

В. П. Пространственный расчет балочных пролетных строений мостов на лесовозных дорогах по методу «упруго оседающих и поворачивающихся опор» // Лесн. журн.— 1973.— № 6.— С. 55—62.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Улицкий Б. Е. Пространственный расчет бездиафрагменных пролетных строений мостов.— М.: Автотрансиздат, 1963.— 205 с. [6]. Уманский А. А. Специальный курс строительной механики. Ч. 2.— М.; Л.: Госстройиздат, 1940.— 196 с.

Поступила 21 апреля 1986 г.

УДК [630*848 + 674 : 008] : 621.3.016

ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ РАСЧЕТА НА ЭВМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. М. АЛЯБЬЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Расчет электрических нагрузок отдельных электрифицированных установок, технологических участков, цехов и заводов— основа дальнейшего проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий. Значения ожидаемых электрических нагрузок определяют выбор элементов и технико-экономические показатели проектируемой системы электроснабжения. Именно по ним производят выбор источников электроэнергии, трансформаторов, токоведущих элементов, средств защиты и устройств компенсации реактивной мощности. Ошибки при расчете электрических нагрузок вызывают либо неоправданный перерасход средств и материалов, либо нарушения в нормальной эксплуатации электрооборудования и устройств электроснабжения предприятий и, как следствие, снижение выпуска продукции.

Подсистема расчета электрических нагрузок входит в общую систему автоматизированного проектирования электротехнической части (САПРЭ) лесопромышленных предприятий. Основные направления работы по созданию подсистемы, освещаемые в настоящей статье [4]: организация банка необходимых исходных данных (информационное обеспечение) и разработка программных модулей решения различных задач подсистемы на ЭВМ (программное обеспечение).

В процессе проектирования расчет электрических нагрузок проводят многократно: для отдельных потребителей электроэнергии (ПЭ), разнообразных групп ПЭ, узлов схемы электроснабжения и трансформаторных подстанций. Электрические нагрузки— активная P (кВт), реактивная Q (кВАр), полная S (кВа) и ток I (А)— дополнительно подразделяют на средние (за наиболее загруженные смены), максимальные (чаще за промежуток времени в 30 мин) и пиковые (длительностью в доли или несколько секунд). Это объясняется наличием в схеме электроснабжения элементов, выбор которых осуществляется по значениям электрических нагрузок, относящихся к разным промежуточным временам [5].

Информационное обеспечение подсистем расчета электрических нагрузок должно базироваться на достоверных исходных сведениях о ПЭ лесопромышленных предприятий. Состав этих сведений предопределяется утвержденной методикой расчета [5] и содержит информацию, полученную из подсистем проектирования электрооборудования и электрического освещения (табл. 1), а также о технических данных трехфазных трансформаторов.

В соответствии с методическими указаниями [5] все ПЭ следует предварительно подразделить на две подгруппы: I— с переменным и II— с практически постоянным графиками нагрузки. Осветительные

Таблица 1

Исходная информация для расчета электрических нагрузок групп потребителей лесопромышленных предприятий

Показатель	Обозначение	Значение для потребителя			
		1	2	...	<i>n</i>
Номер подгруппы	I или II				
Число одинаковых потребителей	n_i				
Номинальные мощности:					
активная	P_{ni}				
реактивная	Q_{ni}				
Наибольший из пусковых токов электродвигателей	$i_{n,max}$				
Номинальный ток этого двигателя	i_n				
Расчетные коэффициенты:					
использования	k_{ni}				
спроса	k_{ci}				
реактивной мощности	$tg \varphi_i$				
	$tg \varphi_i$				

установки относятся ко второй подгруппе; для них указывают номинальные мощности $P_{ном}$ и $Q_{ном}$ (в строках p_{ni} и q_{ni}) и расчетный коэффициент спроса осветительной нагрузки $K_{с.о}$ (в графе k_{ni}).

Информацию из работ [3, 5] можно представить в виде организованного набора данных, характеризующих любой ПЭ, так называемых файлов, хранящихся во внешних запоминающих устройствах ЭВМ. Сведениям о каждом ПЭ присваивают свой порядковый номер 1, 2, 3, ..., n (адрес), по которому они могут быть вызваны и скопированы во внутреннюю память (оперативно-запоминающее устройство) ЭВМ, что позволяет легко получить информацию для расчета нагрузок группы, состоящей из любого сочетания ПЭ (см. варианты 1...5).

