множителей Лагранжа. Определить вид экстремума.

Таблица П2.1

№	Целевая функция и ограничение	№	Целевая функция и ограничение
1	$f = 0,1 \cdot x_1^2 + 0,2 \cdot x_2^2 + 5 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 - 300$ <i>при</i> $x_1 + 2 \cdot x_2 = 50$	10	$f = 4 \cdot x_1^2 + 3 \cdot x_2^2 + 50 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 - 50$ <i>при</i> $x_1 + x_2 = 50$
2	$f = 0,3 \cdot x_1^2 + 0,5 \cdot x_2^2 + 4 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + 600$ <i>при</i> $x_1 + x_2 = 100$	11	$f = 5 \cdot x_1^2 + 6 \cdot x_2^2 + 7 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2 - 500$ <i>при</i> $x_1 + 3 \cdot x_2 = 10$
3	$f = 2 \cdot x_1^2 + 3 \cdot x_2^2 + 4 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 - 100$ <i>при</i> $x_1 + 3 \cdot x_2 = 200$	12	$f = 5 \cdot x_1^2 + 6 \cdot x_2^2 + 7 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2 - 500$ <i>при</i> $2 \cdot x_1 + x_2 = 5$
4	$f = 4 \cdot x_1^2 + 2 \cdot x_2^2 + 3 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 - 300$ <i>при</i> $x_1 + 2 \cdot x_2 = 5$	13	$f = 6 \cdot x_1^2 + 7 \cdot x_2^2 + 3 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 - 5$ <i>при</i> $3 \cdot x_1 + x_2 = 10$
5	$f = 5 \cdot x_1^2 + 3 \cdot x_2^2 + 4 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 - 200$ <i>при</i> $x_1 + 4 \cdot x_2 = 20$	14	$f = 7 \cdot x_1^2 + 8 \cdot x_2^2 + 3 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 - 10$ <i>при</i> $2 \cdot x_1 + x_2 = 15$
6	$f = 3 \cdot x_1^2 + 2 \cdot x_2^2 + 5 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 - 200$ <i>при</i> $x_1 + 4 \cdot x_2 = 60$	15	$f = 8 \cdot x_1^2 + 10 \cdot x_2^2 + 3 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 - 5$ <i>при</i> $x_1 + 2 \cdot x_2 = 12$
7	$f = 6 \cdot x_1^2 + 7 \cdot x_2^2 + 9 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 600$ <i>при</i> $x_1 + 5 \cdot x_2 = 70$	16	$f = 9 \cdot x_1^2 + 12 \cdot x_2^2 + 3 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 - 5$ <i>при</i> $3x_1 + 2 \cdot x_2 = 12$
8	$f = 6 \cdot x_1^2 + 7 \cdot x_2^2 + 9 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 600$ <i>при</i> $x_1 + 5 \cdot x_2 = 70$	17	$f = 4 \cdot x_1^2 + 8 \cdot x_2^2 + 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 - 70$ <i>при</i> $x_1 + 8 \cdot x_2 = 100$
9	$f = 9 \cdot x_1^2 + 3 \cdot x_2^2 + 5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 400$ <i>при</i> $x_1 + 5 \cdot x_2 = 50$	18	$f = 3 \cdot x_1^2 + 9 \cdot x_2^2 + 5 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 - 90$ <i>при</i> $2x_1 + 6 \cdot x_2 = 200$

Практическое занятие № 8. Задача оптимального распределения активной мощности генерации между двумя параллельно работающими ТЭС

Найти оптимальное распределение активной мощности генерации между двумя параллельно работающими станциями энергосистемы (рис.2.1).

$$U_1 = 220 \text{ кВ}, U_2 = 242 \text{ кВ}, Q_1 = 40 \text{ МВар}, Q_2 = 30 \text{ МВар}$$

Исходные данные по вариантам приведены в таблице П4.1,

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – характеристики относительных приростов расхода топлива, P_{H3} – мощность нагрузки; r_{1-3}, r_{2-3} – сопротивления линий.

