

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым на-  
правлениям развития техники, технологии и экономики  
Подразделение «Энергетика»

Нагорнов В.Н., Куличенков В.П.

## **Основы экономики энергетики**

Учебно-методическое пособие

УДК 620.9: 338.45 (075.8)  
ББК 65.304.14я7  
Н16

*Рецензенты:*

Балашенко В.Ф., зав. кафедрой “Экономика предприятия”  
ИПК и ПК БНТУ  
Филатова Л.И., начальник управления экономики ГПО “Белэнерго”

Методическое пособие предназначено для курсов повышения квалификации в ИПК и ПК БНТУ по специализации “Экономика энергетики” и может быть использовано экономистами предприятий ГПО “Белэнерго” и студентами энергетического факультета БНТУ.

Белорусский национальный технический университет,  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел. 2964732  
E-mail: rectorat@ipk.by

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение .....	4
1	Производственные фонды .....	7
2	Ремонт основных средств .....	26
3	Модернизация оборудования .....	28
4	Производственная мощность предприятия .....	29
5	Экономика резервов мощности в энергосистеме .....	32
6	Оборотные средства предприятия .....	33
7	Труд и оплата труда .....	42
8	Себестоимость .....	50
9	Объем реализации продукции в энергетике .....	61
10	Технико-экономические показатели при комбинированном производстве электрической и тепловой энергии .....	63
11	Технико-экономические показатели производства электроэнергии на КЭС .....	67
12	Технико-экономические показатели котельной .....	70
13	Расчет показателей использования основных фондов .....	72
14	Экономические показатели энергосистемы .....	74
15	Показатели использования оборотных фондов в энергосистеме .....	75
16	Инвестиционное проектирование .....	76
	Список используемой литературы .....	86

## *Введение*

Энергетика является одной из основных отраслей народного хозяйства, по уровню ее развития и потенциальным возможностям можно судить об экономической мощи страны. Экономика энергетики существенно отличается от экономики других отраслей народного хозяйства. Основным видом продукции энергетики является электрическая и тепловая энергия. Без потребления этих видов энергии не может быть их выработки. Если в промышленности выпускаемая продукция может быть предварительно помещена на склад, а потом реализована потребителям, то электрическая и тепловая энергия сразу потребляется потребителями. Причем для передачи электрической энергии требуются линии электропередачи и подстанции. Для передачи тепловой энергии требуются тепловые сети, насосы и вентиляторы. В энергетической отрасли есть предприятия, выпускающие некоторые виды продукции, которые реализуются также, как в промышленности, но их удельный вес незначительный. Технико-экономические показатели энергетических предприятий в значительной мере зависят от объема потребляемой энергии, от спроса на энергетическую продукцию. Вместе с тем спрос на электроэнергию, тепловую энергию в решающей мере определяется следующими факторами:

- экономической динамикой страны (региона),
- эффективностью и темпами электрификации народного хозяйства,
- энергетической эффективностью использования электрической и также тепловой энергии.

Динамика и уровень спроса на электроэнергию в стране или регионе, пожалуй, как ни на один другой товар, являются зеркалом экономического роста, отражают уровень и темпы научно-технического прогресса и уже теперь стали одной из важных косвенных характеристик качества жизни.

Энергетика как одна из ведущих отраслей промышленности имеет следующие главные особенности.

1. Производство и потребление электроэнергии (и в большой степени тепловой энергии) совпадают во времени, и эту продукцию по крайней мере в сколько-нибудь значительных количествах нельзя произвести и закупить впрок, например, в ожидании улучшения конъюнктуры, увеличения тарифов на электроэнергию или перебоев в энергоснабжении. Отсюда вытекает требование к большой точности прогнозов спроса, особенно учитывая высокую времяемкость, а также капиталоемкость отрасли, в 3-4 раза превышающую среднюю капиталоемкость народного хозяйства. Завышение спроса приводит к омертвлению крупных инвестиций, его занижение может быть связано с большими убытками для энергоснабжающих предприятий, тем более, что на обслуживаемой ими территории они не должны иметь право отказывать потребителю в присоединении к центрам питания или увеличении потребляемой энергии и мощности.

2. Качество электроэнергии, если оно отвечает имеющимся стандартам, нельзя в отличие от других продуктов и товаров улучшить. Ограничены возможности улучшения качества и тепловой энергии (более точное выдержива-

ние «стандартных» или договорных параметров: температуры и давления). Это означает, что возможная в принципе конкуренция производителей электроэнергии и тепла, может быть реализована только за счет разницы в затратах на производство энергии и предложения ее по более низким ценам.

3. В электроэнергетике товаром особого рода, следовательно, предметом спроса является не только электрическая и тепловая энергия, но и мощность. Отсюда вытекает, что дополнительным объектом исследований является режим потребления электрической и тепловой энергии в целом: в суточном, недельном и сезонном (годовом) аспектах.

4. Технические и экономические возможности передачи энергии на большие расстояния ограничены: максимальный радиус передачи тепловой энергии в виде пара - 3-5 км, в виде горячей воды - 10-15 км, при определенных, еще не вполне освоенных технических решениях, - 25-30 км. Массовая передача товарной электроэнергии на расстояние свыше 1000 км ставит перед электротехникой серьезные экономические проблемы. Все это ограничивает возможности экспорта - импорта энергии.

5. В современных условиях энергетическая система обладает естественной монополией на энергоснабжение обслуживаемой территории. Наличие монополии является фактором, препятствующим конкурентной борьбе за сбыт продукции, т. е. борьбе, которая может быть в других отраслях. Естественная монополия объективно приводит к необходимости государственного регулирования цен на электрическую и тепловую энергию.

6. В условиях естественной монополии отрасли рынок электроэнергии не является так называемым «рынком продавца», где более активны покупатели (по крайней мере, в недефицитных энергосистемах), и не является «рынком покупателя», где активным является продавец. Это рынок особого вида, где продавец и покупатели вынуждены быть партнерами не только в процессе купли—продажи энергии, но и в выявлении закономерностей спроса на нее.

Как известно, товар – это все, что может удовлетворить потребность (спрос) и предлагается рынку с целью привлечения внимания, приобретения, использования или потребления. В более узком смысле товар понимается как внешний предмет, вещь, которая, благодаря ее свойствам, удовлетворяет какие-либо человеческие потребности, в отличие от услуг, которые определяются как блага, представленные не в форме вещей, а в форме деятельности.

Несмотря на унифицированный характер определения, следует отметить, что понятие товара в энергетике специфично. Прежде всего, нет единого мнения о том, чем является продукция энергетических предприятий: товарами или услугами. Изучение физических свойств электрической энергии позволяет сделать вывод, что электроэнергия – это товар, хотя она не ощущается непосредственно как вещь, предмет, а действует на другие предметы, передавая им свои свойства и приобретая материальную ценность, уже овеществленную. Кроме того, энергия фиксируется измерительными приборами и, будучи произведенной, существует независимо от производителей.

Специфика электроэнергии наиболее ярко проявляется в отличии ее от других видов товаров: первое – из-за того, что энергия существует и функцио-

нирует на атомном и даже на электронном уровне, процессы ее производства и потребления настолько мало разнесены во времени, что можно говорить об их практической одновременности; второе – электроэнергию нельзя хранить и накапливать в промышленных масштабах, т.е. объем ее предложения должен быть равным объему спроса (потребления). Другими словами, энергия опосредованно и мгновенно приобретает товарную ценность, воплощаясь в продукцию других отраслей промышленности или непосредственно удовлетворяя потребности покупателей. Употребление электроэнергии практически во всех отраслях промышленности и домохозяйствах определяет ее универсальность.

В общем случае товар характеризуется определенными показателями: вид изделия, необходимое качество изделия, комплекс обеспечивающих и ограничивающих элементов. Коротко остановимся на этих показателях комплекса товара и услугах энергетического производства. Физический товар в энергетике (товарная номенклатура): активная и реактивная мощности, тепловая мощность и выработка электроэнергии и тепла как интегральный показатель мощности. Кроме этого, энергетические предприятия оказывают потребителям различные услуги: эксплуатация и ремонт электротехнического и энергетического оборудования, реконструкция схем и оборудования, развитие и совершенствование средств управления и др.