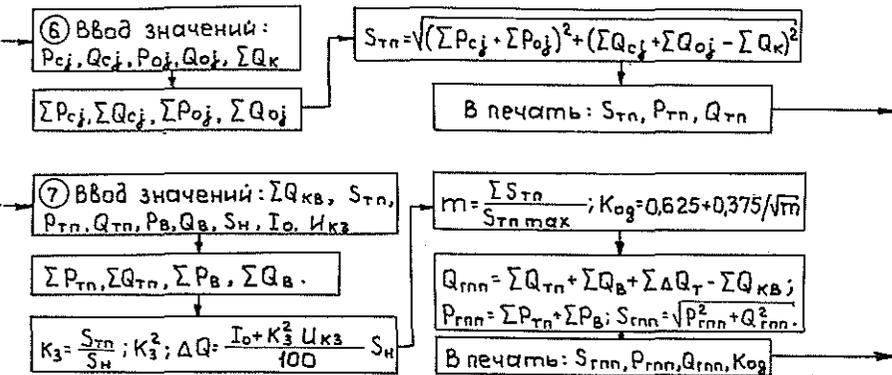
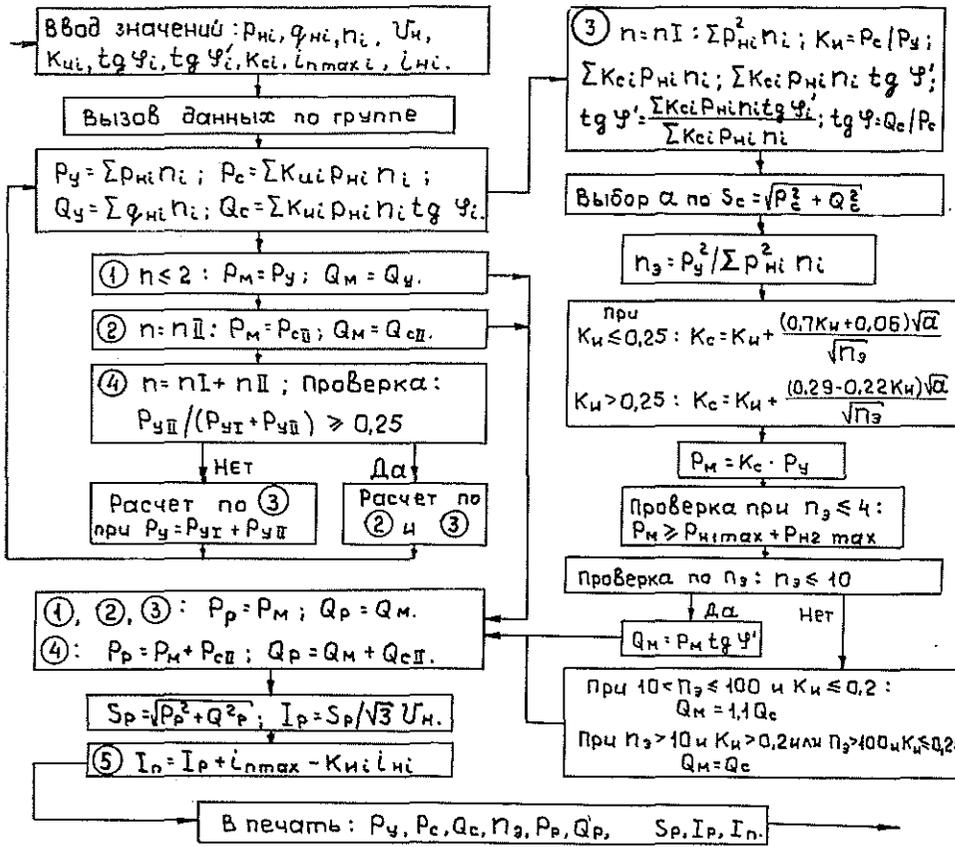
Расчет нагрузок потребительских и головных трансформаторных подстанций (варианты 6 и 7) требует предварительного определения нагрузок всех подключенных к ним групп потребителей электроэнергии и, следовательно, является естественным последующим этапом расчета электрических нагрузок предприятия. При этом используют дополнительные сведения о мощности устройств компенсации реактивных нагрузок потребителей и о паспортных данных трансформаторов.