Таблица П3.1

№	$P_{H3},$ МВт	$r_{1-3},$ Ом	$r_{2-3},$ Ом	Характеристики относительных приростов расхода топлива
1	100	6	4	$\varepsilon_1 = 2 + 0,1P_{Г1} + 0,03P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 6 + 0,12P_{Г2} + 0,04P_{Г2}^2$
2	300	3	4	$\varepsilon_1 = 50 + 0,5P_{Г1} + 0,03P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 30 + 0,9P_{Г2} + 0,02P_{Г2}^2$
3	500	4	5	$\varepsilon_1 = 20 + 0,3P_{Г1} + 0,02P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 40 + 0,6P_{Г2} + 0,01P_{Г2}^2$
4	600	2	5	$\varepsilon_1 = 30 + 0,7P_{Г1} + 0,02P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 50 + 0,6P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
5	500	3	5	$\varepsilon_1 = 20 + 0,5P_{Г1} + 0,02P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 60 + 0,7P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
6	400	6	8	$\varepsilon_1 = 40 + 0,7P_{Г1} + 0,02P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 60 + 0,2P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
7	700	8	5	$\varepsilon_1 = 60 + 0,6P_{Г1} + 0,01P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 30 + 0,2P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
8	500	3	4	$\varepsilon_1 = 70 + 0,4P_{Г1} + 0,02P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 60 + 0,3P_{Г2} + 0,04P_{Г2}^2$
9	800	3	4	$\varepsilon_1 = 70 + 0,6P_{Г1} + 0,03P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 30 + 0,8P_{Г2} + 0,02P_{Г2}^2$
10	600	2	8	$\varepsilon_1 = 30 + 0,1P_{Г1} + 0,04P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 40 + 0,4P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
11	900	3	5	$\varepsilon_1 = 30 + 0,4P_{Г1} + 0,02P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 50 + 0,8P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
12	700	4	3	$\varepsilon_1 = 20 + 0,4P_{Г1} + 0,03P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 60 + 0,7P_{Г2} + 0,05P_{Г2}^2$
13	200	2	6	$\varepsilon_1 = 40 + 0,3P_{Г1} + 0,01P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 50 + 0,5P_{Г2} + 0,02P_{Г2}^2$
14	300	5	7	$\varepsilon_1 = 40 + 0,3P_{Г1} + 0,07P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 80 + 0,9P_{Г2} + 0,06P_{Г2}^2$
15	200	2	6	$\varepsilon_1 = 40 + 0,7P_{Г1} + 0,03P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 60 + 0,9P_{Г2} + 0,05P_{Г2}^2$
16	300	1	8	$\varepsilon_1 = 40 + 0,6P_{Г1} + 0,03P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 60 + 0,8P_{Г2} + 0,05P_{Г2}^2$
17	400	2	4	$\varepsilon_1 = 30 + 0,5P_{Г1} + 0,06P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 50 + 0,8P_{Г2} + 0,03P_{Г2}^2$
18	200	4	2	$\varepsilon_1 = 70 + 0,5P_{Г1} + 0,01P_{Г1}^2, \varepsilon_2 = 40 + 0,5P_{Г2} + 0,06P_{Г2}^2$

Практическое занятие № 9. Задача оптимального распределения активной мощности генерации между ТЭС энергосистемы

Таблица П4.1

Вариант	$P_{H1},$ МВт	$P_{H2},$ МВт	Вариант	$P_{H1},$ МВт	$P_{H2},$ МВт
1	130	170	11	150	150
2	115	190	12	125	200
3	180	160	13	212	152
4	200	150	14	168	190
5	170	185	15	175	192
6	210	190	16	160	184
7	180	200	17	185	139
8	160	175	18	190	128
9	205	155	19	200	140
10	195	160	20	163	194

Таблица П4.2

$P_{Г},$ МВт	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3			Вариант 4		
	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.
50	700	815	560	905	990	890	550	480	530	1100	860	978
60	620	750	520	860	950	870	530	450	520	990	830	960
70	560	640	490	790	862	850	480	423	512	950	790	940
80	500	560	450	690	780	820	410	410	503	920	760	890
90	480	520	460	650	730	810	380	380	499	880	752	853
100	510	500	475	630	690	815	348	375	502	850	763	820
110	580	480	510	670	660	830	330	355	505	830	780	790
120	650	510	535	710	668	845	350	360	517	840	800	778
130	710	620	558	820	750	860	405	390	527	890	830	820
140	730	730	610	850	860	870	490	430	536	995	841	832
$P_{Г},$ МВт	Вариант 5			Вариант 6			Вариант 7			Вариант 8		
	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.	$B_1,$ т.у.т.	$B_2,$ т.у.т.	$B_3,$ т.у.т.
70	1020	995	1010	960	890	960	910	820	809	812	1200	1030
80	1010	986	999	950	850	950	860	790	800	798	1150	1010
90	960	950	956	930	835	930	842	750	785	791	1020	968
100	945	920	940	915	820	915	820	723	750	790	996	920
110	920	890	935	910	790	910	803	700	730	796	960	890
120	880	882	937	915	780	900	788	705	720	800	920	856
130	870	888	947	917	775	907	790	725	717	806	945	843
140	890	920	960	931	796	920	796	760	719	815	963	869
150	950	950	992	942	820	935	805	786	735	823	989	900
160	1000	1000	997	955	838	940	840	802	768	830	1060	940