По сравнению с обрабатывающей, металлургической, сельскохозяйственной и другими видами промышленного производства, номенклатура товаров и услуг энергетики мала. Это создает ложное впечатление о том, что вопрос номенклатуры продукции в энергетике решается просто, но это не так. Одновременность процессов производства тепловой и электрической энергии, а также то, что электроэнергия и мощность рассматриваются как разные характеристики электроэнергетического товара, значительно усложняет определение физической сущности той или иной ассортиментной позиции энергетического товара.

По определению Международной организации по стандартизации качество – это совокупность свойств и характеристик продукта, которые придают ему способность удовлетворять обусловленные или предлагаемые потребности. Качество электроэнергии – это показатели по напряжению и частоте. Эти параметры строго регламентированы ГОСТом. Для теплоэнергии нормируются давление пара и температура воды. К качеству товара предприятий электроэнергетики предъявляются очень жесткие требования, так оно влияет на техническое оснащение потребителей (это касается и промышленности, и рядовых потребителей).

В энергетике, как ни в какой другой отрасли, жесткие требования к надежности товара, т.к. перерыв в энергоснабжении приводит к большим убыткам на производстве, моральному и материальному ущербу у потребителей, иногда даже к человеческим жертвам. А так как процессы производства, снабжения и потребления практически одновременны, то проблема состоит в обеспечении надежности и непрерывности производства энергии с заданными параметрами в рамках энергосистемы. Жесткие требования к надежности снабжения можно отнести к элементам ограничивающего комплекса. Также в эти эле-

менты можно включить необходимость учета в товаре требований всех нормативных документов.

К элементам обеспечивающего комплекса можно отнести те товары (оборудование) и услуги (диспетчерское управление), без которых невозможно использование энергетического товара. К ним относятся также транспортные сети, приемники-преобразователи энергии и т.д.

То, что процессы производства и потребления совпадают по времени, определяет следующие особенности составляющих комплекса товара (обеспечивающих и ограничивающих элементов): во-первых, необходимость создания хорошо развитой коммуникационной сети (т.к. поставки товара помимо этой сети практически невозможны) и, во-вторых, непрерывность процесса потребления энергии определяет непрерывность процесса производства.

С другой стороны, этот же фактор (одновременность) делает необходимым сбалансированность производства и потребления. Производя товар, энергопредприятие связано требованием его полного приобретения (потребления). Недоотпуск энергии приведет к экономическим потерям в народном хозяйстве, а перепроизводство вообще невозможно по техническим ограничениям электрической системы. Таким образом, учитывая неэластичность энергетического товара и вышеописанные причины, можно сделать вывод о том, что определение оптимального выпуска электроэнергии предприятием производится не в соответствии с уравнивающей функцией цен, а из соображений емкости рынка (в случае избыточного производства) или производственной мощности предприятий (в случае дефицитного производства).

Принципиальные отличия энергетического товара от товаров других отраслей заключаются в следующем:

- влияние на стоимость всех товаров других отраслей;
- товар и его оплата не совпадают по времени, предоплата не практикуется;
- инфраструктурный характер – это влияние на макро- и микроэкономику, на политику, социальные условия жизни общества и др.;
- надежность и бесперебойность снабжения.

Энергия опосредованно и мгновенно приобретает товарную ценность, воплощаясь в продукцию других отраслей промышленности или непосредственно удовлетворяя потребности покупателей. Употребление электроэнергии практически во всех отраслях промышленности и домохозяйствах определяет ее универсальность.

### ***1 Производственные фонды***

Основу деятельности предприятия составляет производственный процесс, для осуществления которого используется труд людей, машин и оборудования, сырья, различные материалы, природные ресурсы и др.

Принято все материальные ценности, которые используются в процессе производства, называть средствами производства, последние подразделяются на средства труда и предметы труда. Совокупность предметов и средств труда

представляет собой физический капитал предприятия. Взаимосвязь факторов производства представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Взаимосвязь факторов производства

Производственные фонды в зависимости от роли в производстве и формы возмещения их стоимости делятся на основные и оборотные средства. Различия между основными и оборотными средствами показаны в таблице 1.

Таблица 1. Различия между основными и оборотными средствами.

№	Наименование	Основные средства	Оборотные средства
1.	Состав	Здания, сооружения, машины, оборудование	Сырье, материалы, топливо, энергия, полуфабрикаты
2.	Социальная категория	Средства труда	Предмет труда
3.	Длительность оборота	Участвуют во многих производственных циклах	Полностью потребляются в каждом цикле
4.	Изменение потребительской формы	Не изменяют	Резко изменяют
5.	Характер воспроизводства	В течение расчетного срока службы	Непрерывно, после каждого производственного цикла

В практике учета основных средств по признаку участия их в производственном процессе делят на основные производственные фонды и основные непроизводственные фонды. Основные производственные фонды - это средства труда, непосредственно участвующие в процессе производства, а также создающие условия для нормального функционирования орудий труда в процессе производства. Основные непроизводственные фонды не участвуют в производственном процессе и своей стоимости на продукт не переносят. К ним относятся жилые дома, больницы, школы и т.д., находящиеся на балансе предприятия.

В практике планирования, учета, анализа, расчета норм амортизации все производственные фонды делятся на 8 классификационных групп.

- 1) Здания. Включают в себя строительные объекты, предназначенные для осуществления основных, вспомогательных и подсобных производств. Например, корпуса цехов, складские помещения, гаражи и т.д.
- 2) Сооружения. В эту группу входят инженерно-строительные объекты – дороги, мосты, шахты, трубы, ограды, очистные сооружения и т.д.
- 3) Передаточные устройства. К этой группе относятся устройства, с помощью которых производится передача энергии (электрической, тепловой, механической), жидких и газообразных веществ (газо -, нефте- и водопроводы), устройства для передачи информации.
- 4) Силовые машины и оборудование. В данной группе учитываются агрегаты, машины, предназначенные для выработки и преобразования энергии. Как правило, это оборудование электрических станций, например, котлоагрегаты, турбины паровые, газовые, гидравлические, электрические генераторы. К ним относятся и тракторы, двигатели внутреннего сгорания, насосы большой мощности, обычно это машины единичной мощности 500 кВт и выше.
- 5) Рабочие машины и оборудование. В эту группу входят разнообразные виды оборудования, применяемые для выпуска продукции. В частности, станки, кузнечно-прессовое оборудование, подъемно-транспортное оборудование, компрессоры, вентиляторы, насосы, оборудование для газо - и электросварки, машины и оборудование для земляных и карьерных, дорожно-строительных работ и т.д.
- 6) Измерительные и регулирующие приборы. К данной группе относятся измерительные и регулирующие приборы, лабораторное оборудование, электронно-вычислительные машины.
- 7) Транспортные средства предназначены для транспортировки грузов и пассажиров. Сюда входят передвижные средства железнодорожного, автомобильного, водного и воздушного транспорта.
- 8) Прочие основные средства. Сюда относят основные средства, не вошедшие в предыдущие семь групп.

Основные фонды делятся на активную и пассивную части. К активной части относятся те основные фонды, которые в наибольшей мере влияют на объем выпускаемой продукции, производительность труда, на степень технической вооруженности труда. Пассивная часть создает лишь необходимые условия труда для использования части основных фондов, принимает косвенное участие

в процессе производства. Например, металлорежущий станок на машиностроительном предприятии будет относиться к активной части, а здание, в котором он находится, - к пассивной части основных фондов.

### **Стоимостная оценка основных фондов**

В практике управления предприятием применяется натуральная и стоимостная система измерения основных фондов. Натуральное измерение ведется в натуральных единицах измерения, например, площадь в квадратных метрах, мощность – в киловаттах, протяженность - в километрах и т.д. Стоимостная оценка необходима для определения динамики изменения их стоимости для соизмерения затрат и результатов деятельности предприятия, выбора наиболее эффективных направлений использования основных фондов.

Существует несколько принципиально различных способов оценки основных фондов.

1) Первоначальная стоимость – это фактические затраты на проектирование, создание новых машин и оборудования, включая затраты на приобретение, транспортировку, складирование, монтаж и наладку в ценах года создания основных фондов. С течением времени первоначальная стоимость изменяется и все в меньшей мере отражает реальные условия воспроизводства основных фондов.