Методической основой расчетов электрических нагрузок лесопромышленных предприятий являются результаты исследований, выполненных в Ленинградской лесотехнической академии [1—3], и разработанные на их базе указания [5], утвержденные Минлесбумпромом СССР.

Программное обеспечение подсистемы целесообразно создавать начиная с разработки отдельных программных модулей, обеспечивающих законченное решение каждой информационно-логической или расчетной задачи подсистемы [4]. Причем желательно, чтобы все модули базировались на общем информационном потоке подсистемы, рассмотренном выше. Разберем последовательно алгоритмы и блок-схемы программных модулей по различным задачам (варианты 1...7) расчета на ЭВМ электрических нагрузок лесопромышленных предприятий (см. схему).

1. Расчет электрических нагрузок группы, состоящей из одного или двух ПЭ. Средние и максимальные активные и реактивные нагрузки группы принимают равными суммам соответственно средних и номинальных мощностей ПЭ

$$P_c = \Sigma k_{ni} p_{ni} = k_{n1} p_{n1} + k_{n2} p_{n2};$$



Блок-схемы программ расчета на ЭВМ электрических нагрузок группы потребителей (варианты 1...5) и трансформаторных подстанций (6, 7) лесопромышленных предприятий

$$P_M = P_y = \sum p_{нi} = p_{н1} + p_{н2};$$

$$Q_c = \sum k_{иi} p_{нi} \operatorname{tg} \varphi_i = k_{и1} p_{н1} \operatorname{tg} \varphi_1 + k_{и2} p_{н2} \operatorname{tg} \varphi_2;$$

$$Q_M = Q_y = \sum q_{нi} = q_{н1} + q_{н2}.$$

2. Алгоритм расчета групп или подгрупп ПЭ с практически постоянным графиком нагрузки (II) предусматривает такую последовательность действий с исходными данными табл. 1 (при $n = n_{II}$):

установленная активная мощность

$$P_{yII} = \Sigma p_{ni} n_{iII};$$

средние нагрузки

$$P_{cII} = \Sigma k_{ni} p_{ni} n_{iII}; \quad Q_{cII} = \Sigma k_{ni} p_{ni} n_{iII} \operatorname{tg} \varphi_i;$$

максимальные нагрузки

$$P_M = P_{cII}; \quad Q_M = Q_{cII}.$$

3. Порядок расчета электрических нагрузок узлов схемы электроснабжения, групп или подгрупп, объединяющих ПЭ с переменным графиком нагрузки (I), предусмотренный в работе [5], указан в правой части блок-схемы программы (см. рис.). Значения коэффициента a при напряжении $U_n = 0,38$ кВ выбирают из табл. 2 в зависимости от средней полной мощности S_c .

Таблица 2

S_c , кВА	До 50	≥ 50	≥ 110	≥ 145
a	1	2	3	4

Программой предусмотрено, что при эффективном числе ПЭ $n_s \leq 4$ максимум активной нагрузки P_M должен быть не менее суммы номинальных мощностей двух наиболее крупных ПЭ узла, группы или подгруппы [5]:

$$P_M \geq p_{n1max} + p_{n2max}.$$

Корреляционные уравнения для определения коэффициента спроса активной мощности K_c , полученные при статистической обработке данных обследования электрических нагрузок лесопромышленных предприятий, впервые были опубликованы в работе [1] и использованы в работах [2, 5].

4. Для узлов и групп, включающих ПЭ как с переменным (I), так и с практически постоянным (II) графиками нагрузки, проводят дополнительную проверку. Если установленная мощность второй подгруппы P_{yII} равна или превышает 25 % суммарной установленной мощности обеих подгрупп $P_y = P_{yI} + P_{yII}$, то расчет ведут отдельно по каждой из подгрупп (варианты 2 и 3), а суммарные расчетные нагрузки узла или группы в целом находят сложением их максимумов [5]:

$$P_p = P_M + P_{cII}; \quad Q_p = Q_M + Q_{cII}.$$

При $P_{yII} / (P_{yI} + P_{yII}) < 0,25$ расчет проводят так же как для группы ПЭ с переменным графиком нагрузки (вариант 3).