Таблица П4.3

P _Г , MB _Г	Вариант 9			Вариант 10			Вариант 11			Вариант 12		
	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.
70	750	790	765	765	765	797	740	785	779	780	775	770
80	730	740	745	735	736	783	720	735	750	760	745	741
90	717	710	731	705	722	776	707	705	736	746	715	727
100	705	690	719	685	701	775	695	685	715	734	695	706
110	690	665	705	660	673	781	680	660	687	720	670	678
120	680	650	695	645	656	785	670	645	670	710	655	661
130	670	673	685	658	658	791	660	668	672	700	668	663
140	675	687	690	672	659	800	665	682	673	705	682	664
150	692	702	698	687	666	808	682	697	680	713	697	671
160	710	715	706	700	685	815	700	710	699	721	710	690
P _Г , MB _Г	Вариант 13			Вариант 14			Вариант 15			Вариант 16		
	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.
60	805	799	807	685	805	555	875	950	905	980	1000	955
70	775	790	793	605	740	515	835	940	855	971	989	945
80	735	775	786	545	630	485	820	920	837	935	946	925
90	708	740	785	485	550	445	805	905	815	905	930	910
100	685	720	791	465	510	455	775	900	798	875	925	905
110	690	710	795	495	490	470	765	890	783	867	927	910
120	710	707	801	565	470	505	760	897	785	873	937	912
130	745	709	810	635	500	530	781	910	791	905	950	926
140	771	725	818	695	610	553	805	925	800	935	982	937
150	787	758	825	715	720	605	823	930	835	985	987	950
P _Г , MB _Г	Вариант 17			Вариант 18			Вариант 19			Вариант 20		
	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.	B ₁ , т.у.т.	B ₂ , т.у.т.	B ₃ , т.у.т.
80	890	980	885	535	470	525	1085	850	973	1005	1190	1025
90	845	940	865	515	440	515	975	820	955	995	1140	1005
100	775	852	845	465	413	507	935	780	935	945	1010	963
110	675	770	815	395	400	498	905	750	885	930	986	915
120	635	720	805	365	370	494	865	742	848	905	950	885
130	615	680	810	333	365	497	835	753	815	865	910	851
140	655	650	825	315	345	500	815	770	785	855	935	838
150	695	658	840	335	350	512	825	790	773	875	953	864
160	805	740	855	390	380	522	875	820	815	935	979	895
170	835	850	865	475	420	531	980	831	827	985	1050	935

Перечень основной литературы:

- 1 Аттетков, А. В. Методы оптимизации Электронный ресурс : Учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - Саратов : Вузовское образование, 2018. - 272 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4487-0322-5
- 2 Брусенцев, А. Г. Методы оптимизации Электронный ресурс : Учебное пособие / А. Г. Брусенцев, О. В. Осипов. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. - 263 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
- 3 Филиппова, Т. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем / Т.А. Филиппова ; Ю.М. Сидоркин ; А.Г. Русина. - 2-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 359 с. - ISBN 978-5-7782-2743-9

Перечень дополнительной литературы:

- [illegible]

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к самостоятельной работе студента по дисциплине
«Методы оптимизации в электроэнергетике»
для студентов направления
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Ставрополь
2026

Введение

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 связи с этим, студенту из пассивного потребителя знаний необходимо превратиться в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. В этом плане следует признать, что самостоятельная работа студентов является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой. Это предполагает ориентацию на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей студентов, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей личности.

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.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ;

В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

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.

1 Основные мотивы самостоятельной работы студентов

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Среди внутренних факторов, способствующих активизации самостоятельной работы выделяют следующие:

1. *Полезность* выполняемой работ заключается в том, что результаты самостоятельной работы могут быть использованы на семинарских и практических занятиях, лабораторном практикуме, при подготовке публикации. Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут в его выпускную квалификационную работу.

2. *Творческая деятельность*. Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на той или иной кафедре.

3. *Участие* в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсам научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.

4. *Участие* в научно – практических конференциях.

5. *Подготовка публикаций* для сборников тезисов и докладов научно-практических конференций, журналов, учебных пособий и т.д.

6. *Участие в грантовых конкурсах*.

2 Способы самостоятельной работы при чтении учебной и научной литературы

При остром недостатке времени у студентов встает вопрос об

оптимизации обучения, то есть такой организации учебного процесса, которая обеспечила бы условия для продуктивного самообучения и самовоспитания. Важнейшую роль здесь играет овладение способами самостоятельной работы. Речь идет о том, что чтобы, прежде всего, научиться рациональному использованию времени при работе с книгой.

Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней учебы в вузе. Первые дни семестра важны, чтобы включиться в работу, установить определенный равномерный ритм на весь семестр. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься самостоятельно по 4-5 часов ежедневно, кроме выходных дней.

Под ритмом работы понимают ежедневные занятия в одни и те же часы, при чередовании их с перерывами для отдыха. Вначале для организации ритмичной работы требуется сознательное напряжение воли, затем принуждение снимается, возникает привычка и работа становится потребностью.

Ритмичная работа позволяет студенту заниматься много, не уставая, не снижая производительности и не перегружая себя. Для этого необходимо:

- Сменять один вид работы другим, что позволяет сохранять высокую работоспособность, поскольку при однообразных видах занятий человек утомляется больше, чем при работе разного характера.
- Заниматься несколькими предметами в один и тот же день не всегда целесообразно, поскольку при каждом переходе нужно вновь концентрировать внимание и затрачивать время.
- Умение сосредотачиваться – необходимое условие для умственного труда, иначе работа оказывается малопродуктивной и даже бесполезной.
- Начинать занятия немедленно, как только сел за стол. Следует начинать с уверенностью, что вскоре придет сосредоточенное состояние, но если внимание наступает не сразу или нарушается на время, нужно выяснить и устранить причины этого.

