

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

МЕТОДИКА
ОПТИМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТАИ
В ЭНЕРГЕТИКЕ



ОРГРЭС
Москва 1991

МЕТОДИКА
ОПТИМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТАИ
В ЭНЕРГЕТИКЕ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва

1991

РАЗРАБОТАНО предприятием "Уралтехэнерго" и
НИИ экономики энергетики

ИСПОЛНИТЕЛИ Н.Г.РАДЧОВА (Уралтехэнерго)
А.И.ЗАГЯНСКИЙ, Н.И.КИСЛИЦА (НИИ экономики энергетики)

УТВЕРЖДЕНО ПО "Союзтехэнерго"

Заместитель главного инженера Л.Я.ЛИПОВЦЕВ
25.12.89 г.

МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТАИ
В ЭНЕРГЕТИКЕ

Срок действия установлен
с 01.01.90 г.
до 01.01.97 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. На электростанциях Минэнерго СССР действует система технического обслуживания и ремонта технических средств (т.с.) ТАИ, которая включает: плановое техническое обслуживание, плановые текущий и капитальный ремонты, неплановый (аварийный) ремонт при отказе.

Ремонты могут выполняться на базе цехов ТАИ электростанций и централизованно на специализированном ремонтном предприятии, причем предприятие может иметь в энергосистеме несколько ремонтных баз, например на крупных электростанциях.

1.2. Разработанная методика позволяет с учетом особенностей конкретного энергообъединения выбрать оптимальный вариант организации ремонта, т.е. определить количество ремонтных баз и места их размещения.

Число ремонтных баз в энергообъединении может быть минимальным, т.е. одна, а максимальное число определяется условием выполнения ремонта, т.е. на базе собственных цехов ТАИ электростанций и, следовательно, равно их числу в энергообъединении.

1.3. Выбор оптимального варианта организации ремонта т.с. ТАИ производится на основе сопоставления возможных вариантов, отличающихся количеством ремонтных баз.

Критерием оптимальной организации ремонта является минимум расчетных затрат, связанных с осуществлением рассматриваемых вариантов. При этом расчетные затраты определяются только по тем

составляющим текущих и единовременных затрат, значения которых в целом по энергосистеме могут изменяться при изменении количества, мощности и мест размещения ремонтных баз. Не учитываются, например, текущие составляющие затрат на ЗИП и вспомогательные материалы.

1.4. Расчетные затраты Z (руб.) по любому из возможных вариантов организации ремонта определяются по формуле

$$Z = C_p + C_{тр} + E(K_{тр} + K_{о.ф} + K_{опф} + Y_n) + C_{ав}, \quad (I)$$

где C_p - затраты на ремонт рассматриваемого вида т.с. ТАИ на всех базах энергосистемы за год, руб.;

$C_{тр}$ - годовые транспортные издержки на перевозку ремонтируемого оборудования, руб.;

E - нормативный коэффициент, равный 0,15;

$K_{тр}$ - капиталовложения в автотранспорт для перевозки ремонтируемого оборудования, руб.;

$K_{о.ф}$ - единовременные затраты на дополнительный обменный фонд т.с., руб.;

$K_{опф}$ - стоимость основных производственных фондов, руб.;

Y_n - возможные убытки от ликвидации промышленно-производственных фондов в цехах ТАИ, руб.;

$C_{ав}$ - затраты на аварийно-восстановительный ремонт т.с., вышедших из строя в процессе транспортировки, руб.

Если необходимо выбрать оптимальный вариант организации ремонта для нескольких видов т.с. ТАИ, то рассчитывается сумма затрат по всем видам т.с.

1.5. Годовой объем ремонта (Q_r) по каждому виду т.с. в целом по энергосистеме принимается постоянным, не зависящим от варианта организации ремонта.

1.6. Эффект от централизации ремонта т.с. ТАИ выражается в снижении себестоимости ремонта при увеличении мощности базы (за счет повышения производительности труда и снижения среднего разряда ремонтного персонала) и более эффективном использовании основных производственных фондов (ОПФ). При этом растут затраты на создание дополнительного обменного фонда т.с., на транспортировку, аварийно-восстановительный ремонт т.с., выходящих из строя

в процессе перевозки. Эти статьи затрат могут в различной степени снижать эффект от централизации.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

2.1. При подготовке исходных данных для расчета были построены зависимости основных технико-экономических показателей ремонтного производства от объема ремонта (рис.1, 2 и 3) для трех массовых групп аппаратуры - вторичных приборов серии КС, датчиков с унифицированным выходом и аппаратуры авторегулирования "Каскад-1". Графики построены по фактическим данным, полученным на семи электростанциях Минэнерго СССР и четырех производственных предприятиях НПО "Энергоавтоматика". Исходная информация приведена в справочном приложении I.

Годовой объем ремонта Q_{ℓ} (шт.) ℓ -го типа аппаратуры в цехах ТАИ электростанций определялся как сумма всех возможных видов капитальных, текущих и аварийных ремонтов этой аппаратуры за один календарный год:

$$Q_{\ell} = G_{\ell} (f_{K\ell} + f_{T\ell} + \lambda_{ab\ell} \cdot 7500), \quad (2)$$

где G_{ℓ} - количество аппаратуры ℓ -го типа, эксплуатируемой на электростанции, шт.;

$f_{K\ell}, f_{T\ell}$ - частота плановых капитальных и текущих ремонтов аппаратуры ℓ -го типа по графику, принятому на электростанции, 1/год;

$\lambda_{ab\ell}$ - параметр потока отказов аппаратуры ℓ -го типа, полученный в результате ранее проводимых испытаний на надежность т.с. ТАИ, 1/ч;

7500 - средняя продолжительность работы аппаратуры ТАИ за год, ч,

Согласно отраслевым нормам, текущий ремонт рекомендуется только для аппаратуры электропривода, для других т.с. ТАИ принимается $f_{T\ell} = 0$. Для электронных блоков авторегулирования принимается $f_{K\ell} = 0$, так как капитальный ремонт этой аппаратуры по составу сводится к лабораторной проверке.