2) Восстановительная стоимость основных фондов определяется стоимостью их воспроизводства в новых условиях. Восстановительная стоимость показывает, во сколько обошлось бы создание действующих основных фондов в данный момент и в ценах данного момента. Восстановительная стоимость вносит определенное единообразие в оценку основных средств, созданных в различные периоды времени. Вместе с тем при точном определении восстановительной стоимости возникают значительные трудности, связанные прежде всего со значительными затратами определения восстановительной стоимости, многие типоразмеры и модификации техники еще эксплуатируются, но уже не производятся в первоначальном виде. Точная восстановительная стоимость определяется только в момент генеральных переоценок основных фондов. Для соответствия амортизации действительным затратам наиболее правильным являлось бы определение амортизационных отчислений по восстановительной стоимости. В этом случае устранялась бы необходимость дополнительного учета морального износа первого ряда. Но точная оценка основных фондов по восстановительной стоимости связана со значительными трудностями и затратами на их переоценку. Различие между первоначальной и восстановительной стоимостью обуславливается действием научно-технического прогресса, политикой цен, инфляцией.

3) Стоимость с учетом износа представляет собой первоначальную или восстановительную стоимость за вычетом стоимости износа.

4) Остаточная стоимость основных средств определяется вычитанием из первоначальной или восстановительной стоимости, стоимости износа.

5) Ликвидная стоимость основных фондов равна той сумме, которую получает предприятие после реализации оборудования, за вычетом затрат на демонтаж и продажу.

6) Недоамортизированная стоимость – это та стоимость, которая еще не перешла на вновь изготавливаемую продукцию, определяется вычитанием из остаточной стоимости ликвидной.

Приведенные выше стоимости основных средств показаны на рисунке. 2.

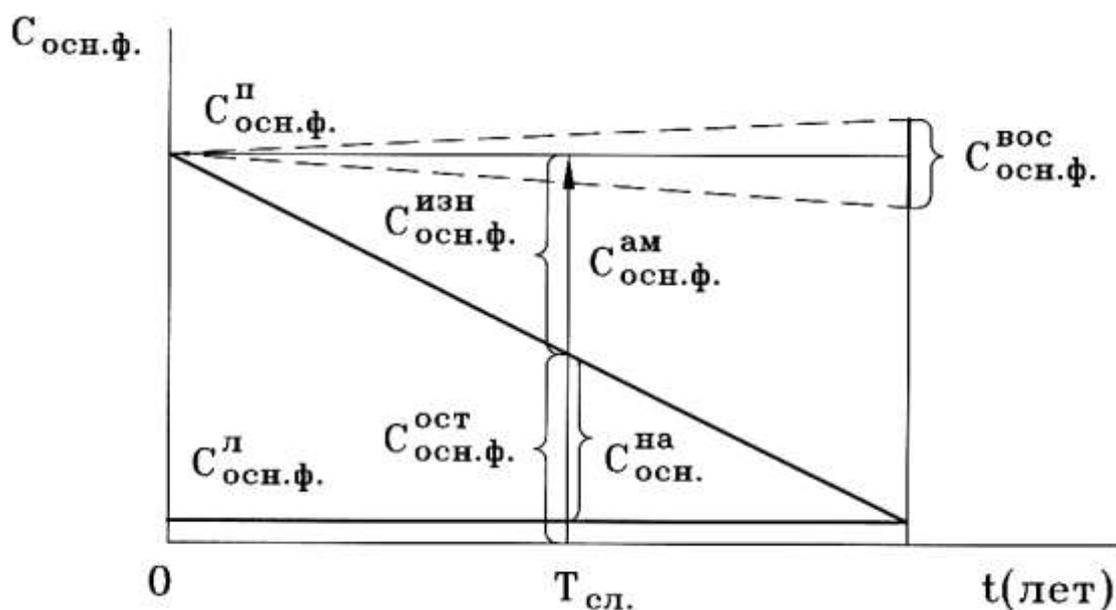


Рисунок 2. Изменение стоимости основных средств во времени:

$C_{осн.ф.}^п$  - первоначальная стоимость основных фондов;

$C_{осн.ф.}^{изн}$  - стоимость износа основных фондов, она равна проамортизированной ( $C_{осн.ф.}^{ам}$ ) стоимости;

$C_{осн.ф.}^{ост}$  - остаточная стоимость основных фондов;

$C_{осн.ф.}^{на}$  - недоамортизированная стоимость основных фондов;

$C_{осн.ф.}^л$  - ликвидная стоимость основных фондов.

Для расчета размера плановых амортизационных отчислений, расчета показателей эффективности использования основных фондов применяется среднегодовая стоимость основных фондов:

$$C_{\text{ОФ}}^{\text{сг}} = C_{\text{ОФ}}^{\text{нг}} + \sum_{i=1}^{i=n} C_{\text{ОФ}i}^{\text{н}} \frac{t_{\text{pi}}^{\text{н}}}{12} - \sum_{j=1}^{j=m} C_{\text{ОФ}j}^{\text{в}} \frac{12 - t_{\text{pj}}^{\text{в}}}{12}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{ОФ}}^{\text{нг}}$  - стоимость основных фондов на начало года (1.01);

$C_{\text{ОФ}i}^{\text{н}}$  - стоимость основных фондов вновь введенных;

$C_{\text{ОФ}j}^{\text{в}}$  - стоимость основных фондов выбывших (демонтированных);

$t_{\text{pi}}^{\text{н}}$  - время работы вновь введенных основных фондов (мес.) считается от месяца ввода до конца года;

$t_{\text{pj}}^{\text{в}}$  - время работы выбывших основных фондов (мес.) считается от начала года до месяца выбытия;

$n$  - число введенных единиц основных фондов;

$m$  - число демонтированных единиц.

Рассмотрим пример. Предположим, что на начало года (на 1.01) общая стоимость основных средств, находящихся на балансе предприятия, составила 757 тыс. денежных единиц. В течение года предприятие вводило в действие новые основные средства и демонтировало устаревшие. Динамика движения основных средств представлена в таблице 2.

Таблица 2. Динамика движения основных средств предприятия

пп	Действие	Дата ввода, демонтажа	Стоимость основных фондов, т.е. денежных единиц
	Ввод в действие новых основных фондов	1.04	20
	Демонтаж	1.05	40
	Демонтаж	1.07	50
	Ввод новых основных фондов	1.07	30
	Демонтаж	1.10	10

Среднегодовая стоимость основных фондов составляет:

$$C_{\text{ОФ}}^{\text{сг}} = 757 + 20 \frac{9}{12} + 30 \frac{6}{12} - \left( \frac{12-4}{12} + \right. \\ \left. + 50 \frac{12-6}{12} + 10 \frac{12-9}{12} \right) = 732,9 \text{ (тыс. денежных единиц).}$$

## Амортизация основных фондов

В процессе производства основные фонды подвергаются постоянному износу. Износ под действием эксплуатационных факторов или под влиянием внешних факторов называется физическим. Это, как правило, механический, термический, коррозионный, усталостный износ. Физический износ возрастает с увеличением нагрузок, из-за недостаточной квалификации работников, как непосредственно эксплуатирующего оборудование, так и обслуживающих его, при плохих внешних условиях и т.д. Последствия физического износа ликвидируются с помощью ремонтов, которые делятся на капитальные, средние и текущие. При капитальном ремонте осуществляется значительный объем ремонтных работ, благодаря чему могут быть полностью восстановлены первоначальное состояние и производственная мощность оборудования.

Машины, оборудование и другие виды основных средств изнашиваются не только физически, но и становятся менее совершенными по своим техническим характеристикам, экономической эффективности, т.е. они подвергаются моральному износу. Причиной морального износа является технический прогресс, ведущий либо к повышению производительности труда, в результате чего аналогичные машины производятся дешевле, либо изготовлению новых более совершенных и эффективных машин, либо к тому и другому одновременно. В связи с этим различают две формы морального износа.

Первая форма морального износа состоит в удешевлении машин и оборудования вследствие уменьшения стоимости их воспроизводства. При этом предполагается, что новые машины не претерпели существенных изменений, теряя часть своей стоимости, полностью сохраняют свою потребительскую стоимость.

Степень морального износа первой формы можно оценить по выражению:

$$K_{\text{мор1}} = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} - C_{\text{осн.ф.}}^{\text{вос}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}}}, \quad (2)$$

где  $C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}}$ ,  $C_{\text{осн.ф.}}^{\text{вос}}$  - первоначальная и восстановительная стоимость основных фондов, рассчитанная в единых ценах.