- Нужно научиться не прерывать внимания, пока читаемое не получит логического завершения, пока не будет пройден какой либо этап. Нередко внимание отвлекается посторонними мыслями, которые во время занятий следует решительно отгонять. Перерыв в занятиях следует приурочить к концу изучения параграфа, раздела или главы книги, та как в этом случае не будет потери времени при возобновлении работы. Умение сосредоточиться, углубиться в работу приобретается в результате практики, создающей определенные навыки.

- Повысить производительность умственного труда может порядок на рабочем месте и обстановка, благоприятствующая работе.

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.

3 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.

Как известно, людей по способу восприятия и переработки информации делят на три типа: зрительный, слуховой и кинестетический. Люди зрительного типа при чтении используют код наглядных образов, тогда как люди слухового типа применяют менее производительный код речедвижений. Наблюдения за людьми, читающими быстро, показывают, что они, как правило, относятся к зрительному типу. Вот пример, как описывает О.Бальзак процесс быстрого чтения: «Впитывание мысли в процессе чтения достигло у него способности феноменальной. Взгляд его охватывал семь – восемь строчек сразу, и разум постигал смысл со скоростью, соответствующей скорости глаз. Часто одно-единственное слово позволяло ему усвоить смысл целой фразы».

Направленным обучением можно практически любого здорового человека научить в процессе чтения использовать код наглядных зрительных образов при соответствующем сокращении артикуляции.

С опорой на работу Л.Г. Одинцова «Как научиться хорошо учиться» (М., 1996) приводим следующие рекомендации по работе с книгой.

- В тексте всегда есть элементы, нахождение и использование которых позволяет извлечь требуемую информацию наиболее быстро.

Например, при чтении учебника в первую очередь отыскивается наиболее важная информация данной главы, параграфа, а она часто следует после слов: в итоге, в результате, выводы и т.д.

- Попробуйте в процессе чтения мысленно заглянуть вперед, представить себе, о чем будет идти речь, к какому выводу придет автор, как далее будет строиться изложение и т.д. например, если описывается одна сторона явления, то, очевидно, далее будет описана и другая и т.д. Это позволяет предварительно подготовиться к последующей информации.

- Хорошим упражнением по развитию навыков «предвидения» является остановка чтения в момент, когда, по вашему мнению, заканчивается какая-то часть текста. Попытайтесь предугадать содержание следующей части.

- До начала чтения текста важно собрать о нем как можно больше информации, чтобы точнее представить, что можно получить из данного текста и как лучше работать с ним. Это помогут сделать название, автор, издательство, аннотация, оглавление, предисловие и заключение. Предварительное ознакомление с книгой перед настоящим чтением позволяет сэкономить время и труд.

Как правило, предисловие пишется крупным специалистом в данной области, и поэтому излагаемая проблема показывается как бы целиком, в общем плане, без подробностей. А это позволяет лучше сориентироваться, начинать чтение, зная основную цель автора.

- 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 текста 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?»

Большое значение при чтении учебной и научной литературы имеет умение запоминать прочитанный материал, а для этого необходимо тренировать память. Существуют приемы, позволяющие тренировать память,

которыми необходимо овладеть, что позволит повысить эффективность работы с учебной и научной литературой.

Тренировка памяти. В учебной деятельности важно не только, и не столько быстро читать, но и усваивать материал, сохранять в памяти. Память прекрасно тренируема и управляема. Однако прежде чем ее развивать, подумайте, какая именно память вам нужна: на идеи, на логику изложения материала, на схемы и формулы. Это разные виды памяти и развивать их надо по-разному.

Наблюдая за собой, выясните, как вам легче запомнить информацию – если вы ее видите, слышите или записываете. В дальнейшем постарайтесь так организовать работу, чтобы максимально использовать ведущий тип своей памяти.

Если у вас хорошая **зрительная память**, то хорошо запоминаются рисунки, расположение информации на странице, цвет и т.д. помогите себе, выделяя цветными карандашами отдельные места конспекта, обводя рамками, делая значки, пометки на полях, представляя зрительно отдельные аспекты текста.

При хорошей **слуховой памяти** лучше запоминается звучащая речь. Используйте эту особенность, выделяя интонацией, тембром голоса отдельные места текста, слушая его в записи на магнитофоне, рассуждая в слух и т.д.

В случае **памяти на движение** помогает повторная сокращенная запись запоминаемого материала, например выводов, основных положений текста, рисование таблиц, графиков, схем, а при выполнении лабораторных работ лучше все потрогать и проделать самому.

Наряду с использованием ведущего типа памяти, специально позаботьтесь и о развитии отстающих, так как при многих видах профессиональной деятельности они также могут потребоваться.

Использование приемов логического, осмысленного запоминания в несколько раз повышает продуктивность деятельности. Например, при

запоминании лекции, глав учебников особенно действенным является основные аспекты содержания, но и запомнить логику – целесообразную связь отдельных частей материала.