Годовой объем ремонта по каждой из трех групп аппаратуры оп-

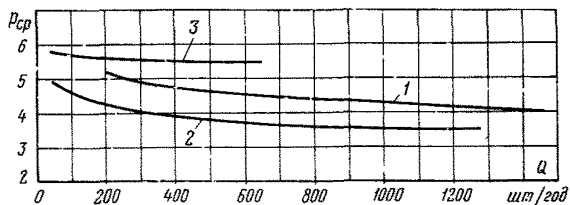


Рис.1. Зависимость среднего разряда ремонтного персонала (P_{cp}) от объема ремонта (Q):

1 - вторичные приборы; 2 - датчики; 3 - аппаратура "Каскад"

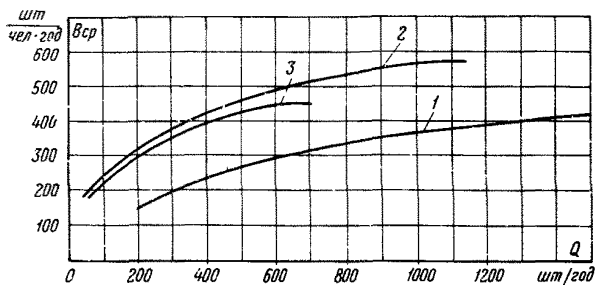


Рис.2. Зависимость средней выработки ремонтного персонала (V_{cp}) от объема ремонта.

Обозначения см.рис.1

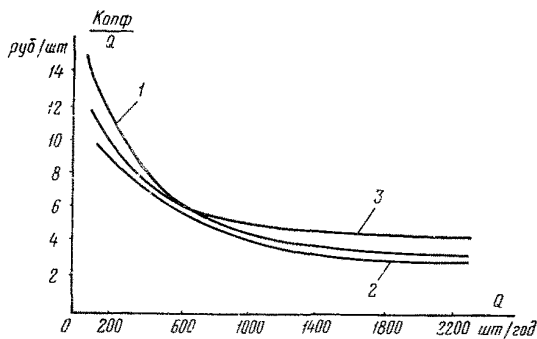


Рис.3. Зависимость удельной стоимости от объема ремонта.

Обозначения см. рис.1

редеалалса как сумма годовых объемов ремонта по всем входящим в нее типам. Например, для вторичных приборов $Q_{\beta, n}$ (шт.) составляет:

$$Q_{\beta, n} = \sum_{\ell=1}^L Q_{\ell} , \quad (3)$$

где L - количество типов приборов серии КС.

Значения технико-экономических показателей, приведенных на рис. 1, 2 и 3 (разряд персонала, средняя выработка одного рабочего в год, удельная стоимость ОИФ), являются усредненными по группам.

Средняя годовая выработка одного рабочего по вторичным приборам $B_{\beta, n}$ (шт./чел.) определялась по формуле

$$B_{\beta, n} = \frac{Q_{\beta, n}}{r_p \alpha_{\beta, n}} , \quad (4)$$

где r_p - количество персонала, занятого ремонтом вторичных приборов, чел.;

$\alpha_{\beta, n}$ - коэффициент загрузки персонала ремонтом вторичных приборов.

Коэффициент $\alpha_{\beta, n}$ для цехов ТАИ электростанций определялся как доля трудозатрат на ремонт вторичных приборов в суммарных трудозатратах на участке КИП. При этом использовались отраслевые нормативные материалы и результаты работ, проводимых в Уралтехэнерго по определению суммарных трудозатрат и численности персонала цеха ТАИ тепловой электростанции¹.

Для определения коэффициента $\alpha_{\beta, n}$ цехов централизованного ремонта предприятий НПО "Энергоавтоматика" использовались стоимостные показатели из годовых отчетов предприятий. Годовые объемы ремонта в натуральных показателях также взяты из отчетов предприятий.

¹См. "Технико-экономические нормы системы технического обслуживания и ремонта средств тепловой автоматики и измерений, эксплуатируемых на предприятиях Минэнерго СССР: 34-88-001-87" (М.: СПО Сибтехэнерго, 1987).

2.2. В табл. I представлены средние расчетные значения себестоимости ремонта для трех групп аппаратуры в зависимости от годового объема ремонтных работ с учетом районных коэффициентов к заработной плате.

Себестоимость ремонта C (руб./шт.) рассчитывалась по формуле

$$C = \frac{R_{\text{э.ф}} V}{B_{\text{ср}}} , \quad (5)$$

где $R_{\text{э.ф}}$ - расчетное значение годового эффективного фонда рабочего времени ремонтного персонала цеха ТАИ, принятое равным 1840 ч;

V - средняя тарифная ставка ремонтного персонала¹ в зависимости от разряда с учетом районных коэффициентов и премий к заработной плате, руб. Значение среднего разряда взято из графика рис. I;

$B_{\text{ср}}$ - средняя выработка на одного рабочего в год, определяемая по графикам рис. 2, шт./чел.

2.3. В табл. 2 приведено необходимое количество рабочих мест для ремонта трех групп аппаратуры ТАИ в зависимости от объема ремонта, рассчитанное с помощью графиков рис. 2 путем округления до большего целого отношения $Q/B_{\text{ср}}$.

2.4. Значения удельной стоимости (руб./шт.) основных производственных фондов для различных значений объемов ремонта (см. рис. 3) определялись из соотношения

$$\frac{K_{\text{опф}}}{Q} = \frac{n_{\text{р.м}} C_{\text{р.м}}}{Q} ,$$

где $n_{\text{р.м}}$ - количество рабочих мест для ремонта, взятое по табл. 2, в средних точках рассмотренных интервалов объемов ремонта.