Пример. Первоначальная стоимость станка составляла 1 млн. руб., восстановительная – 700 тыс. рублей. Степень морального износа первой формы равна:

$$K_{\text{мор1}} = \frac{1000000 - 700000}{1000000} = 0,3,$$

то есть моральный износ первого рода составляет 30%.

Вторая форма морального износа заключается в обесценивании машин и оборудования при появлении новых, усовершенствованных, более экономичных, более производительных машин и оборудования. Степень морального износа второго рода можно рассчитать так:

$$K_{\text{мор}2} = 1 - \frac{I_{\text{н}} \cdot \Pi_{\text{с}}}{I_{\text{с}} \cdot \Pi_{\text{н}}}, \quad (3)$$

где  $I_{\text{н}}, I_{\text{с}}$  - годовые эксплуатационные расходы нового и старого оборудования;  $\Pi_{\text{н}}, \Pi_{\text{с}}$  - производительность нового и старого оборудования.

Пример, эксплуатационные расходы нового станка составляют 70 тыс. руб./год, старого – 90 тыс. руб./год. Производительность нового станка - 260 тыс. руб./год, старого – 230 тыс. руб./год. Моральный износ второго рода равен:

$$K_{\text{мор}2} = 1 - \frac{70000 \cdot 230000}{90000 \cdot 260000} = 0,31.$$

Таким образом, моральный износ второго рода составляет 31%, что является весомой причиной замены старого станка новым. Различают два вида морального износа. Моральный износ первого рода связан с прогрессом в области технологий и производства, который приводит к снижению стоимости воспроизводства основных фондов. Моральный износ второго вида проявляется с появлением более экономичных, более производительных новых типов мощностей и оборудования одинакового назначения.

Оптимальный срок службы по условиям физического износа должен быть максимально приближен к сроку морального старения. Близок по своему смыслу к оптимальному сроку так называемый экономический срок службы, под которым принято понимать тот период, в течение которого основные производственные фонды целесообразно эксплуатировать.

За период расчетного срока службы тех или иных основных средств должны быть накоплены денежные средства для замены действующих основных средств к концу их расчетного срока службы новыми. Такой процесс называется амортизацией, что буквально можно перевести как бессмертие. В настоящее время рассчитываются отчисления только на реновацию, т.е. на полное восстановление основных средств, без учета в отчислениях затрат на ремонт. Таким образом, амортизация представляет собою часть стоимости основных фондов, которая соответствует их износу и переносится на вновь созданный продукт или, говоря другими словами, амортизация - это плановое погашение стоимости основных фондов по мере износа путем перенесения на вновь изготавливаемую с их помощью продукцию.

Норма амортизации – это процентное отношение суммы годовых амортизационных отчислений к первоначальной стоимости основных фондов.

$T_{\text{сд}}$  - расчетный срок службы (амортизационный период) основных средств.

В практике работы предприятий различают методы равномерной и неравномерной, линейной и нелинейной амортизации. При равномерном процессе амортизации списание стоимости основных средств осуществляется постоянными долями на протяжении расчетного срока службы. Годовая сумма амортизации, которая переносится на себестоимость продукции определяется по выражению:

$$I_a = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{П}} - C_{\text{осн.ф.}}^{\text{Л}}}{T_{\text{сл}}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{сл}}$  - расчетный срок службы основных средств;

$C_{\text{осн.ф.}}^{\text{П}}$  - первоначальная стоимость основных фондов;

$C_{\text{осн.ф.}}^{\text{Л}}$  - ликвидная стоимость основных фондов.

Графическое изображение процесса амортизации за 4 года приведено на рис.3

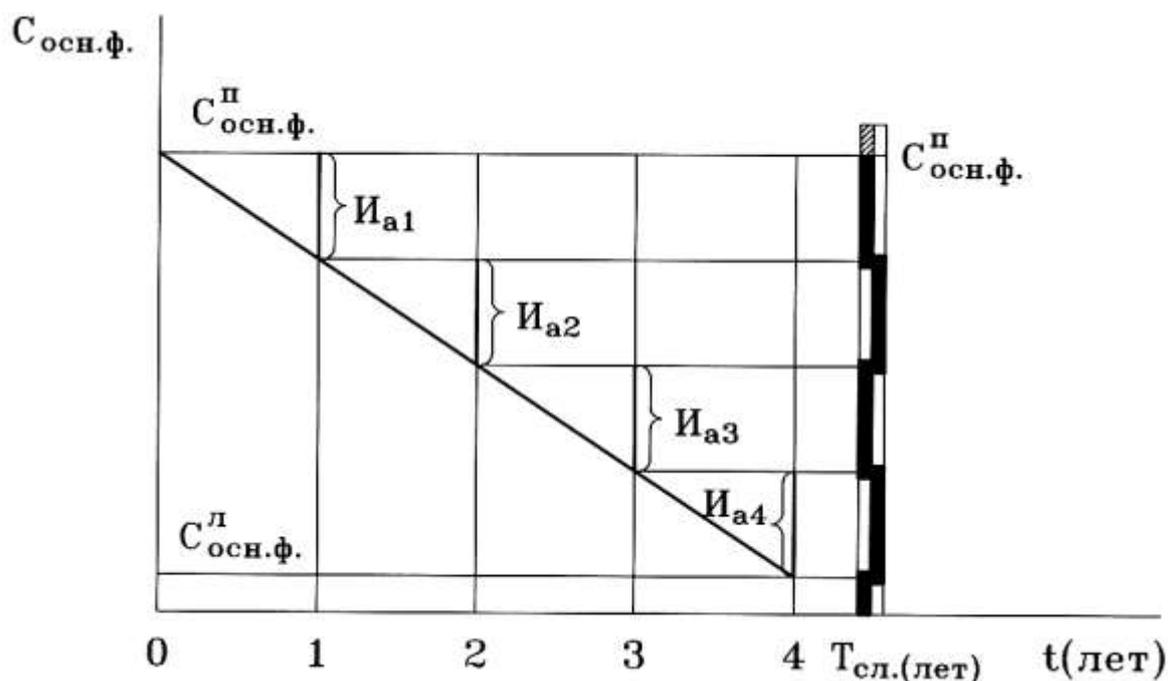


Рисунок 3. Схема амортизации основных средств

Из рисунка 3 видно, что на конец срока службы на специальном счете предприятия за счет амортизационных отчислений накопится сумма денежных средств, равная  $C_{\text{осн.ф.}}^{\text{П}} - C_{\text{осн.ф.}}^{\text{Л}}$ , а после реализации списанных средств,

предприятия получит на этом счете добавку, равную  $C_{\text{осн.ф.}}^{\text{Л}}$ , т.е. за срок службы основные средства полностью перенесут свою стоимость на готовый продукт, а после продажи продукта на специальном счете у предприятия будет

накоплена сумма, равная стоимости основных средств, и оно сможет осуществить воспроизводство изношенных основных средств.