Постарайтесь с первого курса развивать память на то, что непосредственно касается вашей будущей профессии. Это и основной круг идей данной отрасли знаний, и методы, и наиболее интересные факты, и фамилии ведущих специалистов области и т.д. при этом лучше не ждать, что запомнится само, а специально стараться запомнить нужное.

Вообще установка на запоминание, особенно длительное, положительно сказывается на прочности и точности сохранения материала в памяти. Прикажите себе запомнить надолго, а не так как нерадивый студент, спешно «набивающий» себе голову информацией непосредственно перед экзаменом с единственной целью – удержать выученное на один – два дня.

Любая информация запоминается лучше, если в ней намечены какие-то спорные моменты – ориентиры. И как по камушкам переходят реку, так и по этим ориентирам потом легче воспроизвести содержание. При запоминании текста выделяйте «смысловые опорные пункты», которые легко запоминаются, но с которыми тесно связаны целые фрагменты материала. Это может быть крылатая фраза, яркая цитата, пример, идея и т.д.

Материал запоминается непроизвольно, то есть легко и без затраты специальных усилий, если он является целью какой-либо поисковой деятельности. Например, если вы задались вопросом и нашли ответ на то, что долго искали, или нашли подтверждение гипотезы, которую вы сами выдвинули, то это запоминается само собой. Отсюда вывод – организуйте свою деятельность так, чтобы предмет запоминался, являлся целью этой деятельности. Например, ищите, выделяйте в тексте наиболее важные его положения – и они запомнятся, делите текст на части, анализируйте связи между ними – и запомнится логика текста.

При повторении курса лекций, запоминая материал по отдельным темам или даже вопросам, не забывайте повторить связь между ними.

Именно тогда в голове укладывается система знаний, которая гораздо эффективнее, чем разрозненные обрывки.

В процессе развития памяти старайтесь не использовать стихийно сложившиеся мнения, механическое зазубривание, а применяйте научно обоснованные методы сознательной и рациональной организации развития памяти и поиск новых приемов.

Предпосылкой хорошей памяти являются осознание человеком своей деятельности и разграничение информации на ту, которая решающим образом помогает скорейшему достижению своих целей, и на менее существенную информацию. Начинайте любое дело с четкой и ясной формулировки его цели; определите, какая информация может оказать решающее воздействие на ее достижение, и сконцентрируйтесь на ней.

Прочному запоминанию способствует многомодельность восприятия, то есть запоминаемый текст читается, проговаривается и прослушивается. Везде, где это возможно, постарайтесь использовать три приема (слух, зрение и чувства) обработки запоминаемой информации сразу несколько органов чувств.

Не очень осмысленную вами информацию, которую, тем не менее, надо запомнить, можно удержать с помощью ассоциативных приемов мнемотехники, суть которых в том, что новое связывается с известным не прямо, а через цепочку дополнительных промежуточных ассоциаций (помните цвета спектра – «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан»). Везде, где трудно запомнить прямо, найдите дополнительный связующий мостик. Такими «связующими» мостиками являются буквальные «узелки» на память, завязываемые многими на носовом платке. В течение дня человек неизбежно пользуется носовым платком, а там – узелок, «напоминающий», что нужно не забыть сделать определенное дело.

Память будет работать прекрасно, если наряду с имеющимися приемами вы будете придумывать все новые, адекватные различным видам информации. Если такая работа привычна для вас, то с каждым годом память

будет становиться все более мощной и продуктивной.

4 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 мест и обобщений. Различают простой и развернутый план. В отличие от простого плана развернутый план не только содержит перечисление вопросов, но и раскрывает основные идеи 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 выступления. 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, свои 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. В 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.

5 Как слушать и конспектировать лекции

Основы знаний закладываются на лекциях, им принадлежит ведущая роль в учебном процессе. На лекциях дается самое важное, основное в изучаемой дисциплине. Основные задачи, стоящие перед лектором: помочь студентам понять основы и усвоить материал на самой лекции, дать указания на то, что требует наибольшего внимания, учить правильному мышлению и создавать ясное представление о методологии изучаемой науки.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Лектор излагает теоретический и практический материал, относящийся к основному курсу. Из большого числа монографий, учебников, сборников лектор выбирает самое главное, помогает усвоить логику рассуждений. Интонацией голоса и манерой изложения лектором подчеркивает наиболее существенное, выделяет главное и второстепенное.

Лектор может приводить наблюдения и факты из своего личного опыта, что придает материалу убедительность, повышает интерес к предмету лекции, способствует его усвоению.

Важно помнить, что лекция – это творческий процесс, в котором участвуют одновременно и лектор, и студенты, поэтому она требует атмосферы сотрудничества и уважительного отношения к труду лектора.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект.

Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Для наиболее важных дисциплин, вызывающих наибольшие затруднения, рекомендуется перед каждой лекцией просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

Основная задача при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Большую помощь при этом может оказать конспект. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование. Механическая запись лекции приносит мало пользы.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания

услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

Некоторые студенты полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие студенты нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство, позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами, выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные. При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим.