$C_{\text{р.м}}$ - стоимость оснащения одного рабочего места², равная для вторичных приборов 1500 руб., для аппаратуры "Каскад" - 2000 руб., для датчиков - 2000 руб.

¹Определяется согласно Постановлению Совета Министров СССР от 17.09.86 г., № IIII.

²Стоимость рабочего места определяется отдельно для каждой энергосистемы в зависимости от оснащения рабочего места.

Т а б л и ц а I

| Вторичные приборы серии КС | | | Датчики с унифицированным выходом | | | Аппаратура авторегулирования Каскад-I | | |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|------|
| Годовой объем ремон- та, шт. | Себестоимость ре- монта, руб /шт. при коэффициенте | | Годовой объем ремон- та, шт. | Себестоимость ре- монта, руб/шт. при коэффициенте | | Годовой объем ремон- та, шт. | Себестоимость ре- монта, руб/шт. при коэффициенте | |
| | I,0 | I,15 | | I,0 | I,15 | | I,0 | I,15 |
| I00-I50 | 17,6 | 19,4 | 50-I00 | 8,0 | 8,9 | 50-I00 | 9,8 | 10,7 |
| I5I-200 | 13,3 | 14,7 | I0I-I50 | 7,1 | 7,9 | I0I-I50 | 8,1 | 9,0 |
| 20I-250 | 10,1 | 11,1 | I5I-200 | 6,4 | 7,1 | I5I-200 | 7,3 | 8,1 |
| 25I-300 | 8,7 | 9,6 | 20I-250 | 5,8 | 6,5 | 20I-250 | 6,7 | 7,3 |
| 30I-400 | 7,7 | 8,5 | 25I-300 | 5,0 | 5,6 | 25I-300 | 6,2 | 6,8 |
| 40I-600 | 6,7 | 7,3 | 30I-400 | 4,2 | 4,7 | 30I-400 | 5,8 | 6,4 |
| 60I-800 | 5,8 | 6,4 | 40I-600 | 3,8 | 4,2 | 40I-500 | 5,2 | 5,7 |
| 80I-I000 | 5,2 | 5,7 | 60I-800 | 3,2 | 3,6 | 50I-600 | 4,9 | 5,4 |
| I00I-I200 | 4,9 | 5,4 | 80I-I000 | 2,9 | 3,2 | 60I-800 | 4,7 | 5,2 |
| I20I-I500 | 4,6 | 5,1 | I00I-I500 | 2,8 | 3,1 | 80I-I000 | 4,4 | 4,9 |
| I50I-9000 | 3,3 | 3,6 | | | | | | |

Т а б л и ц а 2

| Этalonные приборы серии КС | | Датчики с унифицированным выходом | | Аппаратура авторегулирования "Каскад-1" | |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| Годовой объем ремонта, шт. | Количество необходимых рабочих мест | Годовой объем ремонта, шт. | Количество необходимых рабочих мест | Годовой объем ремонта, шт. | Количество необходимых рабочих мест |
| 0-100 | 1 | 0-450 | 1 | 0-400 | 1 |
| 101-600 | 2 | 451-1300 | 2 | 401-900 | 2 |
| 601-1200 | 3 | 1301-1950 | 3 | 901-1350 | 3 |
| 1201-1700 | 4 | 1951-2600 | 4 | 1351-1800 | 4 |
| 1701-2150 | 5 | 2601-3300 | 5 | 1801-2250 | 5 |
| 2151-2600 | 6 | 3301-3950 | 6 | 2251-2700 | 6 |
| 2601-3050 | 7 | | | | |
| 3051-3500 | 8 | | | | |
| 3501-3950 | 9 | | | | |
| 3951-4400 | 10 | | | | |

2.5. При необходимости исходная информация, представленная в табл. I и 2, а также на рис. 1, 2 и 3 для трех основных групп т.с. ТАИ, может быть распространена на другие близкие по типам и трудоемкостям ремонта группы т.с. Например, данные по аппаратуре "Каскад-1" могут быть использованы при выборе оптимального варианта организации ремонта аппаратуры авторегулирования "Каскад-2", "Контур", АКЭСР-2 и т.д.

Исходная информация для т.с., которые не могут быть сведены к трем перечисленным группам, должна быть получена дополнительно в последовательности, изложенной в пп. 2.1-2.4.

3. РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА

3.1. Для каждой электростанции энергосистемы с учетом ожидаемого роста определяется объем ремонта аппаратуры рассматриваемого типа на конец пятилетнего периода. Данные заносятся в табл. П2.1 рекомендуемого приложения 2.

3.2. Руководство энергосистемы намечает географические пункты, где возможно увеличение мощности существующих ремонтных баз. Затем определяются возможные варианты организации ремонта. Каждый вариант задается количеством баз J и местами их размещения. Варианты заносятся в табл. П2.2 приложения 2.

В каждом варианте базы должны распределяться равномерно по энергосистеме. В качестве мест размещения баз желательно использовать цеха ТАИ электростанций с наибольшим объемом ремонта.

3.3. По каждому намеченному варианту организации ремонта для каждой из баз определяется зона обслуживания, т.е. составляется перечень электростанций, оборудование которых будет ремонтировать-ся на этой базе.

Определяется время транспортирования оборудования от каждой электростанций до ремонтной базы. При перевозках автотранспортом средняя скорость грузовой автомашины по дорогам с твердым покрытием принимается 33 км/ч. Данные заносятся в табл. П2.3 приложения 2.

4. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА (НА ПРИМЕРЕ ВТОРИЧНЫХ ПРИБОРОВ СЕРИИ КС)

4.1. Расчет производится отдельно по каждому намеченному согласно п.3.2 варианту организации ремонта. В качестве первого принимается вариант с максимально возможным количеством баз, например равным количеству электростанций, эксплуатирующих данную аппаратуру ($J_{\text{макс}} = J$)*, второго - с количеством баз на единицу меньше и т.д., последний вариант - с минимальным количеством баз ($J_{\text{мин}} = 1$).