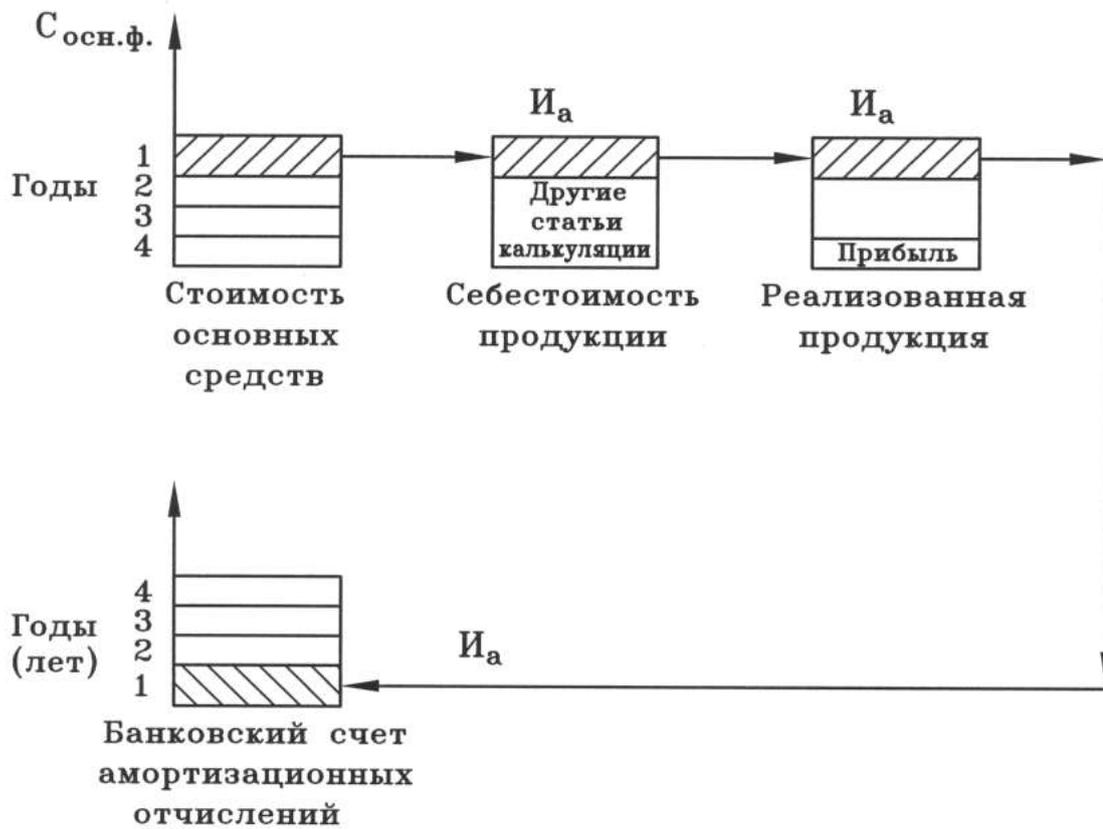


Рисунок 4. Схема движения амортизационных отчислений

Принимая во внимание снижение восстановительной стоимости во времени и то, что на счет амортизационных отчислений банк будет начислять проценты, то речь идет не о простом, а расширенном воспроизводстве основных средств.

Годовая сумма амортизационных отчислений, включаемая в себестоимость, определяется по формуле (4).

Годовая норма амортизационных отчислений рассчитывается как:

$$N_a = \frac{C_{осн.ф.}^П - C_{осн.ф.}^Л}{C_{осн.ф.}^П \cdot T_{сл}} 100 \quad \%/год \quad (5)$$

Примерно годовую норму амортизационных отчислений можно определить:

$$N_a \approx \frac{100}{T_{сл}} \quad \%/год \quad (6)$$

зная норму амортизации, можно определить годовые отчисления на амортизацию

$$И_a = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} \cdot \frac{Н_a}{100}, \quad (7)$$

и месячные отчисления на амортизацию

$$И_a^{\text{м}} = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} \cdot \frac{Н_a}{100 \cdot 12}. \quad (8)$$

Для расчета амортизационных отчислений на автотранспорте применяются следующее выражение:

$$И_a = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} \cdot \frac{Н_a}{100} \cdot \frac{L}{1000}, \quad (9)$$

где  $L$  – фактический пробег автомобиля за год, км.

Пусть первоначальная стоимость основных средств станка составляет 500 млн. руб., ликвидная – 5 млн. руб., расчетный срок службы – 9 лет, тогда годовая норма амортизации будет равна:

$$Н_a = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} - C_{\text{осн.ф.}}^{\text{л}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} \cdot T_{\text{сл}}} \cdot 100 = \frac{500 - 5}{500 \cdot 9} \cdot 100 = 11,0 \% / \text{год} \quad (10)$$

Годовые отчисления на амортизацию можно определить двумя способами:

$$И_a = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} - C_{\text{осн.ф.}}^{\text{л}}}{T_{\text{сл}}} = \frac{500 - 5}{9} = 55 \text{ млн.руб/год}; \quad (11)$$

$$И_a = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} \cdot \frac{Н_a}{100} = 500 \cdot \frac{11}{100} = 55 \text{ млн.руб/год}. \quad (12)$$

Отчисления на амортизацию за месяц :

$$И_{\text{ам}} = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{п}} \cdot \frac{Н_a}{100 \cdot 12} = 500 \cdot \frac{11}{100 \cdot 12} = 4,583 \text{ млн.руб/год}. \quad (13)$$

Ориентировочные нормы амортизации на реновацию (полное восстановление) представлены в таблице 3.

Таблица 3. Ориентировочные нормы амортизации на реновацию

Наименование классификационной группы	Наименование	Годовая норма амортизации, %
1) Здания	Многоэтажные	0,4...1,7
	Одноэтажные, бескаркасные	2,5...5,0
	Пневмонадувные	10,0
2) Сооружения	Скважины	6,7...8,3
	Гидротехнические	1,0...8,0
	Транспортного хозяйства	1,0...10,0
3) Передаточные устройства	Устройства электропередачи	2,0...6,0
	Трубопроводы	1,7...5,0
4) Силовые машины и оборудование	Котельные агрегаты	3,7...5,0
	Турбинное оборудование	3,7...6,6
	Электродвигатели	4,2...6,6
	Двигатели внутреннего сгорания	4,4...12,5
	Тракторы	9,1...12,5
	Прочее силовое оборудование	4,4...16,1
5) Рабочие машины и оборудование	Металлорежущие станки	5,0...8,3
	Кузнечно-прессовое оборудование	7,7...10,0
	Компрессоры	5,4...17,0
	Насосы	7,7...20,0
	Подъемно-транспортное оборудование	5,0...12,5
	Машины и оборудование для земляных и карьерных работ	7,7...12,5
	Дорожно-строительные машины	10,0...16,7
	Машины и оборудование для газосварки и резки	11,0...20,0
	Контрольно-измерительные приборы	7,0...14,3
6) Измерительные и регулирующие приборы и устройства	Весовое оборудование	6,7...12,5
	Вычислительная техника	10,0...12,5
7) Транспортные средства		8 ... 10
8) Прочие основные фонды		

В описанных выше расчетах амортизационных отчислений за основу принималась гипотеза равномерного износа основных средств во времени или так называемое линейное списание. На практике износ происходит неравномерно, так в частности фактическая стоимость основных средств в первые годы снижается достаточно сильно, затем темп уменьшения стоимости значительно замедляется, приближается к ликвидной стоимости в конце расчетного срока службы. Поэтому в последние годы получила распространение нелинейная форма списания, которая, кроме уже упомянутого приближения остаточной стоимости основных средств и их рыночной стоимости, позволяет также уменьшить налоговую нагрузку в первые годы работы, когда предприятие находится в наиболее тяжелых для него условиях работы. Следует помнить, что нелинейные формы списания не уменьшают налоговую нагрузку за весь расчетный период и не сокращают длительность расчетного периода амортизации, поэтому термин «ускоренная амортизация», применяющийся для нелинейного списания, является, на наш взгляд, не совсем правильным.

Рассмотрим пример нелинейной формы списания. За основу возьмем метод «двойного снижающего баланса». Годовые амортизационные отчисления в этом случае можно найти как:

$$I_a = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}} \cdot \frac{2N_a}{100}, \quad (14)$$

где  $C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}}$  - остаточная стоимость основных средств

Предположим, что первоначальная стоимость основных средств составляет 500 денежных единиц, срок службы 5 лет, годовая норма амортизации – 10 %/год, тогда годовые амортизационные отчисления по линейной форме списания будут равны.

$$I_a = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}} \cdot \frac{N_a}{100} = 500 \cdot \frac{20}{100} = 100 \text{ ден.ед/год.}$$

Годовые амортизационные отчисления рассчитанные по формуле двойного снижающего баланса в первый год составят:

$$I_a^{\text{н1}} = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}} \cdot \frac{2N_a}{100} = 500 \cdot \frac{2 \cdot 20}{100} = 200 \text{ ден.ед/год,}$$

во второй год:

$$I_a^{\text{н2}} = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}} \cdot \frac{2N_a}{100} = (500 - 200) \cdot \frac{2 \cdot 20}{100} = 120 \text{ ден.ед/год,}$$

в третий год:

$$I_a^{\text{н3}} = C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}} \cdot \frac{2N_a}{100} = (500 - 200 - 120) \cdot \frac{2 \cdot 20}{100} = 72 \text{ ден.ед/год.}$$

Поскольку в третий год амортизационные отчисления по нелинейной форме списания становятся меньшими чем по линейным, то необходимо перейти к линейной форме списания. С этой целью подсчитаем сумму списаний за три года, она составит:

$$I_a = 200 + 120 + 72 = 392 \text{ ден.ед.},$$

оставшуюся недоамортизированную стоимость основных средств

$$C_{\text{осн.ф.}}^{\text{ост}} = 500 - 392 = 108 \text{ ден.ед.}$$

разделим на оставшиеся 2 года, тогда амортизационные отчисления будут равны  $108/2=54$  ден.ед./год.