Но вести конспект на отдельных листках или карточках более трудоемко, чем в тетради. Карточки легко рассыпать и перепутать, приходится обзаводиться ящичками для хранения карточек, возникает

необходимость на каждом листке писать его порядковый номер.

Но затрата труда и времени окупается преимуществами конспектирования на карточках перед конспектом в тетради.

Рекомендуется делать такие карточки, которые помещаются в обычный почтовый конверт. Карточки удобно тасовать, менять при необходимости их последовательность, раскладывать на столе для обзора. Например, учителю истории карточки служили бы долго. Перед уроком можно взять соответствующий конверт и найти в нем материал по узловым вопросам темы, записанный еще в вузе.

При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным.

Следует знать, что не существует какого-либо единого, годного для всех метода конспектирования. Каждый ведет записи так, как ему представляется наиболее целесообразным и удобным. Собственный метод складывается по мере накопления опыта, но во всех случаях надо стремиться к тому, чтобы конспективные записи были краткими и наилучшим образом содействовали глубокому усвоению изучаемого материала. Известный отечественный педагог В.А. Сухомлинский, рекомендовал учиться думать над конспектом уже на лекции и работать над записями ежедневно хотя бы в течение 2 часов. Он советовал также делить конспект на две графы: в первой кратко записывать изложенные лекции, а во второй – то, над чем надо подумать; сюда же следовало заносить узловые, главные вопросы, над которыми надо думать постоянно, связывая с этим повседневное чтение. Он подчеркивал, что узловые вопросы предмета будут программой, на основе которой припоминается весь материал.

6 Использование компьютера в процессе самостоятельной работы студентов

Наиболее комплексный ряд заданий, выполняемых студентом в процессе учебы в вузе, развивающих самостоятельность – это написание реферативных, курсовых и дипломных работ, выполнение которых требует применения всего спектра знаний, умений и навыков, приобретенных студентом в процессе обучения. Алгоритм, методика и формы выполнения этих работ практически одинаковы, они различаются содержанием и глубиной проработанности материала. И реферат, и курсовая, и дипломная работы должны выполняться в соответствии с действующими требованиями стандартов.

На современном этапе никто уже не представляет себе самостоятельную работу без использования международной информационной сети – **Интернет**. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Написание работ творческого и исследовательского характера требует знания и умения применять различные компьютерные технологии. Можно предложить следующий алгоритм работы по написанию исследовательских и творческих работ с использованием компьютера.

- Первый этап заключается в наборе материала на компьютере. Для этого необходимо, чтобы на компьютер были установлен текстовый и графический редакторы для набора текста и выполнения различных рисунков, графиков или схем. Если материал неоднородный, т.е. содержит графики, схемы, чертежи, текст, то для этих целей лучше выбрать интегрированный пакет, который позволяет совмещать различного формата файлы (например Word, PageMaker и др.). Цитаты из книг и журналов можно

переснимать на сканере – удобно и быстро. Здесь как раз и понадобится база данных, которая значительно упростит работу с выбранной литературой.

- Второй этап - корректировка ошибок, недочетов. Практика показывает, что чтение с листа более привычно и корректировать удобнее файлы, имея распечатанный образец перед собой.

- Третий этап - печать начисто. Откорректированный и исправленный текст необходимо не забыть проверить на орфографию (по возможности и стилистику) перед тем как распечатать. Чертежи лучше выводить на бумагу на графопостроителе.

- Четвертый этап - рецензия специалистов, работающих в данной области.

- Пятый этап - защита курсовых или дипломных работ на кафедре или в лаборатории. Желательно использовать презентационные компьютерные программы (например, Power point) при ответе – это увеличит наглядность доклада и использовать презентационные средства типа Proxima – проектор, позволяющий выводить на экран содержимое дисплея. Можно также использовать телевизор вместо монитора при наличии специального блока сопряжения.

Почти на всех этапах студент работает самостоятельно. За время выполнения исследования у него развиваются:

1. Навыки и методы работы с литературой: ее анализ, отбор необходимого материала.
2. Навыки и методы работы с персональным компьютером: профессиональный набор текста, выполнение рисунков и чертежей, схем и др.
3. Исследовательские навыки и др.

7 Поиск в Интернете

1. Поиск информации в Интернете лучше всего начинать с работы в

Интернет-каталоге.

Один из наиболее полных и хорошо систематизированных каталогов в русскоязычном секторе Интернета находится на сайте www.aport.ru. Есть много других Интернет-каталогов: www.yandex.ru, www.list.ru, www.rambler.ru (русскоязычные), www.altavista.com (англоязычный) и др. Выбор каталога зависит от вкусов пользователя, степени проработанности его тематической структуры, скорости доступа к ресурсам каталога и т.д.

2. Чтобы попасть на эту страничку, вам надо вписать URL(адрес) данного сайта в адресную строку вашего Интернет-обозревателя (браузера), которая находится в верхней части окна.

3. Перед вами откроется главная страница поисковой системы, например «Апорт».

