

19/20/1

Одобрено кафедрой
«Железнодорожная автоматика,
телемеханика и связь»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по разработке экономической части
дипломного проекта

для студентов
специальности

190402.65 АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (ТС)

2-е издание, стереотипное

РОАТ

Москва – 2011

Р е ц е н з е н т — канд. экон. наук, доц. О.И. Савина (МИИТ)

© Московский государственный университет путей сообщения, 2011

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В настоящее время при разработке и внедрении новых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) экономическая эффективность проектных решений определяется на основе новой приоритетной методики. Основные положения данной методики сформулированы в Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. Рекомендации выпущены в 1994 году и утверждены Госстроем России, Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ и Госкомпромом России [1].

Известно, что экономическую эффективность внедрения и функционирования устройств ЖАТ характеризуют показатели:

- народнохозяйственной эффективности;
- коммерческой (отраслевой) эффективности.

В современных условиях государственная экономическая политика ориентирована на развитие инвестиционной активности за счет внебюджетных источников финансирования капитальных вложений, поэтому для предприятий железнодорожного транспорта наибольшее значение приобретает определение отраслевой эффективности. При определении отраслевой экономической эффективности для внедряемых устройств ЖАТ результатом реализации инвестиционных проектов является чистая прибыль, получаемая отраслью после сдачи объектов в эксплуатацию.

Для оценки абсолютной экономической эффективности инвестиционных проектов предложена [1-3] система показателей, основными из которых являются: чистый дисконтированный доход (ЧДД); индекс доходности (ИД); внутренняя норма доходности (ВНД); срок окупаемости. Кроме того, в качестве экономического эффекта от инвестиционных вложений при определении отраслевой экономической эффективности рассчитывается суммарный прирост прибыли, получаемый ежегодно за счет внедрения инвестиционного проекта.

Расчетные формулы

При одновременных инвестиционных вложениях в исходный год K_0 (тыс.руб.), а также постоянных во времени результатах R (тыс.руб.) и норме дисконта E , чистый дисконтированный доход ЧДД (тыс.руб.) рассчитывают по формуле:

$$\Sigma_{\text{наг}}^T = R - EK_0. \quad (1.1)$$

Норма дисконта E аналогична известному показателю E_n - нормативному коэффициенту эффективности капитальных вложений. В ра-

нее изданных типовых методиках и инструкциях нормативное значение коэффициента жестко регламентировалось по отраслям народного хозяйства (на транспорте для новой техники его значение было установлено 0.15). В сложившихся экономических условиях эти нормативные значения коэффициента эффективности не могут быть использованы в расчетах в виде официально заданной нормы дисконта.

В общем случае в качестве нормы дисконта может служить величина депозитного процента (в долях) по вкладам в постоянных ценах $E = E_d$.

При использовании в качестве источников инвестиций собственных средств предприятия норма дисконта E может быть задана инвестором произвольно. Кроме того, может учитываться поэтапное погашение кредита.

ИД при тех же условиях инвестирования рассчитывают по формуле:

$$\mathfrak{Z}_k = \frac{R}{EK_o} \quad (1.2)$$

ВНД в этом случае рассчитывается по формуле:

$$\mathfrak{Z}_p = \frac{R}{K_o} \quad (1.3)$$

ВНД инвестиций показывает максимально допустимый относительный уровень капитальных вложений по анализируемому проекту. Если инвестиционный проект полностью финансируется за счет ссуды банка, то значение E_p указывает верхнюю границу допустимого уровня банковской процентной ставки, превышение которого делает проект экономически неэффективным.

Срок окупаемости инвестиций (лет) рассчитывают по формуле:

$$T_o \approx \frac{K_o}{R} \quad (1.4)$$

Анализ полученных результатов

При расчете абсолютной экономической эффективности инвестиционных проектов инвестиционный проект считают экономически эффективным, если выполняются следующие условия:

$$\mathfrak{Z}_{\text{инт}}^r > 0, \quad \mathfrak{Z}_k > 1, \quad T_o < T_{\text{нб}}$$

где $T_{\text{нб}} = 1/E$ - нормативный срок окупаемости инвестиций, лет.

Эффективность инвестиционных проектов целесообразно оценивать с помощью всей совокупности показателей. Однако в этом случае

могут появиться противоположные результаты. Предпочтение среди всей совокупности показателей экономической эффективности следует отдавать интегральному эффекту инвестиций (чистому дисконтированному доходу).

При расчете сравнительной экономической эффективности инвестиций используются лишь изменяющиеся по сравнимым вариантам стоимостные части. Такими показателями могут служить:

- а) сравнительная величина ЧДД.
- б) модифицированные приведенные строительно-эксплуатационные затраты Z_r , рассчитываемые по формуле

$$Z_r = EK_0 + (1-\alpha) C, \quad (1.5)$$

где α - доля налоговых отчислений от прибыли;

C - годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб..

в) коэффициент сравнительной эффективности $\mathcal{E}_p$, рассчитываемый по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \frac{(1-\alpha)\Delta C}{\Delta K} = \frac{(1-\alpha)(C_B - C_H)}{K_H - K_B}, \quad (1.6)$$

где K_B, K_H - капитальные вложения соответственно при базовом и новом вариантах, тыс. руб., $\Delta K = K_H - K_B$;

C_B, C_H - годовые эксплуатационные расходы производства при базовом и новом вариантах, тыс. руб.

Анализ полученных результатов

Из нескольких вариантов предпочтении отдается тому, у которого значение показателя Z_r минимальное, а значение ЧДД - максимальное.

Согласно новой методике расчета [2], считая результаты инвестирования постоянными во времени, а инвестиционные вложения одностайными рекомендуется при оценке сравнительной экономической эффективности пользоваться в качестве критерия коэффициентом эффективности.

В том случае, если внедрение одного из вариантов не требует дополнительных капитальных вложений ($\Delta K \leq 0$), но приводит к экономии эксплуатационных расходов ($\Delta C > 0$), то данный проект следует считать эффективным как по критерию ЧДД, так и по $\mathcal{E}_p$ критерию.

В том случае, если реализация одного из сравнимых инвестиционных проектов требует дополнительных капитальных вложений ($\Delta K > 0$), что приведет к положительному результату инвестиционных вложений ($\Delta C > 0$), расчетное значение коэффициента эффективности $\mathcal{E}_p$ сравнивается с нормативным значением E , соответствующим удо-

творяющего инвестора норме дохода на капитал. При $\mathcal{E}_p > E$ принимают более инвестиционноемкий проект.

После выбора наиболее экономичного из рассмотренных вариантов целесообразно рассчитать суммарный прирост прибыли как результат инвестиционных вложений, где ΔC - снижение эксплуатационных расходов, тыс. руб., и срок окупаемости инвестиций T_0 (по формуле 1.4).

2. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ НОВОЙ ТЕХНИКИ (как рассчитывают величины R и K.)

2.1 Общие положения

Для расчета показателей отраслевой экономической эффективности по формулам 1.1 - 1.5 или коэффициента сравнительной эффективности $\mathcal{E}_p$ при анализе сравнительной экономической эффективности инвестиционных проектов, необходимо прежде всего определить суммарный прирост прибыли R (результат инвестиционных вложений), получаемый ежегодно за счет внедрения инвестиционного проекта. Согласно [4], суммарный прирост прибыли определяют как

$$R = \Delta C + \Delta\Pi_{\text{э}} + \Delta\Pi_{\text{д}} + \Delta\Pi_{\text{кат}}, \quad (2.1)$$

где ΔC - снижение эксплуатационных расходов, тыс. руб.;

$\Delta\Pi_{\text{э}}$, $\Delta\Pi_{\text{д}}$ - прибыль от освоения дополнительного объема перевозок, за счет высвобождения части вагонного и локомотивного парка, тыс. руб.;

$\Delta\Pi_{\text{кат}}$ - прибыль за счет расширения платных услуг, тыс. руб.

Для сегодняшней экономической ситуации характерно снижение объемов перевозок, достигнутого по сравнению с 1990 г. порядка 40%. Наличие дополнительного резерва вагонов и локомотивов не создает условий для увеличения объемов перевозок [5]. Поэтому учет показателей $\Delta\Pi_{\text{э}}$ и $\Delta\Pi_{\text{д}}$ в формуле (2.1) не отражает современной динамики перевозок грузов. Следовательно, для систем ЖАТ допустимо использование формулы:

$$R = \Delta C. \quad (2.2)$$

Прежде чем считать экономию эксплуатационных расходов необходимо выяснить, за счет чего может быть достигнута эта экономия. Поэтому необходимо проанализировать причины возможного снижения эксплуатационных расходов. Далее приводит наиболее типичные примеры экономического эффекта от внедрения новых устройств ЖАТ:

1. Снижение эксплуатационных расходов в связи с сокращением штата:

- автоматизация производства за счет внедрения микропроцессорной техники (например, внедрение системы ДЦ "Диалог") приводит к сокращению штата работников хозяйств локомотивного и движения, а иногда и сигнализации и связи (СЦБ).