Результаты сведем в таблицу 4.

Таблица 4. Амортизационные отчисления

Время, лет	Линейная форма списания $I_a^L$ ден.ед./год	Нелинейная форма списания $I_a^H$ ден.ед./год
1.	100	200
2.	100	120
3.	100	72
4.	100	54
5.	100	54
Итого	500	500

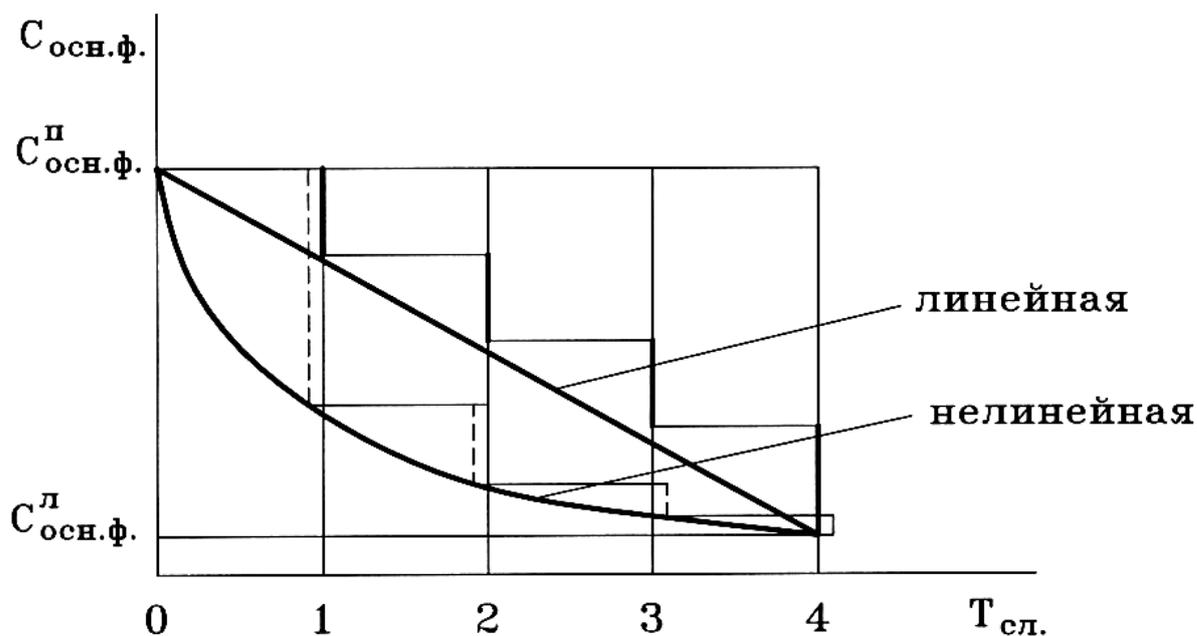


Рисунок 5. Линейная и нелинейная формы списания основных средств

В проектных разработках, расчетах плановой себестоимости, формировании бизнес плана и т.д. часто применяется средневзвешенная норма амортизации, определяемая по выражению:

$$\bar{N}_a = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ai} \cdot C_{\text{осн.ф.}i}}{\sum_{i=1}^n C_{\text{осн.ф.}i}}, \quad (15)$$

где  $N_{ai}$  - норма амортизации  $i$ -ой группы основных средств,

$C_{\text{осн.ф.}i}$  - стоимость основных фондов  $i$ -ой группы;

$n$  – число классификационных групп.

Как показывает практика расчетов, средневзвешенная норма амортизации достаточно стабильна для однородных групп предприятий, например, относящихся к одной отрасли промышленности. По известной структуре основных фондов достаточно просто рассчитать средневзвешенную норму амортизации. Поясним это на примере. В таблице 5 представлена структура основных фондов топливной промышленности и нормы амортизации для каждой из групп основных средств.

Таблица 5. Структура основных фондов топливной промышленности и нормы амортизации

Наименование	Классификационные группы								Итого %
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Топливная промышленность	9,0	54,1	12,0	2,2	19,5	0,8	1,9	0,5	100
Норма амортизации, %	0,8	7,1	3,7	4,1	11,6	12,5	11,5	14,5	100

На основе данных таблицы 5 рассчитаем средневзвешенную норму амортизации для топливной промышленности:

$$\begin{aligned} \bar{N}_a &= \frac{\sum_{i=1}^n N_{ai} \cdot C_{\text{осн.ф.}i}}{\sum_{i=1}^n C_{\text{осн.ф.}i}} = \\ &= \frac{0,8 \cdot 9,0 + 7,1 \cdot 54,1 + 3,7 \cdot 12,0 + 4,1 \cdot 2,2 + 11,6 \cdot 19,5 + 12,5 \cdot 0,8 + 11,5 \cdot 1,9 + 14,5 \cdot 0,5}{9,0 + 54,1 + 12,0 + 2,2 + 19,5 + 0,8 + 1,9 + 0,5} = \\ &= \frac{710,03}{100} = 7,1 \% / \text{год.} \end{aligned}$$

Годовые отчисления на амортизацию в этом случае можно определить по выражению:

$$И_a = \sum_{i=1}^n C_{\text{осн.ф.}i} \frac{\bar{N}_a}{100}. \quad (16)$$

### Показатели использования основных средств

Одним из важнейших факторов повышения эффективности производства является всемерное улучшение использования основных фондов, которое позволяет увеличить объем выпускаемой продукции без дополнительных инвестиций, сократить издержки производства, снизить себестоимость продукции, повысить рентабельность работы предприятия, ускорить процесс оборачиваемости, т. е. сократить период времени, в течение которого стоимость основных средств переносится на продукт, что способствует сближению сроков физического и морального износа.

Обычно эффективность использования основных производственных фондов оценивают отношением экономического результата к объему всех примененных средств труда, так, в частности, определяются показатели фондоотдачи. Наиболее обобщающим и распространенным показателем использования основных фондов является показатель фондоотдачи, рассчитываемый как отношение произведенной за год продукции к среднегодовой стоимости основных производственных фондов.

Абсолютное значение фондоотдачи зависит от ряда факторов. Так, в частности, она может быть повышена за счет улучшения структуры основных фондов, увеличения активной части, углубления специализации, повышения производительности труда, улучшения качества продукции.

$$\Phi_o = \frac{П_{\text{год}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}}, \quad (17)$$

где  $П_{\text{год}}$  - годовой объем реализованной продукции;

$C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}$  - балансовая стоимость основных средств.

Данный показатель можно интерпретировать как количество продукции (ден. ед.), получаемой на 1 ден.ед. основных средств. Обратным показателем фондоотдачи является фондоемкость, которая определяется размером основных фондов, отнесенных к объему выпущенной продукции:

$$\Phi = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}}{\Pi_{\text{год}}} \quad (18)$$

Аналогично можно рассчитывать рентабельность основных средств

$$P_e = \frac{\Pi_{\text{б}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}}, \quad (19)$$

где  $\Pi_{\text{б}}$  - балансовая прибыль.

Рентабельность показывает, сколько рублей прибыли получает предприятие на 1 руб. основных средств. Приближенно предприятие можно считать рентабельным, если полученная рентабельность больше или равна реальной процентной ставке реинвестирования.

Степень обновления основных средств можно определить по коэффициенту обновления

$$K_{\text{обн}} = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{н}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}}, \quad (20)$$

где  $C_{\text{осн.ф.}}^{\text{н}}$  - стоимость основных фондов введенных в течение года.

Коэффициент выбытия определяется как отношение выбывших основных средств к балансовой стоимости

$$K_{\text{выб}} = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{выб}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}}. \quad (21)$$

Использование основных средств во времени отражают коэффициенты экстенсивного и интенсивного использования. Показатель экстенсивного использования может быть увеличен за счет роста времени полезного использования оборудования, путем сокращения простоев, например, во время ремонтов, роста коэффициента сменности.

Коэффициент интенсивного использования вычисляется как отношение фактически выработанной в единицу времени продукции к максимально возможному выпуску продукции за это же время и характеризует использование производственной мощности оборудования.