4.2. Ожидаемый годовой объем ремонта по каждой j -й базе (Q_j) рассчитывается суммированием объемов ремонта всех прикрепленных к данной базе электростанций.

Для каждой базы по табл. I определяется расчетное значение себестоимости (C_j) ремонта вторичных приборов в зависимости от годового объема ремонта, затем рассчитываются затраты (руб.) на производство ремонтов:

$$C_{p,j} = C_j Q_j. \quad (6)$$

Данные заносятся в табл. П2.4 приложения 2.

Суммарные затраты C_p (руб.) по энергосистеме рассчитываются как сумма затрат по всем базам в рассматриваемом варианте:

$$C_p = \sum_{j=1}^J C_{p,j}. \quad (7)$$

4.3. Транспортные издержки $C_{тр}$ (руб.) на перевозку приборов от электростанции до обслуживающей ее базы рассчитываются по формуле

$$C_{тр,i} = C_{мч} t_i \Pi_i = C_{мч} (t_{пр,i} + t_p + t_{ож}) \Pi_i, \quad (8)$$

где $C_{мч}$ - средняя себестоимость одного машино-часа работы грузового автотранспорта в энергосистеме равная 3 руб/ч;

*Возможен также вариант $J_{\text{макс}} = J + 1$ и т.д.

- t_i - время перевозки от i -й электростанции до базы и обратно, ч;
 $t_{пр_i}$ - среднее время проезда от базы и обратно, ч;
 t_p - время простоя автомашины под погрузочно-разгрузочными работами на электростанции и обслуживающей ее базе (определяется по экспертным оценкам), ч;
 $t_{ож}$ - время простоя автомашины в ожидании приема и получения приборов на базе (определяется путем экспертной оценки), ч;
 Π_i - количество поездок автомашины с ремонтируемыми приборами в течение года от электростанции до базы; значение Π_i рекомендуется принимать не более 24 (т.е. 2 раза в месяц) и не менее 12. Значение $\Pi_i = 24$ рекомендуется для электростанций, расположенных сравнительно, близко к ремонтной базе ($t_{пр_i} < 3$ ч).

При ремонте приборов на базе собственных цехов ТАИ транспортные издержки принимаются равными нулю.

Если время перевозки (t_i) превышает 8 ч, транспортные издержки (руб.) рассчитываются с учетом командировочных расходов шофера автомашины:

$$C_{тр_i} = (C_{мч} t_i + D_K 4,5) \Pi_i, \quad (9)$$

где D_K - число дней в командировке. $D_K = 2$ при $8 < t_i \leq 16$; $D_K = 3$ при $16 < t_i \leq 24$;

4,5 - суточные и квартирные за 1 командировочный день, руб.

Значения транспортных издержек заносится в табл. 12.5 приложения 2.

Суммарные транспортные издержки $C_{тр}$ (руб.) в целом по энергосистеме рассчитываются как сумма издержек по всем электростанциям:

$$C_{тр} = \sum_{i=1}^J C_{тр_i} \quad (10)$$

4.4. Потребность в автотранспорте для перевозок вторичных приборов от каждой i -й электростанции до обслуживающей ее базы (затраты машинного времени M_i (ч) в течение года) рассчитываются по формуле

$$M_i = t_i \Pi_i . \quad (11)$$

Капитальные затраты K_{TP} (руб.) на автотранспорт в целом по энергообъединению рассчитываются по формуле

$$K_{TP} = \frac{\sum_{i=1}^7 M_i}{R_{эф}} C_M , \quad (12)$$

где $R_{эф}^{TP}$ - расчетное значение эффективного фонда рабочего времени одной грузовой автомашины в течение года, принимаемое равным 1670 ч;

C_M - цена одной грузовой машины по прейскуранту, руб.

4.5. Дополнительный обменный фонд O_i (шт.) вторичных приборов на каждой i -й электростанции, обслуживаемой ремонтной базой, рассчитывается по формуле

$$O_i = \frac{Q_i}{\Pi_i} , \quad (13)$$

где Q_i - годовой объем ремонта вторичных приборов на электростанции, шт.

В случае ремонта вторичных приборов на базах собственных цехов ТАИ электростанций значение обменного фонда принимается равным нулю.

Данные заносятся в табл.П2.6 приложения 2.

Стоимость дополнительного обменного фонда $K_{о.ф}$ (руб.) вторичных приборов по энергосистеме рассчитывается по формуле

$$K_{о.ф} = \sum_{i=1}^7 O_i C_{о.ф} , \quad (14)$$

где $C_{о.ф}$ - стоимость единицы обменного фонда, руб.

4.6. Необходимое количество рабочих мест ($n_{р.м. j}$) для каждой базы определяется по табл.2 в зависимости от объема ремонта и заносится в табл.П2.7 приложения 2.

Расчетная стоимость основных производственных фондов $K_{опф}$ (руб.) по энергосистеме в каждом варианте определяется по формуле

$$K_{опф} = \sum_{j=1}^J n_{р.м. j} C_{р.м.} , \quad (15)$$

где $C_{р.м.}$ - стоимость оснащения одного рабочего места, руб.

4.7. Затраты на аварийно-восстановительный ремонт $C_{аб}$ (руб.) приборов, вышедших из строя в процессе транспортировки, рассчитываются для i -й электростанции по формуле

$$C_{аб i} = Q_i d_{аб} C_j , \quad (16)$$

где $d_{аб}$ - доля приборов, выходящих из строя в процессе транспортировки (по экспертной оценке принимается равной 2-3%);

C_j - расчетная себестоимость ремонта на j -й базе (см. п.4.2 и табл.П2.4 приложения 2), обслуживающей i -ю электростанцию, руб/шт.