2. Снижение эксплуатационных расходов в связи с уменьшением трудоемкости работ:

- ускорение или упрощение процесса обслуживания устройств ЖАТ (внедрение микропроцессорной измерительной системы),
- уменьшение времени поиска или устранения отказов технических средств, уменьшение числа отказов технических средств.

3. Снижение эксплуатационных расходов (экономию поездов простоя грузовых и пассажирских поездов) в связи с уменьшением количества неплановых задержек поездов и временем их простоя.

- уменьшение времени поиска или устранения отказов технических средств, уменьшение числа отказов технических средств;

- сокращение стоянки поездов перед входными светофорами, на мени на приготовление маршрута,

- увеличение участковой скорости при внедрения новых систем ЖАТ с большим быстродействием и лучшими техническими характеристиками (например, при внедрении автоматической локомотивной сигнализации повышенной помехозащищенности и значности).

4. Снижение эксплуатационных расходов за счет уменьшения удельной материалоемкости и энергоемкости работ:

- применение менее энергоемкого оборудования (вычислительной и микропроцессорной техники, новых устройств ЖАТ);

- снижение амортизационных отчислений за счет реконструкции производства;

- уменьшение числа отказов технических средств приводит к снижению затрат на материалы и запасные части.

Таким образом, необходимо четко уяснить, за счет каких факторов достигается экономический эффект как результат инвестиционной деятельности, и привести соответствующее обоснование в экономической части дипломного проекта.

ПРИМЕР. Требуется рассчитать экономию эксплуатационных расходов при внедрении системы централизованной автоматической блокировки (ЦАБ).

Известно, что при ЦАБ на перегонах отсутствуют светофоры, движение поездов регулируется показаниями локомотивных светофоров

автоматической локомотивной сигнализации. Рельсовые цепи в этой системе не разделены изолирующими стыками, а вся аппаратура размещена на ограничивающих перегоны станциях.

В данном случае экономия эксплуатационных расходов может быть достигнута за счет следующих факторов:

- отсутствие светофоров и изолирующих стыков повышает безотказность системы, поскольку в обычных системах автоблокировки на долю перегорания светофорных ламп и неисправностей изолирующих стыков приходится до 25% всех повреждений. Однако, использование дополнительных кабельных линий и путевых трансформаторов ведет к некоторому снижению экономии. Повышение надежности системы приводит во-первых, к снижению эксплуатационных расходов в связи с уменьшением количества неплановых задержек поездов и временем их простоя за счет уменьшения числа отказов технических средств, а во-вторых к снижению эксплуатационных расходов в связи с уменьшением трудоемкости работ по выявлению и устранению этих отказов;
- размещение аппаратуры на станциях существенно сокращает время отыскания и устранения повреждений и времени нахождения обслуживающего персонала на путях, что также приводит к снижению эксплуатационных расходов в связи с уменьшением количества неплановых задержек поездов и времени их простоя, а также трудоемкости обслуживания устройств за счет уменьшения времени поиска или устранения отказов технических средств;
- за счет уменьшения числа отказов технических средств имеет место уменьшение затрат на материалы и запасные части, необходимые для устранения этих отказов.

Таким образом, в данном примере экономия эксплуатационных расходов связана с повышением надежности системы автоблокировки. Повышение надежности устройств ЖАТ является одним из важнейших источников экономии эксплуатационных расходов. Основные положения методики расчета эффективности технических мероприятий по повышению надежности устройств ЖАТ приведены в прил. 1.

2.2. Некоторые исходные данные и методы расчета экономии эксплуатационных расходов

Необходимые формулы для расчета экономии годовых эксплуатационных расходов приведены в рекомендуемой литературе [3÷5] (например, [4, 8, 12, 21, 38, 46-50]).

Например, при увеличении участковой скорости с $v_{уч}^1$ до $v_{уч}^2$ экономия поездо-часов может быть рассчитана как

$$\Xi_{\text{п}} = 365 \cdot 2LN \left(\frac{1}{V_{\text{гн}}^1} - \frac{1}{V_{\text{гн}}^2} \right), \quad (2.2.)$$

где L - длина участка (км);

N - размер движения грузовых (пассажирских) поездов (пар/сут.)

При уменьшении времени простоя на подходах к станции экономия поездо-часов составит:

$$\Xi_{\text{Н}} = \frac{\beta t_3 (N_{\text{тр}} + N_{\text{рас}} + 2N_{\text{фор}})}{60}, \quad (2.3)$$

где t_3 - экономленное время на приготовление одного маршрута;
 $N_{\text{тр}}$, $N_{\text{рас}}$, $N_{\text{фор}}$ - число транзитных, расформировываемых и формируемых составов за сутки;

β_3 - коэффициент, учитывающий резерв пропускной способности горловины.

Методика расчета экономии поездо-часов простоя за счет повышения надежности устройств ЖАТ приведена в прил. 1.

Исходными данными расчетов на 01.01.2000 года могут служить расходные ставки по одной из железных дорог [5].

Таблица 1

Система измерителей и единичные расходные ставки
по грузовым перевозкам

Измеритель	Расходная ставка по одной из железных дорог, руб.	
	1	2
Вагоно-километры		0,0391
Вагоно-часы рабочего парка		1,21
Локомотиво-километры, электровозо-километры (для ВЛ10)		2,9
Тепловозо-километры (2ТЭ10У)		4,42
Локомотиво-часы:		
электровозо-часы (ВЛ10)		7,19
Тепловозо-часы (2ТЭ10У)		14,07
Час работы локомотивных бригад:		
Электровозных		56,85
Тепловозных		66,22
Тонно-километры брутто вагонов и локомотивов		0,00158
Расход электроэнергии на тягу поездов, кВт·ч		0,301

Продолжение табл.1

1	2
Расход условного топлива на поездные тепловозы, кг	0,921
Тепловозо-часы маневровой работы	124,66
Грузовая отправка	31,24

Пример расчета стоимости одного поездо-часа простоя для грузовых поездов приведен в [5, с. 272; табл. 17.4], для пассажирских поездов следует учесть экономично человек-час проводников вагонов, а также единичные расходные ставки для пассажирского движения (см., например, [4, с. 48; табл. 10.3.3]. Ориентировочно можно принять, что укрупненная норма 1 поездо-ч простоя пассажирского поезда при обслуживании вагона двумя проводниками в 3 раза выше аналогичной нормы для грузового движения.

При подсчете экономического эффекта необходимо учесть дополнительные эксплуатационные расходы, связанные с внедрением инвестиционного проекта и, прежде всего, амортизационные отчисления. Нормы амортизационных отчислений на полное восстановление устройств (%) ЖАТ приведены ниже:

оборудование:

автоблокировки; электрической централизации стрелок и сигналов; автоматической локомотивной сигнализации - 5,0;

полуавтоматической блокировки - 4,0;

электроизмерительные приборы - 10,4;

аппаратура автоматизации производственных процессов - 20,0;

вычислительные электронные машины - 12,5.

Мероприятия по переоценке основных фондов, проводимые в связи с инфляционными процессами почти ежегодно, увеличивают амортизационные отчисления железных дорог.

Для расчета экономии эксплуатационных расходов в связи с сокращением штата необходимо воспользоваться Нормативами численности работников дистанций сигнализации и связи железных дорог.

Расчет заработной платы работников производится в соответствии со следующими нормативными документами, утвержденными Указанием МПС от 18.10.1996 г. и вводимыми в действие с 01.01.1998 г.:

- "Квалификационные характеристики и разряды оплаты труда должностей руководителей, специалистов и служащих по отраслевой тарифной сетке". М.; 1997;

Должностной оклад работников за месяц вычисляются путем перемножения тарифного коэффициента, соответствующего его разряду оплаты труда на тарифную ставку первого тарифного разряда. На 01.09.2000 г. тарифная ставка первого тарифного разряда Отраслевой тарифной сетки равняется 687 рублей. Необходимый для расчета перечень должностей, диапазон тарифных разрядов и Отраслевая единая тарифная сетка по оплате труда работников основной деятельности железных дорог приведены в прил. 3.