Более интенсивное использование оборудования в единицу времени достигается путем совершенствования технологии, повышением производственной мощности в процессе ее использования.

Коэффициент экстенсивного использования

$$K_{\text{экс}} = \frac{T_{\text{ф}}}{T_{\text{к}}}, \quad (22)$$

где  $T_{\text{ф}}$ ,  $T_{\text{к}}$  - фактическое и календарное время работы основных средств.

Коэффициент интенсивного использования

$$K_{\text{инт}} = \frac{\Pi_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{мах}}}, \quad (23)$$

где  $\Pi_{\text{ф}}$ ,  $\Pi_{\text{мах}}$  - фактический и максимальный объем выпускаемой продукции.

Коэффициент экстенсивного использования – количественный показатель, характеризует длительность использования основных средств во времени, а интенсивного использования – качественный показатель, характеризует объем получаемой продукции.

Иногда используют общий (интегральный) показатель

$$K_{\text{об}} = K_{\text{экс}} K_{\text{инт}}. \quad (24)$$

Пример расчета показателей использования основных средств. Балансовая стоимость основных средств предприятия составляет 150 тысяч условных единиц (у.е.), за год было введено новых основных средств на сумму 30 тысяч у.е., выбыло старых основных средств на сумму 11 тысяч у.е., фактическое время работы предприятия - 1710 час/год, календарное время – 2016 час/год. Фактически предприятие выпустило продукции в размере 72 тыс. у.е., а могло выпустить на 95 тыс. у.е., балансовая прибыль предприятия составила 19 тысяч у.е.

Показатели использования предприятием основных средств.

1) Коэффициент обновления:

$$K_{\text{обн}} = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{н}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}} = \frac{30}{150} = 0,2$$

или обновление составило 20%/год.

2) Коэффициент выбытия:

$$K_{\text{выб}} = \frac{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{выб}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}} = \frac{11}{150} = 0,073$$

или 7,3 %/год.

Поскольку предприятие обновляет основные средства быстрее, чем происходит выбытие, то можно сделать вывод о прогрессивном развитии производственных мощностей предприятия.

3) Коэффициент экстенсивного использования:

$$K_{\text{экс}} = \frac{T_{\text{ф}}}{T_{\text{к}}} = \frac{1710}{2016} = 0,85$$

или 85 %/год.

4) Коэффициент интенсивного использования:

$$K_{\text{инт}} = \frac{\Pi_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{мах}}} = \frac{72}{95} = 0,76$$

или 76 %/год.

5) Общий коэффициент использования:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{экс}} K_{\text{инт}} = 0,85 \cdot 0,76 = 0,65$$

или 65 %.

Коэффициенты экстенсивного, интенсивного использования и общий коэффициент показывают, что у предприятия имеются неиспользованные резервы лучшего использования производственных мощностей как во времени, так и по объему выпускаемой продукции.

6) Фондоотдача:

$$\Phi_{\text{о}} = \frac{\Pi_{\text{вал}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}} = \frac{72}{150} = 0,48 \quad (25)$$

или 48 %;

т.е. предприятие получает 0,48 у.е. валовой продукции на 1 у.е. основных фондов. Для стабильной экономики это достаточно высокий показатель фондоотдачи.

7) Рентабельность:

$$P_{\text{е}} = \frac{\Pi_{\text{б}}}{C_{\text{осн.ф.}}^{\text{б}}} = \frac{19}{150} = 0,13 \quad (26)$$

или 13%/год.

Если в данный момент банковская ставка реинвестирования равна 11%/год, а инфляция - 3%/год, то реальная банковская ставка равна:  $11-3 = 9\%$ /год, поэтому предприятие при норме рентабельности в 13 % /год может считаться рентабельным.

Достаточно объективным и удобным в практическом применения является такой показатель, как число часов использования установленной энергетической мощности ( $h$ ) или максимума энергетических нагрузок ( $h_{\max}$ ). Это условный показатель, показывающий, за какое время можно выработать (потребить) количество энергии, фактически вырабатываемое (потребляемое) в течение года, если работа электростанции будет производиться с мощностью, равной установленной, или потребление энергии с максимальной часовой нагрузкой:

$$h = \frac{\mathcal{E}}{N}, \quad (27)$$

где  $\mathcal{E}$  - годовая выработка электроэнергии;  $N$ -установленная мощность электростанции.

Для промышленных предприятий и для предприятий электрических сетей часто применяется такой показатель, как число часов использования максимума нагрузки

$$h_{\max} = \frac{\mathcal{E}}{P_{\max}}, \quad (28)$$

где  $P_{\max}$  - максимальная мощность.

Число часов использования максимума технологической нагрузки является своеобразной «визитной карточкой» отрасли материального производства. Этот показатель выше в отраслях с непрерывным циклом и существенно ниже при дискретном производстве.

## ***2 Ремонт основных средств***

Значительная стоимость основных средств требует пристального внимания к их использованию, организации оптимальной стратегии эксплуатации. Под стратегией эксплуатации подразумевается не только бережное отношение к основным средствам, но и оптимальную последовательность ремонтов. Своевременный и высококачественный ремонт предупреждает преждевременный физический износ оборудования, устраняет аварии и простои, ликвидирует последствия износа. Основные средства могут служить достаточно долго только лишь при своевременном проведении ремонтов. Правильная эксплуатация помогает снизить износ, но не может устранить его полностью, ликвидируют последствия физического износа только ремонты. Основной формой организации ремонта является система планово-предупредительных ремонтов (ППР). Система ППР предусматривает работы по уходу, надзору и ремонту оборудования в определенные плановые календарные сроки, направленные на предотвращение прогрессивного нарастания износа, предупреждение аварий и обеспечение

сохранения оборудованием необходимых эксплуатационных качеств. ППР включает в себя текущий уход и надзор за оборудованием, осмотры и ревизии оборудования, производство ремонтов. Таким образом, система ППР включает в себя межремонтное обслуживание и ремонтные операции.

Текущий уход за оборудованием состоит в ежедневной смазке, чистке оборудования, регулировке работ, выполняемых рабочими-производственниками и частично специальными работниками. Осмотры и проверки оборудования проводятся периодически в установленные сроки и заключаются в тщательной проверке работы механизмов. Они могут сопровождаться частичной разборкой узлов машин, а также сменой мелких деталей, не требующих пригонки, или деталей с коротким сроком службы.

Периодические ремонтные операции проводятся по плану, для различных групп оборудования периодичность различная. Подробное содержание и периодичность профилактических операций изложены в системе ППР.

Ремонт оборудования по своему характеру бывает текущим, средним и капитальным. Текущий ремонт и ревизии предусматривают следующие виды работ: разборка и осмотр агрегатов, чистка агрегатов, смена деталей, подверженных быстрому износу, сборка и регулировка агрегата. Работы по текущему ремонту производятся с целью поддержания оборудования в работоспособном состоянии.

Средний ремонт является промежуточным между текущим и капитальным ремонтами и предусматривает замену и восстановление изношенных деталей, в результате чего обеспечивается восстановление точности, мощности и производительности оборудования до следующего очередного ремонта. Средний ремонт производится без снятия оборудования с фундамента и связан с простым оборудованием в пределах норм.

Капитальный ремонт является наибольшим по объему из плановых ремонтов, при котором производится полная разборка машин, замена всех изношенных узлов и деталей, ремонт базовых деталей. Необходимость в таких работах вызывается различной степенью изнашиваемости узлов и деталей. Эти работы проводятся с целью восстановления полной производственной мощности основных фондов и обеспечения их работоспособности в течение положенного им срока службы. Выполнение капитального ремонта связано с производственными простоями ремонтируемого оборудования в пределах норм.

Вне системы планово-предупредительных ремонтов остаются особые виды ремонтов: аварийный и восстановительный. Под аварийным понимается ремонт, вызванный не естественным износом частей агрегатов, а поломками оборудования по тем или иным причинам. В зависимости от степени поломки аварийный ремонт по своему объему может быть отнесен к текущему, среднему или капитальному ремонту. Восстановительный ремонт заключается в ремонте изношенного оборудования, дальнейшая эксплуатация которого технически невозможна или экономически нецелесообразна. Аварийный и восстановительный ремонты выполняются за счет специально выделяемых средств (прибыль, страховые фонды и т. д.). Текущий, средний и капитальный ремонты

выполняются за счет средств особого ремонтного фонда. Стоимость этих ремонтов полностью переносится на себестоимость выпускаемой продукции.