Данные заносятся в табл.П2.8 приложения 2.

4.8. Убытки от ликвидации основных производственных фондов ($У_{л}$) цехов ТАИ электростанций, в случае ремонта вторичных приборов на обслуживающих базах, не рассматриваются, так как соответствующее лабораторное оборудование цеха будет использовано при ремонте других типов т.с.ТАИ и демонтажу не подлежит.

4.9. Составляющие расчетных затрат в формуле (1) определяются последовательно по каждому варианту организации ремонта вторичных приборов, указанному в п.2.2.

Данные заносятся в табл.П2.9 приложения 2.

Если суммарные приведенные затраты при уменьшении количества баз на одну не уменьшаются, а увеличиваются, рассматривать вариант с дальнейшим уменьшением количества баз нецелесообразно.

Вариант, при котором расчетные затраты будут наименьшими считается оптимальным. Варианты, при которых расчетные затраты отли-

чаются от оптимального на 2-3%, также можно считать оптимальными.

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА

5.1. Исходные данные

5.1.1. В энергообъединении "Свердловэнерго" 16 электростанций в пунктах А,Б,В,Г,Д,Е,Ж,З,И,К1,К2,К3,К4,Л,М,Н.

Требуется определить оптимальный вариант организации ремонта вторичных приборов серии КС.

В настоящее время эти приборы ремонтируются на базах цехов ТАИ всех электростанций; на базе ЦРП энергообъединения (в пунктах 0) данный ремонт не производится.

Годовой объем ремонта приборов серии КС в энергосистеме равен 9018 шт.

Распределение объема ремонта по электростанциям дано в табл.3 (по форме табл.П2.1 приложения 2).

Т а б л и ц а 3

| Электростанция | Годовой объем ремонта, шт. |
|---------------------------|----------------------------|
| А - Качканарская ТЭЦ | 120 |
| Б - Серовская ГРЭС | 357 |
| В - Среднеуральская ГРЭС | 239 |
| Г - Нижнетуринская ГРЭС | 562 |
| Д - Егоршинская ГРЭС | 156 |
| Е - Богословская ТЭЦ | 834 |
| Ж - Ново-Свердловская ТЭЦ | 1228 |
| З - Первоуральская ТЭЦ | 391 |
| И - Красногорская ТЭЦ | 440 |
| К1 - Свердловская ТЭЦ | } ТЭЦ-1 469 |
| К2 - Гурзуфская котельная | |
| К3 - Кировская котельная | |
| К4 - тепловые сети | |
| Л - Верхнетагильская ТЭЦ | 615 |
| М - Рефтинская ГРЭС | 1463 |
| Н - Белоярская АЭС | 2226 |
| 0 - ЦРП Свердловэнерго | 0 |

5.1.2. По условиям транспортировки, наличию квалифицированной рабочей силы и другим местным условиям увеличение мощностей по ремонту вторичных приборов возможно на электростанциях Г и Е, а также на базе ПРП энергообъединения О.

В табл.4 (по форме табл.П2.2) приведены возможные варианты размещения мощностей по ремонту вторичных приборов КС, включая существующий вариант.

Т а б л и ц а 4

| Номер варианта | Количество баз в варианте | Место размещения базы |
|------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| I | I | О |
| 2 | 6 | Г,Е,Ж,О,М,Н |
| 3 | 8 | Г,Е,Ж,И,О,Л,М,Н |
| 4 | 9 | Г,Е,Ж,З,И,О,Л,М,Н |
| 5 | 14 | Б,В,Г,Е,Ж,З,И,К1,К2,К3,К4,Л,М,Н |
| 6 (существующий) | 16 | А,Б,В,Г,Д,Е,Ж,З,И,К1,К2,К3,К4,Л,М,Н |

5.1.3. Зоны обслуживания каждой базы для каждого варианта и время проезда от баз до обслуживаемых электростанций приведены в табл.5 (по форме табл.П2.3 приложения 2).

Т а б л и ц а 5

| Номер варианта | Место размещения базы | Обслуживаемые электростанции | Время проезда от базы до электростанции, ч |
|----------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|
| I | О | А,Б,В,Г,Д,Е,Ж,З,И,К,Л,М | 7,5; 12; 1; 7,5; 4,5; 13,5; 0,5; 1,5; 4; 0,3; 4,5; 2 |
| 2 | Г | А,Г | 1,5; 0 |
| | Е | Б,Е | 1,5; 0 |
| | Ж | Ж | 0 |
| | О | В,К,Д,З,Л,И | 1; 0,3; 4,5; 1,5; 4; 4 |
| | М | М | 0 |
| | Н | Н | 0 |

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 5

| Номер варианта | Место размеще- ния базы | Обслуживаемые электростанции | Время проезда от базы до электростанции, ч |
|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|
| 3 | Г | А,Г | 1,5; 0 |
| | Е | Б,Е | 1,5; 0 |
| | Ж | Ж | 0 |
| | И | И | 0 |
| | О | В,К,Д,З | 1; 0,3; 4,5; 1,5 |
| | Л | Л | 0 |
| | М | М | 0 |
| | Н | Н | 0 |
| 4 | Г | А,Г | 1,5; 0 |
| | Б | Б,Е | 0; 1,5 |
| | Ж | Ж | 0 |
| | З | З | 0 |
| | И | И | 0 |
| | О | В,К,Д | 1; 0,3; 4,5 |
| | Л | Л | 0 |
| | М | М | 0 |
| 5 | Н | Н | 0 |
| | Г | А,Г | 1,5; 0 |
| | Б | Б | 0 |
| | В | В | 0 |
| | Е | Е | 0 |
| | Ж | Ж | 0 |
| | З | З | 0 |
| | И | И | 0 |
| | О | Д,К | 4,5; 0,3 |
| | Л | Л | 0 |
| | М | М | 0 |
| | Н | Н | 0 |

5.2. Расчет суммарных затрат по варианту № 4
(девять баз)

5.2.1. Расчетная себестоимость ремонта вторичных приборов и затраты на производство ремонтов приведены в табл.6 (по форме табл.П2.4), значения себестоимости ремонта взяты по табл.1.