При расчете экономии годовых эксплуатационных расходов за счет сокращения штата необходимо учесть должностные оклады работников, подлежащих сокращению (за год), дополнительную заработную плату работников и отчисления на социальные нужды, а также, при необходимости, коэффициенты, учитывающие начисленные премии и доплаты (см., прил. 2 и [3] с. 10). Аналогично рассчитывают экономию эксплуатационных расходов за счет снижения удельной трудоемкости работ.

2.3 Основные принципы планирования и расчета капитальных вложений

В настоящее время на железнодорожном транспорте укрепление финансовой базы капитальных вложений в основном осуществляется за счет собственных ресурсов предприятия.

Капитальные вложения (единовременные инвестиционные вложения) определяются на основе сметной стоимости работ по внедрению устройств СЦБ и связи (коэффициенты пересчета цен по отношению к ценам августа 2000 года: 1987 г. - 27; 1991 г. - 6,8; 1996 г. - 3).

Одним из методов расчета и планирования стоимости работки и внедрения устройств СЦБ является метод сетевого планирования. Пример методики составления сетевого графика разработки и проектирования специализированной микроЭВМ для системы диспетчерской централизации «Диалог» приведен в прил. 2.

Капитальные вложения по внедрению устройств СЦБ могут быть определены на основе укрупненных показателей сметной стоимости, (табл. 2.2 и 2.3) (по данным Московской железной дороги на 01.01.2000 г.):

Таблица 2.2

Укрупненные показатели сметной стоимости (АБ и АЛС)	
Капитальные вложения	Показатель
1	2
Автоблокировка для двухпутного участка:	
- тепловая тяга, тыс. руб./км	600
- электрическая тяга, тыс. руб./км	665

1	2
Автоматическая локомотивная сигнализация.	
- АЛСЧ, АЛС-ЕН (локомотивное оборудование), тыс. руб./комплект	120
- АЛС-ЕН (дополнительное напольное оборудование), тыс. руб./сигн. точка	40

Таблица 2.3
Укрупненные показатели сметной стоимости (ЭЦ)

Наименование	Количество централизуемых стрелок									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Система БМРЦ (тыс.долл. на стрелку)	7,73	6,53	5,51	5,23	5,00	4,97	4,87	4,80	4,81	
Система ЭЦ-И (тыс. долл. на стрелку)	7,31	6,15	5,07	4,98	4,69	4,67	4,57	4,50	4,51	

3. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ

(как определить величины ΔK и ΔC)

Принципы выбора варианта проекта с использованием показателей, предложенных в пункте 1 настоящих методических указаний, и показателей приведенных затрат, рассчитываемых по традиционной отечественной методике, принципиально отличаются по критерию. Согласно новым рекомендациям и изложенному алгоритму, приоритетным является вариант проекта, предполагающий максимальное значение ЧДД или коэффициента экономической эффективности. В тоже время указывается [1], что при экономическом выборе вариантов проектных решений по некоммерческим объектам жилищного и культурно-бытового значения, обеспечивающим необходимый уровень комфорта, а в производственной сфере - при выборе вариантов, обеспечивающих одинаковый уровень безопасности перевозок, целесообразно руководствоваться критерием минимизации модифицированных приведенных строительных эксплуатационных затрат как на сооружение, так и на эксплуатацию таких объектов.

В любом случае, воспользовавшись формулами (1.1; 1.5; 1.6), необходимо рассчитать дополнительные капитальные вложения ΔK и экономии годовых эксплуатационных расходов ΔC при сравнении двух

вариантов инвестиционных проектов и проанализировать результаты по приведенный в пункте 1 методике.

Одним из примеров определения сравнительной экономической эффективности является расчет экономической эффективности оборудования участковой станции электрической централизацией стрелок (ЭЦ) взамен ручного управления стрелками. Методика и пример расчета эффективности данной системы ЖАТ приведены в [2; 6]. В соответствии с новой методикой расчета в данном случае рекомендуется воспользоваться коэффициентом эффективности дополнительных инвестиционных вложений $\mathcal{E}_p$.

Оборудование станции устройствами ЭЦ является капиталоемким мероприятием, поэтому на небольших станциях в связи с сокращением интенсивности перевозок целесообразна механическая централизация, а на крупных - более дорогостоящая и совершенная электрическая.

При расчете дополнительных инвестиций ΔK следует учесть, что экономия капитальных вложений при внедрении системы ЭЦ может быть достигнута за счет экономии капитальных вложений в поездной локомотивный парк, в вагонный парк, в маневровые локомотивы и в вагонный парк при маневрах, в стрелочные переводы и протяженность станционных путей (см. [3, с. 15-18]).

Например, воспользовавшись формулами (2.2 и 2.3), экономия капитальных вложений за счет высвобождения локомотивов (тыс. руб.) может быть определена как

$$\Delta K_n = \frac{k_1 \mathcal{E}_{\text{нр}} \Pi_n \beta_3}{24 \cdot 365}, \quad (2.4);$$

где $\Pi_n=0,6$ - цена локомотива (млн. руб) (по данным кафедры "Экономика, организация и управление производством" МГУПС стоимость одного тепловоза 2ТЭ10Л на 01.01.2000 г. составляет 9000 тыс. руб., а одного электровоза ВЛ10 - 6500 тыс. руб.);

k_1 - коэффициент суточного использования локомотива.

Экономия капитальных вложений за счет высвобождения вагонов (тыс. руб.)

$$\Delta K_n = \frac{\mathcal{E}_{\text{нр}} m \Pi_n \beta_3}{24 \cdot 365}, \quad (2.5);$$

где Π_n - цена четырехосного вагона, приблизительно равная 310 тыс. руб.;

m - среднее число вагонов в составе.

В соответствии со структурой капитальных вложений железнодорожного транспорта, капитальные вложения на грузы в пути учитывать не следует. Дополнительные капитальные вложения ΔK определяют как разность потребных инвестиций для внедрения системы (см., например, укрупненные показатели сметной стоимости на с. 13) и достигнутой экономии капитальных вложений.

Эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание устройств ЭЦ и маршрутно-контрольных устройств складываются из расходов на заработную плату работникам хозяйства сигнализации и связи, расходов на спецодежду, расходы на электроэнергию, материалы и запасные части (1,5% от стоимости вводимых устройств); амортизационные отчисления.

При внедрении устройств ЭЦ годовая экономия эксплуатационных расходов ΔC может быть достигнута за счет сокращения времени простоя поездов на подходах к станции, затрат маневровых локомотивов и временных затрат на маневрах.

Аналогично можно определить сравнительную экономическую эффективность системы кодовой автоблокировки и системы ЦАБ, внедрение которой требует дополнительных капитальных вложений, а экономия эксплуатационных расходов достигается за счет повышения надежности системы; системы кодовой автоблокировки и этой же системы с использованием АЛСН, где экономия капитальных вложений и эксплуатационных расходов достигается за счет увеличения участковой скорости и т.д.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

1. Расчет изменения показателей безотказности устройств

При оценке эффективности внедренного мероприятия, обеспечивающего повышение безотказности конкретных устройств, сравниваются статистические данные по параметру потока отказов в этих устройствах до и после внедрения мероприятия. Уменьшение параметра потока отказов при этом вычисляется по формуле

$$\Delta\omega = \omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{N} \left(\frac{n_1}{T_1} - \frac{n_2}{T_2} \right), \quad (1)$$

где ω_1, ω_2 - параметры потока отказов устройств соответственно до и после внедрения мероприятия;

n_1, n_2 - количество отказов устройств до внедрения мероприятия

T_1, T_2 - периоды времени в часах, за которые зафиксированы

отказы соответственно n_1 и n_2 ;

N - количество устройств с внедренным мероприятием.

Если необходимо определить ожидаемое уменьшение параметра потока отказов на стадии формирования планов внедрения мероприятий при замене устройств на более надежные, то для вычисления уменьшения параметра потока отказов можно использовать среднестатистические данные по надежности аппаратуры оборудования и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. При этом параметр потока устройств, включающего в себя несколько элементов, отказ каждого из которых приводит к отказу устройства, равен сумме параметров потоков отказов или интенсивностей отказов элементов.

Уменьшение количества отказов в N устройствах за время T при найденной разнице параметров потока отказов $\Delta\omega$ до и после внедрения мероприятия вычисляются по формуле

$$\Delta n = \Delta\omega N T. \quad (2)$$

Если находится уменьшение количества отказов Δn за год, то принимают $T = 8760$ ч.