4. Находим на этой странице ссылку на подкаталог «Наука и образование» и кликаем на ней мышью. Теперь мы попадаем на следующую страницу каталога, где пользователю предлагается выбрать интересующую его рубрику.

5. Ищем на этой странице ссылку на рубрики. Кликаем на нее. Загружается следующая страница, на которой будут ссылки на подрубрики. Под списком рубрик появятся ссылки на конкретные Интернет-ресурсы. Вы выбираете интересующий вас ресурс (при этом можно пользоваться краткой аннотацией, рейтингом популярности сайта, информацией о времени его последнего обновления) и кликаете на его ссылке. Откроется новое окно браузера, в которое будет загружен выбранный вами сайт.

Помимо **тематического поиска** в любом Интернет-каталоге есть **контекстный поиск**. Попробуем по Интернет-каталогу найти **ссылки** на газету «География».

1. Набираем в окне браузера адрес любого из русскоязычных каталогов.

2. В появившемся поисковом окне набираем целиком словосочетание, например «газета География», если система может работать со словосочетаниями, или слово «газета», а потом во втором поиске

«география», если такой функции в системе не предусмотрено (www.aport.ru). Не забудьте только при втором поиске напротив поискового окна поставить галочку «Искать в найденном».

3. Через несколько секунд на экране вашего компьютера появятся первые десять или двадцать ссылок на Интернет-страницы, где поисковая система нашла указанные вами слова. При необходимости после просмотра первой порции ссылок на Интернет-ресурсы можно перейти к следующим. Ссылки на них вы найдете внизу экрана.

4. Для сохранения интересующих вас Интернет-страниц достаточно кликнуть мышкой на меню «файл» (оно находится в самой верхней части браузера) и выбрать пункт «сохранить как».

5. Появится диалоговое окно, где вам нужно будет указать папку для сохранения данной страницы, вписать имя, под которым она будет сохранена (по умолчанию страница сохраняется под тем же именем, что она имеет в Интернете).

6. Если все указано правильно, смело нажимайте на «ОК», в противном случае выбирайте «Отмену».

Часто бывает так, что всю страницу сохранять необязательно, так как интерес вызывают лишь отдельные ее элементы. Текстовая часть страницы без графики и средств мультимедиа сохраняется как файл языка HTML. Часто имеет смысл сохранять только текст, так как любые графические объекты занимают много места на дискетах и жестких дисках компьютера.

Если вам необходимо сохранить только графические элементы страницы (рисунки, фотографии и т.д.), достаточно кликнуть на интересующей вас картинке правой клавишей мыши. Появится диалоговое окно, в котором следует выбрать пункт «Сохранить рисунок как».

Следует помнить, что вы не сможете редактировать составленные в формате HTML Интернет-страницы. В случае если вам по каким-то причинам нужно **внести** в них **правку**, дополнить своими материалами, включить в готовый текстовый документ, то нужно:

1. Выделить мышью в окне браузера необходимый фрагмент текста (весь текст выделяется после нажатия на команды меню «правка» и «выделить все»);
2. Копировать его (команда «копировать» на вкладке «Правка» / «edit»);
3. Вставить в нужный текстовый файл в программе Word (команда «Вставить» / «Paste»).

Вы также можете **распечатать** нужные вам страницы:

1. Одновременно нажмите клавиши ctrl и P или выберите команду «Печать» / «Print» на вкладке «Файл».
2. Если вам не нужно распечатывать всю страницу, то вы можете распечатать ее фрагмент. Для этого вы выделяете интересующий участок страницы мышью, а в диалоговом окне печати, указывая диапазон печати, выберите пункт «Выделенный фрагмент».
3. Если вы хотите вернуться на предыдущую страницу, достаточно кликнуть мышкой кнопку «Назад», которая находится в левом верхнем углу окна вашего браузера. Обратный шаг можно сделать, нажав на стрелку «Вперед».

Для того чтобы в следующий раз точно попасть на нужную вам страницу Интернета, совсем не обязательно переписывать ее адрес, часто громоздкий и сложный. Достаточно всего лишь добавить ссылку на страницу в папке «Избранное» (она расположена вверху экрана, на рабочей панели браузера). Если вы хотите запомнить много страниц и к тому же систематизировать их, то направляйтесь на специальный сайт www.zakladki.ru, где вы сможете сохранить гиперссылку на любую Интернет-страницу. В этом случае вы сможете работать не только со ссылками, подобранными вами, но и другими пользователями (при условии, что доступ к ним не закрыт паролем).

8 Использование электронной почты

Интернет предоставляет еще одну уникальную возможность – вступить в переписку с другими пользователями глобальной компьютерной сети посредством **электронной почты** (e-mail).

В настоящий момент существует много серверов (такие, как www.mail.ru, www.hotmail.ru и др.), которые дают возможность завести бесплатный электронный почтовый ящик.