Т а б л и ц а 6

| Номер вари- анта | Место размеще- ния базы | Обслуживае- мые элек- тростанции | Годовой объем ре- монта, шт. | Средняя себестои- мость ре- монта, руб/шт. | Затраты на производст- во ремонта, тыс.руб. |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 4 | Г | А,Г | 682 | 6,4 | 4,36 |
| | Е | Б,Е | 1191 | 5,4 | 6,43 |
| | Ж | Ж | 1228 | 4,1 | 5,03 |
| | З | З | 391 | 8,5 | 3,32 |
| | И | И | 440 | 7,3 | 3,21 |
| | О | В,К,Д | 782 | 6,4 | 5,00 |
| | Л | Л | 615 | 6,4 | 3,94 |
| | М | М | 1463 | 3,6 | 5,27 |
| | Н | Н | 2226 | 3,6 | 8,01 |
| И т о - г о ... | - | - | 9018 | - | 44,6 |

5.2.2. Транспортные издержки на перевозку вторичных приборов приведены в табл.7 (по форме табл.П2.5 приложения 2).

Т а б л и ц а 7

| Номер варианта | Обслуживаемые электростанции | Место размещения базы | Время проезда от базы до электро- станции и обрат- но, ч | Время на одну перевозку, ч | Количество поез- док за год | Транспортные издержки | | Затраты машинно- го времени авто- транспорта за год, ч |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| | | | | | | на одну поездку, руб. | за год, тыс.руб. | |
| 4 | А | Г | 3 | 9 | 12 | 27 | 0,32 | 108 |

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 7

| Номер варианта | Обслуживаемые электростанции | Место размещения базы | Время проезда от базы до электростанции и обратно, ч | Время на одну перевозку, ч | Количество поездов за год | Транспортные издержки | | Затраты машино-го времени авто-транспорта за год, ч |
|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| | | | | | | на одну поездку, руб. | за год, тыс.руб. | |
| | Б | Б | 3 | 9 | 12 | 27 | 0,32 | 108 |
| | В | О | 2 | 8 | 12 | 24 | 0,30 | 96 |
| | Г | Г | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Д | О | 9 | 15 | 12 | 45+9 | 0,65 | 180 |
| | Е | Е | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ж | Ж | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | З | З | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | И | И | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | К1, К2, К3 | О | 0,6x3 | 6,6x3 | 12 | 26,4x3 | 0,72 | 240 |
| | Л | Л | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | М | М | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| И т о - | - | - | - | - | - | - | 2,3 | 732 |

П р и м е ч а н и я: 1. Себестоимость одного машино-часа работы грузового автотранспорта равна 3 руб/ч (из формы 2-ТР).-
 2. Время простоя автомашин в ожидании приема и получения при-
 боров на базе - 4 ч.-3. Командировочные расходы за двое суток
 - 9 руб. (так как время на одну перевозку составляет 15 ч).-
 4. Транспортные издержки и затраты на автотранспорт для тепло-
 вых сетей (К4) не рассматриваются, так как они остаются неиз-
 менными во всех рассматриваемых вариантах.

5.2.3. Капитальные затраты на автотранспорт в данном вариан-
 те равны

$$K_{\text{ТР}} = \frac{732}{1670} \times 5 = 2,2 \text{ тыс.руб.},$$

где 5 - цена машины ГАЗ-53, тыс.руб.

5.2.4. Значения дополнительного обменного фонда вторичных приборов приведены в табл.8 (по форме табл.П2.6 приложения 2).

Т а б л и ц а 8

| Номер варианта | Обслужива- емые элек- тростанции | Место раз- мещения ба- зы | Годовой объем транспортиру- емых приборов, шт. | Обменный фонд, шт. |
|-------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|
| 4 | А | Г | 120 | 10 |
| | Б | Е | 357 | 30 |
| | В | О | 239 | 20 |
| | Г | Г | 0 | 0 |
| | Д | О | 156 | 13 |
| | Е | Е | 0 | 0 |
| | Ж | Ж | 0 | 0 |
| | З | З | 0 | 0 |
| | И | И | 0 | 0 |
| | К1, К2, К3 | О | 311 | 26 |
| | Л | Л | 0 | 0 |
| | М | М | 0 | 0 |
| | Н | Н | 0 | 0 |
| И т о г о... | - | - | 1183 | 99 |

П р и м е ч а н и е. Затраты на обменный фонд в тепловых сетях (К4) не рассматриваются, так как они остаются неизменными во всех рассматриваемых вариантах.

Стоимость дополнительного обменного фонда равна

$$K_{o.ф} = 99 \cdot 0,25 = 24,8 \text{ тыс.руб.},$$

где 0,25 - усредненная цена 1 вторичного прибора КС,
тыс.руб.

5.2.5. Расчетное количество рабочих мест для ремонта вторичных приборов определяется по табл.2 в зависимости от годового объема ремонта на базе и заносится в табл.9 (по форме табл.П2.7 приложения 2).

Т а б л и ц а 9

| Номер варианта | Место разме- щения базы | Годовой объем ремонта на базе, шт. | Количество необ- ходимых рабочих мест для ремонта |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 4 | Г | 682 | 3 |
| | Б | 1191 | 3 |
| | Ж | 1228 | 4 |
| | З | 391 | 2 |
| | И | 440 | 2 |
| | О | 782 | 3 |
| | Л | 615 | 3 |
| | М | 1463 | 4 |
| | Н | 2226 | 6 |
| Итого ... | - | - | 30 |

Расчетная стоимость основных производственных фондов в дан-
ном варианте равна

$$K_{\text{ОПФ}} = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ тыс.руб.},$$

где 1,5 - стоимость оснащения одного рабочего места, тыс.руб.