Отказы систем автоматики и телемеханики на одной из дорог за один год приведены в табл. 2 [6].

Таблица 2

Системы автоматики и телемеханики	Число отказов	Относительное значение отказов, %
Кодовая автоблокировка 25 Гц	338	25,7
Полуавтоматическая блокировка	210	16,6
Электрическая централизация	377	25,8
Автоматическая переездная сигнализация	420	31,2

Для определения интенсивности отказов был собран и обработан статистический материал об отказах всех элементов, узлов и блоков перегонных и станционных устройств, полученных с шести дорог страны. Расчет проводили при $\Delta t=365$ дней (календарный год). Данные расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3

Элементы и параметры устройств автоматики и телемеханики	Интенсивность отказов, $1/\text{ч}$, $\lambda_{\text{ср}} \cdot 10^{-6}$
1	2
Преобразователь ПЧ 25/50	0,9
Блок БПШ	0,9
Известительное реле	1,2
Схемы кодирования в хвост удаляющегося поезда	1,2
Электродвигатель	1,5
Пневматическая обдувка	1,5
Кодовый путевой трансмиттер	1,8
Сопротивление: - цепи ПХ-ОХ относительно земли - изоляции линии между релейным шкафом и дроссель-трансформатором - изоляции кабеля между релейным шкафом и КЯ в высоковольтной линии	1,8 2,7 2,7
Изоляция монтажа кабеля	2,7
Основной источник питания (ПХ-ОХ) на посту ЭЦ	2,9
Резервный источник переменного тока и предохранитель	2,9
Схемы измерения направления	2,9
Релейные схемы ЭЦ	2,9

1	2
Перекрытие входных, поездных и маневровых сигналов	3,3
Емкость конденсаторов	4,3
Аккумуляторны батарей:	
- рабочих	4,5
- станционных при максимальной нагрузке	4,5
- входного светофора	4,5
Электрические стрелки	4,6
Лампы сигналов автошлагбаума	5,5
Цепь двигателя автошлагбаума	5,5
Схема открытия (закрытия) автошлагбаума	5,5
Автошлагбаумы	5,5
Стабилизаторный блок	5,7
Реле:	
- путевое	6,4
- ДСП	6,4
Предохранители	6,4
Цепи двойного снижения напряжения	6,4
Трансмиттерное реле	8,9
Рельсовая цепь	9,0
Дешифраторные ячейки	9,2
Лампы светодоров:	
- входных	14,9
- станционных	14,9
Устройства звуковой и световой сигнализации	14,9
Изолирующие стыки	25,5

2. Расчет изменения показателей ремонтнопригодности устройств

Ущерб в поездной работе нелинейно зависит от времени восстановления устройств СЦБ, причем опережение темпа роста потерь по сравнению с темпом роста времени восстановления особенно заметно на грузонапряженных участках. Время поиска отказа в устройствах СЦБ занимает 30-40% от времени восстановления, поэтому ряд мероприятий направлен на внедрение в действующие устройства средств контроля, обеспечивающих практически мгновенное извещение о наступлении отказа и его характере.

Восстанавливаемость системы есть функция таких случайных величин, как время поиска неисправности $t_{\text{п}}$, время, затрачиваемое на проследование к отказавшему устройству, $t_{\text{пр}}$, и собственное время устранения неисправности $t_{\text{ис}}$.

Для исследуемых устройств можем записать, что

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{п}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{ус}},$$

где $T_{\text{п}}$ - математическое ожидание времени поиска неисправности;

$T_{\text{пр}}$ - математическое ожидание времени, затрачиваемого на проследование к неисправному объекту.

$T_{\text{ус}}$ - математическое ожидание времени устранения неисправности.

Анализом процессов устранения отказов в устройствах автоматики и телемеханики установлено, что общее время восстановления $T_{\text{в}}$ устройств АБ составляет 77 мин. ($T_{\text{п}}=23$ мин., $T_{\text{пр}}=34$ мин., $T_{\text{ус}}=20$ мин.), ЭЦ - 81 мин. ($T_{\text{п}}=23$ мин., $T_{\text{пр}}=34$ мин., $T_{\text{ус}}=20$ мин.), АПС - 69 мин. ($T_{\text{п}}=23$ мин., $T_{\text{пр}}=34$ мин., $T_{\text{ус}}=20$ мин.), ПАБ - 84 мин. ($T_{\text{п}}=23$ мин., $T_{\text{пр}}=34$ мин., $T_{\text{ус}}=20$ мин.).

3. Расчет уменьшения ущерба в поездной работе при росте надежности перегонных устройств автоматики и телемеханики

Отказы перегонных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, оказывает возмущающее действие на транспортный поток, снижают участковую скорость движения поездов, пропускную и провозную способность участков железных дорог.

Внедрение мероприятий по повышению надежности перегонных устройств СЦБ обеспечивает уменьшение ущерба от дополнительных задержек и остановок поездов, вызванных отказами этих устройств. Для определения эффективности мероприятий необходимо знать ущерб в поездной работе от одного отказа устройств СЦБ. Поскольку организация движения поездов на однопутных и двухпутных участках различна, влияние устройств СЦБ на поездную работу также неодинаково.

На однопутных участках, оборудованных автоблокировкой, степень влияния отказов устройств автоблокировки зависит дополнительно от длины перегона, коэффициента пакетности и количества поездов одного направления в пакете, станционного интервала скрещивания поездов. Расчеты ущерба в поездной работе относительно громоздки, поэтому их удобно проводить на ЭВМ. При расчетах можно пользоваться также табличными данными, приведенными в приложениях к [3; 4]. На рис.1 показан пример графика зависимости поездно-часов задержки грузовых $N_{\text{гр}}$ и пассажирских $N_{\text{пс}}$ поездов, а также количество дополнительных остановок грузовых $N_{\text{ост гр}}$ и пассажирских $N_{\text{ост пс}}$ поездов от времени восстановления $T_{\text{в}}$ перегонных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики на однопутном участке железной дороги при средней длине блок-участка 1,5 км, размерах движения 25 пар грузо-

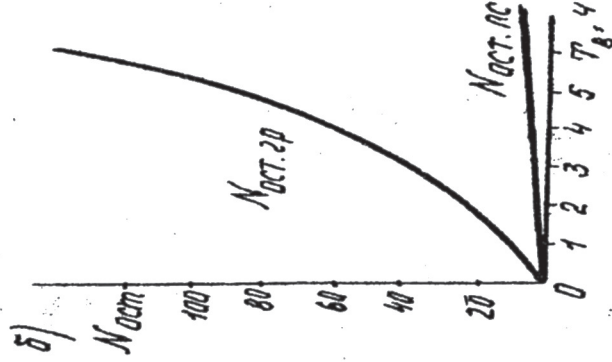
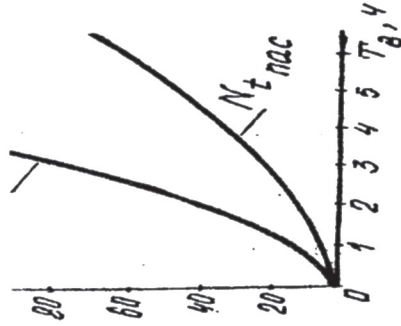


Рис. 1

вых и 15 пар пассажирских поездов, при ходовой скорости грузовых поездов 40 км/ч и пассажирских 80 км/ч, построенные по этим таблицам.

Для перевода в денежное выражение потерь при одном отказе поездо-часов для грузовых $T_{гр}$ и пассажирских $T_{пс}$ поездов, а также дополнительных остановок грузовых $N_{гр}$ и пассажирских $N_{пс}$ поездов из справочных данных по оценке показателей эксплуатационной работы соответствующей железной дороги берут:

- средние приведенные затраты на один поездо-час простоя грузового $C_{гр п}$ и пассажирского $C_{пс п}$ поездов;

- средние приведенные затраты при одной остановке грузового $C_{гр о}$ и пассажирского $C_{пс о}$ поездов;

- средние эксплуатационные расходы на один поездо-час простоя грузового $C_{гр п}$ и пассажирского $C_{пс п}$ поездов;

- средние эксплуатационные расходы, связанные с одной остановкой грузового $C_{гр о}$ и пассажирского $C_{пс о}$ поездов;

На основании этих данных вычисляется составляющая цены одного отказа устройств СЦБ, обусловленная ущербом в поездной работе по приведенным затратам

$$\Pi_{цп} = C_{гр п} T_{гр} + C_{гр о} N_{гр} + C_{пс п} T_{пс} + C_{пс о} N_{пс}; \quad (3)$$

по дополнительным эксплуатационным расходам

$$\Pi_{цз} = C_{гр п} T_{гр} + C_{гр о} N_{гр} + C_{пс п} T_{пс} + C_{пс о} N_{пс}. \quad (4)$$

Уменьшение ущерба в поездной работе на участке железной дороги при внедрении мероприятия, повышающего безотказность устройств СЦБ

$$\Delta C_n = \Delta n \Pi_{цн}, \quad (5)$$

где Δn - берется по результатам вычислений с использованием формулы (2), а в качестве $\Pi_{цн}$ выбирают величину, рассчитанную по формуле (3) или (4) в зависимости от того, изменение какого ущерба определяют по приведенным затратам или по эксплуатационным расходам.