Чтобы пользоваться почтовым ящиком вам надо:

1. Зарегистрироваться на этих сайтах.
2. Внимательно изучите все условия пользования своим электронным ящиком. Помните, что многие бесплатные почтовые ящики прекращают свое существование, если клиент к ним долгое время не обращается.
3. Не забывайте также и то, что сам электронный ящик находится у вас дома лишь виртуально. На самом деле он размещен на сервере обслуживающей вас компании, которая предоставляет вам определенный участок сервера (как правило, около 5 мб).
4. Чтобы не возникало проблем с приемом и пересылкой сообщений, не забывайте регулярно чистить свой электронный почтовый ящик, уничтожая старые сообщения или пересохраняя их на жестком диске вашего компьютера.

Чтобы пользоваться электронной почтой, вам необходимо уметь проделывать следующие операции:

1. Вызовите программу по отправке почтовых сообщений (например «Outlook express»).
2. Если вы хотите отправить электронное сообщение, необходимо кликнуть мышкой на кнопке «Создать сообщение» или «Написать письмо».
3. Появится окно вашего письма.
4. В строке «Кому» указывается адрес электронной почты получателя.

Адрес обязательно должен включать символ @.

5. Наберите с клавиатуры компьютера электронный адрес получателя вашего сообщения, например geo@1september.ru – адрес электронного почтового ящика газеты «География».
6. В строке «Копия» указываются адреса электронной почты тех адресатов, кому вы хотите послать копию данного сообщения (поле необязательно к заполнению).
7. В строке «Тема» указывается то словосочетание, которое увидит получатель вашего сообщения еще до ознакомления с его содержанием. Часто в этой строке в кратком виде формулируют основную идею послания (например, «Привет!» или «Материал к докладу» и др.).
8. После того как заполнена шапка письма, можете переходить в основное окно, где непосредственно пишете текст вашего сообщения.

По электронной почте вы можете **переслать любой файл с вашего компьютера** любому адресату.

1. При создании письма вам следует кликнуть по виртуальной кнопке «Вложить» в верхней части экрана.
2. Появится диалоговое окно, которое позволит выбрать нужный файл (или файлы) для пересылки. Вы должны знать, что прикреплять к вашему электронному сообщению можно не только текстовые файлы, но и графические, установочные и вообще любые.
3. Когда письмо готово, еще раз проверьте, верно ли указан адрес, после чего нажимаете клавишу «Отправить». Ваше сообщение отправлено.
4. Если вы по ошибке указали несуществующий адрес или электронный ящик вашего адресата по каким-нибудь причинам не работает, то ваше сообщение через несколько минут вернется обратно с уведомлением о существующих проблемах пересылки.

Для прочтения той почты, которая приходит к вам, необходимо:

1. Открыть папку «Входящие» вашей почтовой программы. Кликните мышкой на ссылке «Входящие».

2. Перед вами появится окно с обратными адресами, темами и сроками прихода всех неудаленных писем, которые пришли на ваш электронный адрес.
3. Чтобы прочесть письмо, достаточно кликнуть на его заголовке. Перед вами откроется окно с содержанием данного письма.
4. Вы можете ответить на это письмо, кликнув по ссылке «ответить». В этом случае компьютер автоматически заполнит строку с адресом, вписав туда адрес, с которого вам пришло это письмо. Весь текст исходного письма отобразится в основном окне и станет доступен для редактирования и дополнения.
5. Чтобы сохранить на своем компьютере пришедший к вам вложенный файл (письма с вложенными файлами помечены символом скрепки), надо открыть это письмо. Если вложен графический файл, он будет открыт в основном окне сообщения. В том случае, если прикрепленный файл имеет какой-либо другой формат, то, нажав на скрепку, вы можете ознакомиться с именами и форматом приложенных файлов. Эти файлы можно открыть, кликнув на них мышью, а можно сохранить, не открывая, выбрав пункт «сохранить вложения» из нисходящего списка под изображением скрепки.

При необходимости вы можете **переслать пришедшее вам письмо** другому адресату по вашему выбору, для этого надо кликнуть правой клавишей мыши по ссылке на это сообщение в окне «Входящие» и выбрать из нисходящего списка команду «Переслать».

9 Виды и содержание самостоятельной работы студента

Рабочей программой предусмотрено несколько видов самостоятельной работы студента:

Подготовка к практическим занятиям, конспектирование источников, самостоятельное изучение тем.

Самостоятельно изучаются следующие вопросы:

1. Методы оптимизации секционирования распределительных сетей.
2. Методы расчета оптимального фонда резервирующего оборудования в условиях ограничений.

По самостоятельно изученным вопросам производится контроль в форме устного опроса.

Перечень основной литературы:

- 1 Аттетков, А. В. Методы оптимизации Электронный ресурс : Учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - Саратов : Вузовское образование, 2018. - 272 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4487-0322-5
- 2 Брусенцев, А. Г. Методы оптимизации Электронный ресурс : Учебное пособие / А. Г. Брусенцев, О. В. Осипов. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. - 263 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
- 3 Филиппова, Т. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем / Т.А. Филиппова ; Ю.М. Сидоркин ; А.Г. Русина. - 2-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 359 с. - ISBN 978-5-7782-2743-9

Перечень дополнительной литературы:

- [illegible]