5.2.6. Расчетные затраты на аварийно-восстановительный ремонт
приборов, выходящих из строя при транспортировке, приведены в
табл.10 (по форме табл.П2.8 приложения 2).

Т а б л и ц а 10

| Номер вари- анта | Обслужи- ваемые электро- станции | Место разме- щения базы | Годовой объем при- боров, транспор- тируемых для ремон- та, шт. | Доля при- боров, вы- ходящих из строя при тран- спорти- ровке, % | Себесто- имость ремонта на базе, руб/шт. | Затраты на ава- рийно- восста- новитель- ный ре- монт, тыс.руб. |
|------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | А | Г | 120 | 3 | 6,4 | 0,02 |
| | Б | Б | 357 | 3 | 5,4 | 0,06 |
| | В | О | 239 | 3 | 6,4 | 0,05 |
| | Г | Г | 0 | - | - | - |

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 10

| Номер вари- анта | Обслужи- ваемые электро- станции | Место разме- щения базы | Годовой объем при- боров, транспор- тируемых для ремон- та, шт. | Доля при- боров, вы- ходящих из строя при тран- спорти- ровке, % | Себесто- имость ремонта на базе, руб/шт. | Затраты на аварийно- восстано- вительный ремонт, тыс.руб. |
|------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Д | О | 156 | 3 | 6,4 | 0,03 |
| | Е | Е | 0 | - | - | - |
| | Ж | Ж | 0 | - | - | - |
| | З | З | 0 | - | - | - |
| | И | И | 0 | - | - | - |
| | К | О | 0 | 3 | 6,4 | 0,07 |
| | Л | Л | 0 | - | - | - |
| | М | М | 0 | - | - | - |
| | Н | Н | 0 | - | - | - |
| И т о г о... | - | - | - | - | - | 0,23 |

5.2.7. Расчетные затраты для варианта № 4 (девять баз) по формуле (I) равны:

$$З = 44,5 + 2,3 + 0,2 + 0,15 \times (2,2 + 24,8 + 45) = 57,8 \text{ тыс.руб.},$$

где 44,5 - затраты на производство ремонта на базах в целом по энергосистеме, тыс.руб.;

2,3 - транспортные издержки, тыс.руб.;

0,2 - затраты на аварийно-восстановительный ремонт при-
боров, вышедших из строя при транспортировке,
тыс.руб.;

2,2 - дополнительные капитальные вложения в автотран-
спорт, тыс.руб.;

24,8 - стоимость дополнительного обменного фонда, тыс.руб.;

45 - расчетная стоимость ОПФ ремонтных баз, тыс.руб.

5.3. Аналогично рассчитываются суммарные затраты по остальным вариантам. Составляется итоговая табл. II расчетных затрат по ва-
риантам (по форме табл. П2.9 приложения 2).

Т а б л и ц а II

| Номер варианта | Количество баз в варианте | Затраты на ремонт, тыс. руб. | Транспортные издержки, тыс. руб. | Затраты на аварийно-восстановительный ремонт приборов, выходящих из строя при транспортировке, тыс. руб. | Стоимость дополнительного автотранспорта, тыс. руб. | Стоимость дополнительного обменного фонда, тыс. руб. | Стоимость основных производственных фондов, тыс. руб. | Суммарные расчетные затраты, тыс. руб. |
|----------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| I | I | 32,3 | 9,6 | 1,0 | 8,0 | 186,4 | 31,5 | 76,8 |
| 2 | 6 | 37 | 4,7 | 0,4 | 3,8 | 54,9 | 39 | 56,8 |
| 3 | 8 | 42,4 | 2,8 | 0,2 | 2,7 | 32,7 | 42 | 57,0 |
| 4 | 9 | 44,5 | 2,3 | 0,2 | 2,2 | 24,8 | 45 | 57,6 |
| 5 | 14 | 47,6 | 1,7 | 0,1 | 1,6 | 12,4 | 49,5 | 58,9 |
| 6 | 16 | 54,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55,5 | 62,3 |

(существующий)

Таким образом, минимальные расчетные затраты получаются по варианту № 2 (6 баз). Этот вариант считается оптимальным. Кроме того, к оптимальному близки варианты № 3 (8 баз), № 4 (9 баз) и 5 (14 баз).

Приложение I
Справочное

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ОБЪЕМА РЕМОНТА

| Аппаратура | Электростанция или ремонтное предприятие | Годовой объем ремонта α , шт. | Количество ремонтно- эксплуата- ционного персонала на участке ρ_p , чел. | Коэффициент загрузки персонала ремонт аппаратуры данного типа α | Средняя го- довая выра- ботка одно- го рабочего B_{cp} , шт/чел. | Средний разряд ремонт- ного персо- нала P_{cp} |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. Вторичные при- боры серии КС | Рейтинская ГРЭС (энергоблок 500 МВт) | 1463 | 11 | 0,32 | 416 | 4 |
| | Белоярская АЭС | 1334 | 13 | 0,23 | 437 | 4,1 |
| | Ново-Свердлов- ская ТЭЦ | 1228 | 10 | 0,31 | 396 | 4,3 |
| | Вильнюсская ТЭЦ | 275 | 7 | 0,15 | 243 | 5 |
| | Каунасская ТЭЦ | 502 | 6,5 | 0,31 | 251 | 4,8 |
| | Киевская СЭП НПО "Энергоавто- матика" | 364 | 29 | 0,066 | 190 | 4,33 |
| | Башкирское СЭП НПО "Энергоавто- матика" | 382 | 24 | 0,08 | 199 | 4,6 |
| | Киришская ГРЭС | 624 | 20 | 0,085 | 367 | |
| 2. Датчики с уни- фицированным выходом | Белоярская АЭС | 218 | 7 | 0,11 | 283 | 4 |
| | Рейтинская ГРЭС | 1109 | 9 | 0,21 | 584 | 3,7 |
| | Вильнюсская ТЭЦ | 32 | 3 | 0,051 | 209 | 4,66 |