Уменьшение ущерба в поездной работе при повышении ремонтопригодности устройств

$$\Delta C_n = (\Pi_{ц1} - \Pi_{ц2}) n, \quad (6)$$

где $\Pi_{ц1}$, $\Pi_{ц2}$ - составляющая цена отказа, обусловленная ущербом в поездной работе, соответственно до и после внедрения мероприятия;

n - число рассматриваемых отказов за расчетное время.

Если мероприятие повышает и безотказность, и ремонтнопригодность устройств, то

$$\Delta C_n = \Pi_{ц1} n_1 - \Pi_{ц2} n_2, \quad (7)$$

где n_1 , n_2 - число отказов до и после внедрения мероприятия.

4. Расчет уменьшения ущерба в поездной работе при росте надежности стационных устройств автоматики и телемеханики

Ущерб в поездной работе при отказах устройств электрической централизации содержит две составляющие: потери из-за "окна", необходимого дежурному по станции по станции на выполнение дополнительных операций после обнаружения отказа устройств ЭЦ, потери из-за увеличения времени на установку и разделку маршрутов при отказах устройств ЭЦ и вследствие движения поездов с пониженной скоростью, если движение производится при запрещающих показаниях светофора.

Первая составляющая ущерба из-за потерь поездо-часов и дополнительных остановок поездов по грузовым поездам $T'_{гр}$; $N'_{гр}$ и по пассажирским поездам $T'_{пс}$; $N'_{пс}$ определяют для однопутных линий - по табл. 4, а для двухпутных - по табл. 5, в зависимости от интенсивности движения поездов к продолжительности "окна".

Таблица 4

Количество задержанных поездов и время их простоя за период от момента обнаружения отказа устройств ЭЦ до момента установки первого маршрута на однопутных линиях

Размеры движения поездов		Чисто задерживаемых поездов				Поездо-часы задержки			
Грузовые	Пассажирские	Продолжительность "окна"				Продолжительность "окна"			
		0,25ч	0,5ч	1,0ч	5	0,25ч	0,5ч	1,0ч	8
1	2	3	4	5	6	7	8		
На перегонах - полуавтоматическая блокировка									
13	4	1,3	1,7	2,1	4,3	5,5	7,0		
15	5	1,4	1,9	2,6	7,8	9,4	11,3		
17	6	2,6	2,8	3,2	12,3	14,7	17,6		
19	7	3,4	3,8	4,2	15,9	20,1	25,4		
На перегонах - автоблокировка									
21	8	1,8	2,6	3,7	13,8	16,0	18,6		
23	10	2,3	3,3	4,8	24,1	26,6	29,3		
25	12	2,9	4,4	6,6	32,4	27,5	43,3		
27	14	4,9	7,4	11,2	36,6	38,8	45,6		

Определяя продолжительность "окна" берут среднюю фактическую в конкретных условиях станции. Изменения происходят на участковых станциях в пределах 0,16 - 0,33 ч. Интенсивность движения берется с учетом того, что для части поездов могут задаваться маршруты в обход участков с отказавшими устройствами СЦБ.

Дополнительное время на установку и разделку маршрутов $\Delta t_{ур}$ при отказах устройств электрической централизации определяют в конкретных условиях станции или при ориентировочных расчетах могут приниматься по данным [7, табл. 6].

Таблица 5

Количество задержанных поездов и время их простоя за период от момента обнаружения отказа устройств ЭЦ до момента установки первого маршрута на двухпутных линиях

Размеры движения, пары поездов		Число задерживаемых поездов				Поездо-часы задержки			
Группы	Пассажиры	Продолжительность "окна"				Продолжительность "окна"			
		1	2	3	4	5	6	7	8
На перегонах – полуавтоматическая блокировка									
40	30	0,1	0,3	2,2	8,7	11,3	14,2		
50	26	0,2	0,7	3,1	9,1	11,7	15,0		
60	25	0,4	1,3	4,4	10,2	13,5	17,8		
70	25	0,7	2,1	6,2	11,8	16,0	21,6		
80	25	1,2	3,2	8,8	13,2	18,6	26,2		
90	20	1,4	3,7	10,0	10,4	15,6	23,2		
100	20	2,1	5,4	14,0	13,9	18,0	24,3		

Таблица 6

Дополнительные затраты времени на установку и разделку маршрута при отказах устройств электрической централизации

Отказавшие устройства	Дополнительные затраты времени
Рельсовые цепи	0,08
Электроприводы:	
- стрелка не переводится	0,13
- стрелка не имеет контроля	0,167
Светофоры	0,008

Увеличение времени следования поезда по маршруту при движении по пригласительному или запрещающему показанию светофора вычисляются по формуле

$$\Delta t = L_{\alpha} \left(\frac{1}{V_{np}} - \frac{1}{V_p} \right), \quad (8)$$

где L_{α} - длина маршрута следования (маршрута приема или отправления)

V_{np} - скорость поезда при движении по разрешающему показанию светофора;

V_p - скорость поезда при движении по пригласительному или запрещающему показанию светофора.

Тогда в общем случае значения вторых составляющих потерь поездо-часов для грузовых $T_{гр}^*$ и пассажирских $T_{пс}^*$ поездов можно вычислить по формулам

$$T_{гр}^{**} = n_{гр} (\Delta t_{гр} + \Delta t_{св}), \quad (9)$$

$$T_{пс}^{**} = n_{пс} (\Delta t_{гр} + \Delta t_{св}), \quad (10)$$

где $n_{гр}$, $n_{пс}$ - количество поездов, следующих по маршрутам с отказавшими устройствами электрической централизации;

$\beta_{ч}$ - коэффициент эффективности электрической централизации.

Значения коэффициента эффективности электрической централизации, характеризующего степень сокращения времени простоя на станции поездов с учетом резерва пропускной способности горловины, выбираются из табл.3.4.

Таблица 7
Коэффициент эффективности электрической централизации

Заполнение пропускной способности горловины, %	Коэффициент эффективности
50	0,2
55	0,35
60	0,5
65	0,65
70	0,8
75	0,95
80	1,1
85	1,25
90	1,4

Общие потери поездо-часов T находятся суммированием их составляющих T^* и T^{**} раздельно по грузовым и пассажирским поездам.

Вторые составляющие дополнительных останков грузовых $N_{гр}$ и пассажирских $N_{пс}$ поездов берут по средним фактическим данным в условиях конкретной станции или прогнозируются с учетом технологий работы станции. Общие значения дополнительных останков находятся суммированием их N' и N'' раздельно по грузовым и пассажирским поездкам.

При ориентировочных расчетах ущерб в поездной работе при отказах устройств электрической централизации промежуточных станций, вызывающих движение поездов при запрещающих или пригласительных огнях светофоров, можно определить как для устройства автоблокировки.

Перевод в денежное выражение ущерба в поездной работе от отказов устройств электрической централизации и определение уменьшения ущерба от внедрения мероприятий на конкретных станциях производят по формулам (3)-(7) с подстановкой туда найденных по методике 4 численных значений соответствующих показателей ущерба из расчета на один отказ.

5. Расчет уменьшения затрат на устранение отказов при повышении надежности устройств

Основными составляющими затрат на устранение отказа являются зарплата работников эксплуатационного штата C_3 , стоимость заменяемых при ремонте элементов C_4 и транспортные расходы на доставку ремонтного персонала и необходимого оборудования к месту отказа $C_{тр}$.

Средняя стоимость заменяемых элементов C_4 при устранении отказов, на сокращение которых направлено мероприятие, определяют по фактическим затратам. При необходимости определяют также затраты на материалы, энергию при проведении ремонтных работ и стоимость содержания необходимых запасных материалов и оборудования.