5. Пиковый ток группы ПЭ при напряжении $U_n < 1$ кВ [5]

$$I_n = I_p + i_{nmax} - k_{ni} i_{ni},$$

где i_{ni} — номинальный ток двигателя с наибольшим пусковым током (i_{nmax});

k_{ni} — индивидуальный коэффициент использования этого двигателя.

Для любых групп ПЭ или узлов схемы электроснабжения в печать выводят значения P_y , P_c , Q_c , n_s , расчетных нагрузок P_p , Q_p , S_p , I_p и

пикового тока I_p . Как свидетельствует опыт проектирования в ГПИ Гипролестранс, этих данных достаточно для выбора требуемых элементов схемы электроснабжения и выполнения, в случае необходимости, дополнительных или промежуточных, проверочных расчетов, например, нахождения расчетных коэффициентов, характеризующих режимы электропотребления группы:

$$K_{II} = P_c/P_y; K_c = P_m/P_y;$$

$$\operatorname{tg} \varphi = Q_c/P_c; \operatorname{tg} \varphi' = Q_m/P_m.$$

6. Расчетные нагрузки трансформаторных подстанций (ТП) определяют по исходным данным, полученным выше, по каждой j -й группе ПЭ, подключенной к рассматриваемой подстанции P_{cj} и Q_{cj} , сведениям о нагрузках осветительных установок $P_{oj} = P_{н.о} K_{с.о}$ и $Q_{oj} = Q_{н.о} K_{с.о}$ и результатам расчета требуемой суммарной мощности устройств компенсации реактивных нагрузок ПЭ, получающих питание от этой ТП — ΣQ_k . (См. блок-схему программы расчета, там же указаны результаты, выводимые в печать).

7. Для установления полной нагрузки головной понизительной трансформаторной подстанции (ГПП) необходимо знать расчетные нагрузки всех потребительских ТП: $P_{ТП} = \Sigma P_{cj} + \Sigma P_{cj}$, $Q_{ТП} = \Sigma Q_{cj} + \Sigma Q_{cj} - \Sigma Q_k$, $S_{ТП}$ (т. е. результаты расчета по задаче 6), ПЭ напряжением выше 1 кВ — P_b и Q_b , суммарную мощность высоковольтных конденсаторов $\Sigma Q_{к.в}$, а также паспортные данные выбранных трансформаторов потребительских ТП: номинальную мощность S_n , ток холостого хода I_0 , напряжение короткого замыкания $U_{к.з}$, по которым определяют реактивные потери в этих трансформаторах ΔQ_T .

Коэффициент загрузки трансформатора K_z находят из отношения его полной расчетной нагрузки $S_{ТП}$ к номинальной мощности S_n . Коэффициент одновременности $K_{од}$ учитывает, что при большом числе ПЭ, подключенных к ГПП, одновременно все они никогда не работают. Значение $K_{од}$ вычисляют в зависимости от соотношения суммарных полных расчетных нагрузок ТП $\Sigma S_{ТП}$ и наибольшей из них $S_{ТПmax}$ при коэффициенте вариации нагрузок ТП лесопромышленных предприятий за наиболее загруженную смену $V_{с.тп} = 0,15$. Это допущение правомерно, поскольку, как установлено при обследованиях, практически всегда $V_{с.тп} \geq 0,15$.

Таким образом, нами определены объем необходимой информации и содержание программных модулей задач подсистемы расчета на ЭВМ электрических нагрузок лесопромышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алябьев В. М. Корреляционные уравнения для определения электрических нагрузок лесопромышленных предприятий // Лесн. журн.— 1977.— № 6.— С. 76—81. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Алябьев В. М. Методика расчета электрических нагрузок лесопромышленных предприятий // Лесн. журн.— 1978.— № 1.— С. 69—73. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Алябьев В. М., Распопин А. А. Методика определения и численные значения коэффициентов, применяемых при проектировании электроснабжения лесозаготовительных предприятий. Технический указатель.— Л.: ГПИ Гипролестранс, 1977.— С. 22—32. [4]. Алябьев В. М., Толоконников А. В. К созданию системы автоматизированного проектирования электротехнической части лесопромышленных предприятий // Лесн. журн.— 1987.— № 3.— С. 49—51 (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Методические указания по расчету электрических нагрузок лесопромышленных предприятий / В. М. Алябьев, В. В. Коршунов, Р. Г. Исаева, А. А. Распопин.— М.: Минлеспром СССР, 1977.— 62 с.