О к о н ч а н и е п р и л о ж е н и я I

| Аппаратура | Электростанция или ремонтное предприятие | Годовой объем ремонта Q , шт. | Количество ремонтно- эксплуата- ционного персонала на участке Γ_p , чел. | Коэффициент загрузки персонала ремонтom аппаратуры данного типа α | Средняя го- довая выра- ботка одно- го рабочего B_{cp} , шт./чел. | Средний разряд ремонт- ного пер- сонала P_{cp} |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 3. Аппаратура авторегулиро- вания "Кас- кад-I" | Киевское СЭП НПО "Энергоавто- матика" | 93 | 29 | 0,017 | 190 | 4,8 |
| | Киришская ГРЭС | 165 | 11 | 0,039 | 350 | |
| | Каунасская ТЭЦ | 89 | 6,5 | 0,063 | 217 | 5,1 |
| | Белоярская АЭС | 24 | 5 | 0,025 | 189 | 5,33 |
| | Ново-Свердлов- ская ТЭЦ | 71 | 3 | 0,103 | 234 | 6 |
| | Северная ТЭЦ (Ленэнерго) | 69 | 7 | 0,04 | 246 | 5,4 |
| | Среднеуральский участок НПО "Энергоавтома- тика" | 55 | 2 | 0,14 | 196 | 6 |
| | Московское СЭП НПО "Энергоавто- матика" | 569 | 4 | 0,31 | 459 | 5,5 |
| | Киевское СЭП НПО "Энергоавто- матика" | 117 | 29 | 0,021 | 193 | 5,5 |

Приложение 2
Рекомендуемое

ФОРМЫ ТАБЛИЦ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ

Т а б л и ц а П2.1

Годовой объем ремонта на электростанциях энергосистемы

| Электростанция | Годовой объем ремонта рассматриваемой группы оборудования, шт. |
|----------------|----------------------------------------------------------------|
| | |

Т а б л и ц а П2.2

Варианты организации ремонта

| Номер варианта | Количество баз | Место размещения базы (географический пункт) |
|----------------|----------------|----------------------------------------------|
| | | Центр энергосистемы |

Т а б л и ц а П2.3

Зоны обслуживания баз (по каждому варианту из табл.П2.2)

| Номер варианта | Количество баз | Место размещения базы | Обслуживаемые электростанции | Время проезда от базы до электростанции, ч |
|----------------|----------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| | | | | |

Т а б л и ц а П2.4

Себестоимость и расчетные затраты
на производство ремонта

| Номер варианта | Место раз- мещения базы | Обслужи- ваемые электро- станции | Годовой объем ремонта, шт. | Средняя се- бестоимость ремонта, руб/шт. | Затраты на производст- во ремонта, тыс.руб. |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| | | | | | |

Т а б л и ц а П2.5

Транспортные издержки

| Номер варианта | Обслуживаемые электростанции | Место размещения базы | Время проезда от базы до электро- станции и обратно, ч | Время на одну перевозку, ч | Количество поез- дов за год | Транспортные издержки | | Затраты машин- ного времени автотранспорта за год, ч |
|----------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| | | | | | | на одну поездку, руб. | на год, тыс.руб. | |
| | | | | | | | | |

Т а б л и ц а П2.6

Дополнительный обменный фонд

| Номер варианта | Обслуживае- мые элек- тростанции | Место разме- щения базы | Годовой объем транспортируе- мого оборудо- вания, шт. | Обменный фонд, шт. |
|-------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| | | | | |

Т а б л и ц а П2.7

Расчетное количество необходимых рабочих мест для ремонта

| Номер варианта | Место разме- щения базы | Годовой объем ремонта на базе, шт. | Количество необхо- димых рабочих мест для ремонта |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| | | | |

Т а б л и ц а П2.8

Затраты на аварийно-восстановительный ремонт оборудования,
выходящего из строя при транспортировке

| Номер вари- анта | Обслужи- ваемые электро- станции | Место разме- щения базы | Годовой объем обо- рудования, транспор- тируемого для ремон- та, шт. | Доля обо- рудования, выходящего из строя при транс- портровке, | Себесто- имость ремонта на базе, руб/шт. | Затраты на аварийно- восстанови- тельный ремонт, тыс.руб. |
|------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | | |

Т а б л и ц а П2.9

Сводная таблица расчетных затрат, тыс.руб.

| Номер варианта | Количество баз в варианте | Затраты на ремонт | Транспортные издержки | Затраты на аварийно- восстановительный ре- монт оборудования, выходящего из строя при транспортировке | Стоимость дополни- тельного автотранс- порта | Стоимость дополни- тельного обменного фонда | Стоимость ОПФ | Суммарные расчетные затраты |
|----------------|------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|
| | | | | | | | | |

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Общие положения | 3 |
| 2. Исходные данные для расчета | 5 |
| 3. Разработка вариантов организации ремонта | II |
| 4. Порядок определения рациональной организации ремонта (на примере вторичных приборов серии КС) | 12 |
| 5. Пример расчета | 16 |
| П р и л о ж е н и е I. Исходная информация для построения зависимостей технико-экономических показателей ремонтного производства от объема ремонта | 25 |
| П р и л о ж е н и е 2. Формы таблиц, используемых при расчете | 27 |

Подписано к печати 10.07.91

Формат 60x84 1/16

Печать офсетная Усл.печ.л. I,86 Уч.-изд.л. I,8 Тираж 1040 экз.

Заказ № 149/91

Издат. № 90161

Производственная служба передового опыта эксплуатации
энергопредприятий ОРГРЭС

105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6