Дополнительные расходы по основной зарплате $C_{зп}^P$ зависят от времени отвлечения непосредственных исполнителей на ремонтные работы и вычисляются по формуле

$$C_{зп}^P = T_P (Z_{к1} + Z_{к2} + \dots + Z_{кn}), \quad (11)$$

где T_P - количество исполнителей, участвующих в устранении отказа;

$Z_{кi}$ - часовая тарифная ставка или средняя часовая зарплата соответствующего исполнителя.

В дополнительных расходах по зарплате $Z_{дP}$ на ремонт по устранению отказов должны быть учтены все начисления. В общем случае изменение расходов по ремонту и эксплуатационному штату

$$C_3^P = C_{\text{эф}}^P \left(1 + \frac{\pi_p + \pi_{p/\kappa} + \pi_\pi + \pi_n}{100} \right), \quad (12)$$

где π_p - районная поправка к зарплате, в процентах;

π_π - средний процент начисления премий, тринадцатых зарплат и т.д.;

$\pi_{p/\kappa}$ - зарплата руководящих инженерно-технических работников и вспомогательного персонала в процентах от зарплаты исполнителей; π_n - накладные расходы при их наличии в процентах.

Кроме того, устранение отказа в ночное время или в выходные и праздничные дни требует соответствующего увеличения длительности расчетного времени ремонта, причем коэффициент пересчета зависит от фактической продолжительности ремонта.

При расчете стоимости транспортных расходов $C_{\text{тр}}$ на доставку ремонтного персонала к месту отказа и обратно на автомобиле учитываются основная зарплата шофера и расходы на бензин. При доставке персонала к месту отказа поездом, делающим специальную дополнительную остановку, учитываются потери времени на разгон и замедление $t_{\text{рз}}$ и на остановку $t_{\text{ост}}$. При ориентировочных расчетах можно принимать:

$$t_{\text{рз}} = 4 \text{ мин.}; \quad t_{\text{ост}} = 3 \text{ мин.}$$

Средние затраты на устранение одного отказа $\Pi_{\text{во}}$ вычисляются суммированием всех видов дополнительных расходов C_3 ; C_4 и $C_{\text{тр}}$.

Для отказов, не требующих больших затрат по стоимости заменяемых при ремонте элементов, ориентировочное значение составляющей цены отказа устройств СДБ, обусловленной затратами на устранение отказа подразделений, осуществляющих техническую эксплуатацию устройств, можно вычислить по формуле

$$\Pi_{\text{во}} = \frac{K\Pi C_{\text{ТЕ}} T_p}{169,2}, \quad (13)$$

где Π - производительность труда в дистанции, техн.ед./чел.;

$C_{\text{ТЕ}}$ - фактические затраты дистанции в месяц на одну техническую единицу, руб./техн.ед.

Уменьшение затрат на устранение отказов $\Delta C_{\text{во}}$ при внедрении мероприятий находят по формулам, аналогичным (5)-(7), где вместо составляющей цены отказа $\Pi_{\text{в}}$ берут требуемое значение составляющей $\Pi_{\text{во}}$.

6. Расчет изменения затрат на техническое обслуживание устройств при внедрении мероприятий

Внедрение технических мероприятий по повышению надежности устройств СЦБ может привести как к увеличению, так и к уменьшению затрат на техническое обслуживание в зависимости от того, усложняются при этом устройства или трудоемкость их технического обслуживания сокращается.

Изменение трудозатрат на техническое обслуживание устройства находят как разность трудозатрат до и после внедрения мероприятия по одному устройству в части уменьшающихся расходов по всем причастным к профилактическим работам подразделениям и категориям работников.

Если профилактические работы требуют организации перерывов, связанных с пропуском поездов, то оперативные трудозатраты должны быть увеличены на соответствующее число процентов в зависимости от характера устройств, участка железной дороги и числа пар поездов в сутки.

Если внедрение мероприятия приводит к изменению количества вызовов на линию для проведения профилактических работ или расходов на запасные материалы и оборудование, учитываются и по этим статьям расходы, а затем определяется среднегодовое изменение затрат $\Delta C_{\text{т.о}}$ на техническое обслуживание одного устройства суммированием всех составляющих с учетом их знаков в зависимости от того, растут или уменьшаются расходы по рассматриваемой статье.

При ориентировочных расчетах изменение затрат на техническое обслуживание можно вычислить по формуле

$$\Delta C_{\text{т.о}} = \frac{C_{\text{т.е}} \Delta T_{\text{о}}}{169,2}, \quad (14)$$

где $\Delta T_{\text{о}}$ - изменение трудозатрат на техническое обслуживание устройства в результате внедрения мероприятия, нормо-ч.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ
РАСЧЕТЕ ЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ НОВЫХ СИСТЕМ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

1. Составление сетевого графика разработки и проектирование
специализированной безопасной микроЭВМ.

1.1. Основные понятия и определения сетевого графика.

В настоящее время широко применяются системы сетевого планирования (СПУ). Основным плановым документом в СПУ является сетевой график, представляющий собой логическую модель, которая отражает процесс создания объекта с момента получения задания на проектирование до самого завершения всего комплекса работ и сдачи объекта в эксплуатацию.

При построении сетевого графика используются три основных понятия: работа, событие, путь.

Весь процесс по созданию объекта расчленяется на четко определенные работы. Работа - это любой процесс, предшествующий свершению какого-либо события. Понятие "работа" может иметь три значения: а) действительная работа есть трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов. На графике действительную работу обозначают сплошной чертой со стрелкой; б) ожидание есть процесс, который не требует определенного времени с технологическим перерывом. Обозначается сплошной линией; в) фиктивная работа - это логическая связь между определенными работами, которая не требует никаких затрат времени и ресурсов. На сетевом графике фиктивная работа обозначается пунктирной чертой. Фиктивная работа имеет место в том случае, если для начала одной работы или нескольких работ необходимо выполнить несколько предшествующих работ и при этом нет возможности свести предшествующие работы к одному событию.

Для выполнения работы требуется время. Каждая стрелка на сетевом графике означает отрезок времени, необходимый для выполнения соответствующей работы.

На сетевом графике различают исходные события, т.е. события, которые не имеют предшествующих работ, завершающие события, т.е. события, которые не имеют последующих работ и являются конечной целью проекта; а также промежуточные события, которые являются концом для предшествующих работ (конечные события) и началом для последующих работ (начальные события). Каждые два события соединяет только одна работа.

Работа кодируется двумя номерами событий (1,2; 2,3; 3,5 и т.п.), при этом для каждой работы на графике должна быть представлена временная оценка. Временная оценка может быть выражена в часах, днях, неделях и др. В общем случае работа может иметь другие оценки - стоимостные, потребности в материально-технических ресурсах и другие.

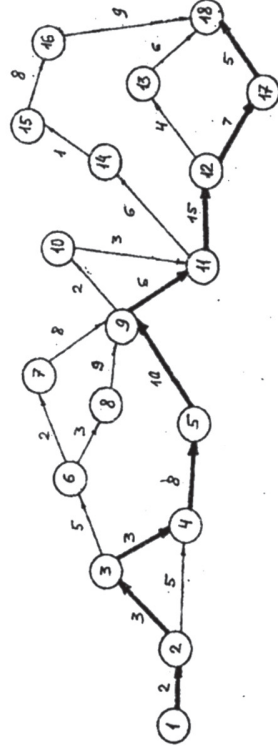


Рис. 2

1.2. Построение сетевого графика

Сетевой график (рис. 2) составлен для определения затрат труда на разработку и проектирования безопасной специализированной микроЭВМ, а также для более эффективного использования материальных и трудовых ресурсов в условиях НИЛ ВУЗе. Предполагается, что разработку и планирование данного устройства производит группа сотрудников НИЛ ВУЗа в следующем составе: старший научный сотрудник - научный руководитель-1, инженер-2, инженер системотехник-1, лаборант-1.

Для построения сетевого графика установлен перечень основных работ по разработке и проектированию безопасной микроЭВМ. Затраты времени определены исходя из сложности и объема работ. Перечень работ представлен в табл. 8.

1.3. Расчет временных параметров сетевого графика

Важнейшим параметром сетевого графика является длина его критического пути. В общем случае, путь в сетевом графике определяют как непрерывная последовательность работ, в которой конечные события предшествующих работ совпадают с начальными событиями последующих работ.

Путь характеризует технологическую последовательность работ. Каждый путь характеризуется составом работ, количеством работ и длиной пути. Состав пути указывается либо перечислением работ в порядке следования от исходных событий, либо перечислением событий, через которые проходит данный путь.

Длина пути - суммарная продолжительность всех работ, входящих в данный путь. Путь имеющий наибольшую продолжительность называется критическим путем $L_{кр}$. Это важнейший результирующий временной параметр сетевого графика, поскольку он определяет срок выполнения всего комплекса работ по данной программе (срок выполнения проекта). Обычно на критическом пути лежит до 20% работ. Критический путь выделяется утолщенными стрелками. Для сетевого графика, показанного на рис. 2.

$$L_{кр} = 59 \text{ дней.}$$

Таблица 8

Исходные данные для составления сетевого графика

Шифр работы	Наименование работы	Исполнитель	Продолжительность работы, дни
1	2	3	4
1,2	Ознакомление с заданием	инженер 1 кат.	2
2,3	Изучение литературы и других материалов, относящихся к теме	инженер-системотехник	3
2,4	Изучение требований к устройству	инженер 2 кат.	5
3,4	Изучение методов математического обеспечения	инженер-системотехник	8
4,5	Математическое описание устройства	инженер системотехник	8
3,6	Рассмотрение различных вариантов решения задачи	инженер 2 кат.	5
5,9	Разработка структурной схемы	инженер 1 кат.	10
6,7	Консультация	снс - научный руководитель	2
6,8	Выбор элементной базы	инженер системотехник	3
8,9	Разработка конструктивных принципов построения безопасной микроЭВМ	инженер 2 кат.	9
7,9	Выполнение чертежных работ	лаборант	8
9,10	Выбор возможных технических решений основных узлов схемы системы	инженер системотехник	2

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
9,11	Определение основных технических параметров	инженер 2 кат.	6
10,11	Разработка функциональной схемы устройства	инженер системотехник	3
11,12	Разработка принципиальной схемы устройства	инженер 1 кат.	15
11,14	Разработка дополнительных принципов обеспечения безопасности	инженер 2 кат.	6
12,13	Расчет на ЭВМ показателей безопасности и надежности специализированной безопасной микроЭВМ	инженер системотехник	4
16,18	Анализ результатов расчетов, их обобщение и систематизация	инженер 2 кат.	9
12,17	Выполнение чертежных работ	лаборант	7
14,17	Консультация	снс - научный руководитель	1
13,18	Разработка конструктивной схемы устройства и устройств для дополнительного обеспечения безопасности	инженер системотехник	6
15-16	Выполнение чертежных и оформительских работ, компоновка материалов	лаборант	8
17,18	Выработка рекомендаций по применению устройства в зависимости от требований надежности и безопасности	инженер 1 кат.	5

К временным параметрам сетевого графика также относятся: ранний срок наступления события, поздний срок наступления события, ранние сроки начала и окончания работ, поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени для событий и работ.

Расчет ранних сроков наступления события $t_p(i)$ начинают с исходного, для которого $t_p(i)=0$. Ранний срок наступления события для всех других событий принимается равным продолжительности наибольшего из путей, идущих от исходного события до данного. Ранний срок наступления завершающего события принимают равным длине критического пути.

Расчет поздних сроков $t_n(i)$ начинают с завершающего события, для которого $t_n(i)=t_p(i)$.

Для всех остальных событий $t_n(i)$ принимают равным разности $L_{кр}$ и продолжительности наибольшего из путей, идущего от завершающего события к данному.

Резерв времени $R(i)$ показывает, на какой срок можно задержать наступление данного события, не вызывая при этом увеличения сроков выполнения программы в целом. События, лежащие на критическом пути резервом времени не обладают. Для событий, не лежащих на критическом пути имеет место формула:

$$R(i) = t_n(i) - t_p(i).$$

Результаты расчета временных параметров для событий сетевого графика, показанного на рис. 2 представлены в табл. 9.

Таблица 9

Расчет временных параметров для событий

Код события	Ранний срок $t_p(i)$ наступле- ния события	Поздний срок $t_n(i)$ наступле- ния события	Резерв времени $R(i)$
1	2	3	4
1	0	0	0
2	2	2	0
3	5	5	0
4	8	8	0
5	16	16	0
6	10	14	4
7	12	18	6
8	13	17	4
9	26	26	0
10	28	29	1
11	32	32	0
12	47	47	0
13	51	53	2
14	28	41	3
15	39	42	3
16	47	50	3
17	54	54	0
18	59	59	0

Необходимо произвести расчет временных параметров для работ, при этом будем руководствоваться нижеприведенными правилами:

Поздний срок начала работы (i, j) равен разности позднего срока наступления ее конечного события и продолжительности работы.

$$t_{\text{пр}}(i,j) = t_{\text{н}}(j) - t(i,j).$$

Ранний срок окончания работы (i, j) равен сумме раннего срока наступления ее начального события и продолжительности работы:

$$t_{\text{ро}}(i,j) = t_{\text{н}}(j).$$

Поздний срок окончания работы равен позднему сроку наступления ее конечного события:

$$t_{\text{по}}(i,j) = t_{\text{н}}(j).$$

Ранний срок начала работы (i, j) равен раннему сроку наступления ее начального события $t_{\text{р}}(i)$.

Работы, не лежащие на критическом пути, могут иметь определенный запас времени и ресурсов, что позволяет смещать эти работы в некоторых пределах по срокам. В результате появляется возможность передавать для этих работ ресурсы на критический путь и тем самым сократить продолжительность критического пути.

Для работы определяется два основных резерва: полный резерв $R_{\text{п}}$ и свободный резерв $R_{\text{с}}$.

Полный резерв равен разности позднего срока наступления конечного события и раннего срока наступления начального события за вычетом продолжительности работы:

$$R_{\text{п}}(i,j) = t_{\text{п}}(j) - t_{\text{р}}(i) - t(i,j).$$

Полный резерв показывает на сколько может быть увеличена продолжительность отдельной работы или отсрочено ее начало, чтобы продолжительность максимального пути, проходящего через эту работу, не превысило продолжительности критического пути. Свободный резерв времени равен разности раннего срока наступления конечного события и раннего срока наступления начального события за вычетом продолжительности работы:

$$R_{\text{с}}(i,j) = t_{\text{н}}(j) - t_{\text{р}}(i) - t(i,j).$$

Свободные резервы времени имеют место только при ранних сроках наступления событий. Свободный резерв показывает максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность отдельной работы или отсрочить ее начало не изменяя ранних сроков начала последующих работ.

Результаты расчета временных параметров для работ сетевого графика, показанного на рис. 2 представлены в табл. 10.

Таблица 10

Расчет временных параметров для работ

Код работ, (i,j)	Продолжительность работы, $t(i,j)$	Раннее начало работы, $t_{рн}(i,j)$	Позднее начало работы, $t_{пн}(i,j)$	Раннее окончание работы, $t_{ро}(i,j)$	Позднее окончание работы, $t_{по}(i,j)$	Резерв времени	
						Полный $R_n(i,j)$	Свобод- ный, $R_c(i,j)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1,2	2	0	0	2	2	0	0
2,3	3	2	2	5	5	0	0
2,4	5	2	3	7	8	1	1
3,4	3	5	5	8	8	0	0
3,6	5	5	9	10	14	4	0
4,5	8	8	8	16	16	0	0
5,9	10	12	12	26	26	0	0
6,7	1	10	16	12	18	6	6
6,8	3	10	14	13	17	4	0
7,9	8	12	18	20	26	6	6
8,9	9	13	17	22	26	4	4
9,10	2	26	27	28	29	1	0
9,11	6	26	26	32	32	0	0
10,11	3	28	29	31	32	1	1
11,14	6	32	35	38	41	3	0
11,12	15	32	32	47	47	0	0
12,13	4	47	49	51	53	2	0
12,17	7	47	47	54	54	0	0
13,18	6	51	53	57	59	2	2
14,15	1	38	41	39	42	3	0
15,16	8	39	42	47	50	3	0
16,18	9	47	50	56	59	3	3
17,18	5	54	54	59	59	0	0

2. Составление калькуляции себестоимости разработки и проектирования специализированной безопасной микроЭВМ

2.1. Расчет основной заработной платы научно-технических работников

При создании новой техники (в рассматриваемом случае - в условиях НИЛ ВУЗа) под себестоимостью понимаются затраты живого и общественного продукта, связанные с разработкой, проектированием и изготовлением единицы продукции.

При определении себестоимости новой техники затраты учитывают по следующим калькуляционным статьям: сырье и материалы, покупные комплектующие изделия, основная заработная плата научных работников и ИТР, дополнительная заработная плата, отчисления на социальное страхование, расходы на командировки и прочие расходы.

Расчет основной заработной платы научно-технических работников производится с использованием затрат труда, установленных на основе сетевого графика. Для расчета используют формулу $Z_0 = D_0 / 169,2$,

где D_0 - должностной оклад за месяц, руб.;

Z_0 - должностной оклад за 1 час.

Подсчитав для каждого исполнителя основную заработную плату за время выполнения работы, получим в итоге основную заработную плату научно-технических работников.

Результаты расчетов (данные условные) приведены в табл. 11.

Таблица 11
Расчет основной заработной платы научно-технических работников

Исполнитель	Трудоёмкость		Должностной оклад, руб		Основная зарплата за время работы, руб.
	чел.-д.	чел.-ч.	за месяц	за 1 час	
1	2	3	4	5	6
С.Н.С.-научный руководитель	3	24	27831	164,48	3947,52
Инженер 1 кат.	32	256	19280	113,95	29171,2
Инженер 2 кат.	40	320	13338	78,83	25225,6
Инженер - системотехник	32	256	16678	98,57	25233,9
Лаборант	23	184	8164	48,25	8878,11
ИТОГО	130	1040	-	-	92456,33

2.2. Калькуляция себестоимости разработки и проектирования

Устройства

Дополнительная заработная плата, отчисления на социальные нужды, накладные расходы рассчитывают в процентном отношении к основной заработной плате.

В статье «дополнительная заработная плата» учитывают оплату очередных и дополнительных отпусков, вознаграждения за выслугу лет и пр. Дополнительную заработную плату определяют в процентном отношении к основной заработной плате по данным предприятия. В нашем случае $Z_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 92,456 = 9,247$ тыс.руб.

Отчисления на социальные нужды включают в себя также отчисления на социальное и медицинское страхование, в фонд занятости и пенсионный фонд и составляют 38,5% от основной и дополнительной заработной платы научно-технических работников.

Накладные расходы включают в себя расходы на содержание аппарата управления, общехозяйственные расходы и т.п. Накладные расходы определяют по темам пропорционально основной и дополнительной заработной платам и составляют от 50% до 100% от основной заработной платы.

Расходы на командировки непосредственно по теме не считаются, т.к. разработка и проектирование происходит в одном учреждении, а расходы по командировкам административно-управленческого персонала проводят по статье "Накладные расходы".

Статья "Прочие расходы" включает в себя все остальные затраты, связанные с выполнением темы, которые могут быть непосредственно отнесены на стоимость темы, но по которым не предусмотрено отдельной статьи.

Калькуляция себестоимости разработки и проектирования безопасной микроЭВМ для системы ДЦ "Диалог" представлена в табл. 12.

Таблица 12
Калькуляция себестоимости разработки и проектирования специализированной микроЭВМ

Наименование статьи	Расходы	
	тыс. руб.	% к итогу
Основная заработная плата научно-технических работников	92,456	48,92
Дополнительная заработная плата	9,246	4,89
Отчисления на социальные нужды	36,058	19,08
Накладные расходы	46,228	24,46
Прочие расходы	5,0	2,65
ИТОГО	188,988	100,0

ПЕРЕЧЕНЬ ДОЛЖНОСТЕЙ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

№ п/п	Наименование должности	Диапазон разрядов
Рабочие		
1	Электромонтер	5-9
Специалисты		
2	Дежурный по железнодорожной станции:	
	- по разъезду и посту	6
	- 5 класса	7
	- 4 класса	7-8
	- 3 класса	8-9
	- 2 класса	9-10
	- 1 класса	10-11
	- внеклассный	11-12
3	Диспетчер поездной	11-12
4	Электромеханик	8-11
5	Старший электромеханик	9-12
6	Энергодиспетчер	9-14
7	Дежурный по сортировочной горке	8-10
8	Дежурный станционного поста централизации	8-9

ОТРАСЛЕВАЯ ЕДИНАЯ ТАРИФНАЯ СЕТКА

Тарифный разряд	Тарифный коэффициент	
	Рабочие (в скобках- час. тарифн. ставка)	Специалисты
1	2	3
1	1,10	-
2	1,23	-
3	1,44	1,61
4	1,62	1,82
5	1,76	2,06
6	1,9	2,33
7	-	2,64
8	-	2,99
9	-	3,36

Окончание табл.

1	2	3
10	-	3.82
11	-	4.30
12	-	4.87
13	-	5.41

СТОИМОСТЬ УСТРОЙСТВ СЦБ (НА 01.01.1997г.) *
ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Наименование объекта или работы	Разм.	Стоимость за единицу, тыс. руб.
1	2	3
ДТ 06-500	шт.	4426,0
ДТ 02-500	шт.	2758,0
ДТ 06-1000	шт.	4660,92
Блок СП(БРМЦ)	шт.	1600,0
Блок НПМ-69	шт.	500,0
Блок НМ	шт.	490,0
Блок М1	шт.	1308,0
Блок ПС	шт.	1808,0
Блок УП	шт.	1162,0
Блок В2	шт.	925,0
Стрелочный электропри- вод с двигателем	шт.	3363,0
Муфта УKM	шт.	360,0
Кабель СБПУ 3х4	Км	1476,9
Кабель СБПУ 4х2	Км	3052,3
Кабель СБПУ 7х2	Км	4399,6
Кабель СБПУ 10х2	Км	5803,5
Кабель СБПУ 14х2	Км	7567,4
Кабель СБПУ 19х2	Км	11997,8
Кабель СБПУ 24х2	Км	9788,4
Кабель СБПУ 30х2	Км	14585,7
РШ на 59 розеток	шт.	3900,0
РШ на 61 розетку	шт.	3900,0
РШ на 31 розетку	шт.	3100,0
РШ на 42 розетки	шт.	3500,0
Светофор 3-значный карли- ковый	шт.	1021,0
Светофор 5-значный карли- ковый	шт.	1680,0
Светофор 1-значный железобетонный	шт.	1303,0

1	2	3
Светофор 3-значный железобетонный	шт.	2350,0
Светофор 4-значный железобетонный	шт.	4620,0
Светофор переездной сигнализации	шт.	1960,0
Путевой ящик	шт.	670,0
Реле КШ-1-80	шт.	377,0
Реле КШ-1	шт.	280,0-397,0
Реле РЭЛ-1-400	шт.	102,0
Приемник ПП-8-8	шт.	2660,0
Генератор ГТЗ-8	шт.	2360,0
ГПИ	шт.	2170,0
ФПМ	шт.	740,0
ФРЦЛ	шт.	404,0
Блок БВСЧЛ	шт.	512,0
Рытье и засыпка кабельной траншеи	1м ³ (3м кабеля)	18,4

* - коэффициент пересчета относительно цен 2000 г. - 3.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Болотин А.В. Оценка экономической эффективности проектных решений //Железнодорожный транспорт, 1996, N 12. С. 64-67.
2. Волков Б.А. Экономическая эффективность инвестиций на железнодорожном транспорте в условиях рынка. - М.: Транспорт, 1996. 191 с.
3. Безчинский Э.М. Методические рекомендации по разработке экономической части дипломных проектов для студентов специальности "Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте". М.: ВЗИИТ, 1994.
4. Инструктивные указания по определению экономической эффективности внедрения систем управления качеством работы предприятий железнодорожного транспорта (эксплуатационная деятельность) // МПС СССР. Гл.техн. упр. - М.: Транспорт, 1986.
5. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб. для вузов ж.-д. трансп./ В.А. Дмитриев, А.И. Журавель, А.Д. Шишков и др.; под ред. В.А. Дмитриева - М.: Транспорт, 1996.
6. Дмитренко И.Е. Техническая диагностика и автоконтроль систем железнодорожной автоматики и телемеханики. - М.: Транспорт, 1986.

Д-р техн. наук, проф. А.В. Горелик,
д-р техн. наук, проф. И.Е. Дмитренко,
д-р техн. наук, проф. Д.В. Шалягин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по разработке экономической части
дипломного проекта

Редактор *Г.В. Тимченко*
Компьютерная верстка *М.М. Сабиров*

Тип. зак. **799**

Подписано в печать 19.10.11
Усл. печ. л. 2,5

Тираж 100 экз.
Ризография
Формат 60×90¹/₁₆

Редакционный отдел
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