Период между двумя ремонтами называется межремонтным периодом, а между двумя осмотрами – межосмотровым периодом. Период времени между двумя капитальными ремонтами называется ремонтным циклом. Структура ремонтного цикла - это чередование текущих, средних ремонтов в течение ремонтного цикла.

Расчет затрат на текущий, средний и капитальный ремонты основывается на проектно-сметной документации, разрабатываемой на основе ППР специальными ремонтными организациями или ремонтным цехом предприятия. Смета расходов может составляться по статьям калькуляции или по экономическим элементам, таким как: затраты на зарплату, амортизацию, топливо, энергию, материалы и прочие затраты.

### ***3 Модернизация оборудования***

Как уже упоминалось, износ основных фондов происходит не только под действием физических факторов, разрушающих средства труда, но и в результате научно-технического прогресса. Это так называемый моральный износ оборудования, вызываемый постоянным улучшением и удешевлением средств труда.

Модернизация отличается от капитального ремонта тем, что последний восстанавливает производительность оборудования на старой технической основе, а модернизация направлена на устранение потерь, возникающих в процессе морального износа, т.е. повышает экономическую эффективность оборудования, производительность и является поэтому одной из форм расширенного воспроизводства основных средств.

На предприятии невозможно в короткие сроки произвести замену всего морально устаревшего оборудования, а во многих случаях такая замена экономически нецелесообразна, поэтому часть машин и оборудования постоянно модернизируется. Экономическая эффективность модернизации может определяться сравнением себестоимости продукции, изготовляемой с применением данного оборудования до и после модернизации и определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_M = (C_1 - C_2)Q - \frac{K_M}{T}, \quad (29)$$

где  $C_1, C_2$  – себестоимость продукции до и после модернизации;

$Q$  – годовой объем выпускаемой продукции;

$K_M$  – инвестиции на модернизацию;

$T$  – срок погашения ссуды на модернизацию.

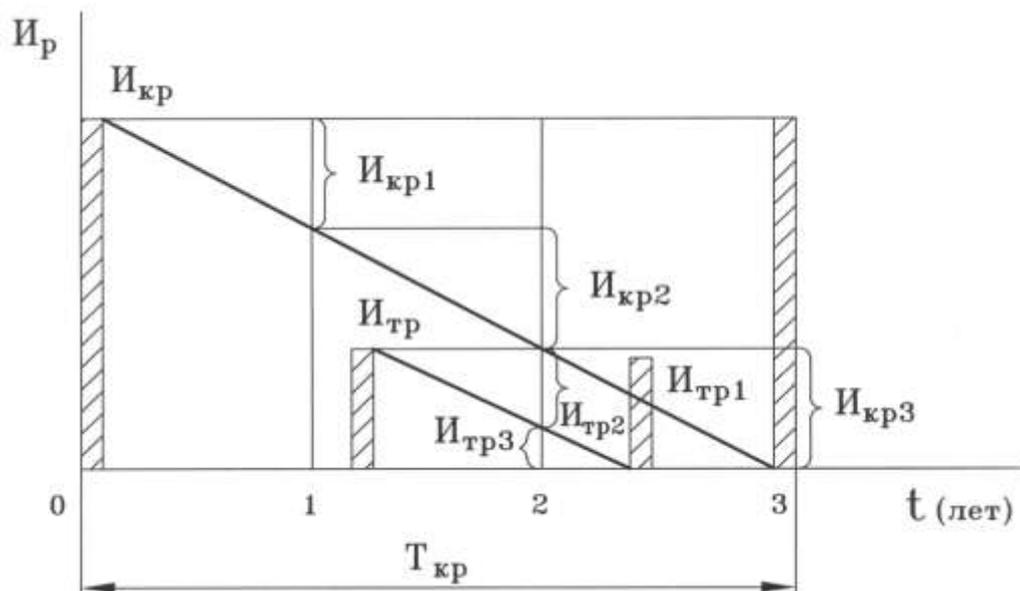


Рисунок 6. Распределение ремонтных затрат по годам межремонтного периода

$$I_{kpt} = I_{kr} \frac{T_t}{T_{kr}} \quad (30)$$

$$I_{trt} = I_{tr} \frac{T_t}{T_{tr}}, \quad (31)$$

где  $T_t$  - время работы оборудования в текущем году после ремонта;

$T_{tr}$  - период между двумя текущими ремонтами.

#### **4 Производственная мощность предприятия**

Под производственной мощностью промышленного предприятия понимается максимально возможный выпуск продукции при полном использовании производственного оборудования и площадей.

Производственная мощность определяется мощностью ведущих цехов (агрегатов), выполняющих основные технологические операции по изготовлению готовой продукции.

Различают мощность входящую, исходящую и среднюю. Входящая мощность – это мощность на начало планового периода, исходящая мощность – мощность на конец планового периода. Средняя мощность определяется как средневзвешенная величина из мощностей за отдельные отрезки времени планового периода.

При расчете производственной мощности предприятия включается все производственное оборудование, закрепленное за цехами (действующее, нахо-

дящееся в ремонте, временно не действующее, ожидающее монтажа). В расчет производственной мощности не включается оборудование вспомогательных и экспериментальных цехов, а также резервное оборудование.

При определении производственной мощности принимается во внимание номинальный для данной отрасли режим работы: сменность, продолжительность рабочего дня, число рабочих дней в году. Простою оборудования в ремонте принимается равным нормативному по ППР. При расчете производственной мощности не учитываются простои оборудования, вызванные недостатком рабочих кадров, сырья, материалов, топлива, энергии, организационными нарушениями, связанные с браком в производстве.

В целях правильного учета производственных возможностей разрабатываются балансы производственных мощностей. Рассмотрим пример баланса производственной мощности (таблица 6).

Таблица 6. Баланс производственной мощности

№	Наименование показателя	Количество (тыс., шт.)
1.	Производственная мощность на начало года	12 500
2.	Увеличение мощности	780
2.1	Внедрение организационно-технических мероприятий	210
2.2	Изменение номенклатуры и ассортимента	20
2.3	Ввод новых мощностей, расширение и реконструкция	520
2.4	Изменение режима работы	30
3.	Уменьшение мощности	15
3.1	Износ и выбытие мощности	10
3.2	Изменение номенклатуры и ассортимента	5
3.3	Изменение режима работы	-
4.	Производственная мощность на конец года	13 250
5.	Среднегодовая производственная мощность	12 854

Среднегодовая мощность определяется аналогично среднегодовой стоимости основных средств, т.е.

$$N_{\text{ст.}} = N_{\text{н}} + \sum_{i=1}^n N_{\text{би}} \frac{t_{\text{рби}}}{12} - \sum_{j=1}^m N_{\text{yj}} \frac{12 - t_{\text{pyj}}}{12}, \quad (32)$$

где  $N_{\text{н}}$  – производственная мощность на начало года;

$N_{\text{би}}$  – увеличение мощности;

$N_{\text{yj}}$  – уменьшение мощности;

$t_{\text{рби}}$ ,  $t_{\text{pyj}}$  – время работы вводимой (увеличивающейся) и уменьшаемой мощности, месяцев;

$n$  – количество введенных агрегатов;

$m$  – количество демонтированных агрегатов.

Например, внедрение организационно-технических мероприятий произошло 01.05 текущего года, изменение номенклатуры и ассортимента, приводящее к увеличению производственной мощности, – 01.07 текущего года, ввод новых мощностей – 01.08. Уменьшение мощности за счет износа и выбытия оборудования – 01.03 текущего года, изменение номенклатуры и ассортимента, приводящее к уменьшению производственной мощности, – 01.04. Тогда согласно балансу производственной мощности (таблица 1) среднегодовая производственная мощность будет равна:

$$\begin{aligned} N_{\text{ст.}} &= 12500 + 210 \frac{8}{12} + 20 \frac{6}{12} + 520 \frac{5}{12} - 10 \frac{12 - 2}{12} - 5 \frac{12 - 3}{12} = \\ &= 12854 (\text{тыс. шт.}). \end{aligned}$$

Степень использования среднегодовой мощности характеризуется коэффициентом использования мощности:

$$K_{\text{и}} = \frac{Q}{N_{\text{ст}}}, \quad (33)$$

где  $Q$  – объем выпущенной продукции;

$N_{\text{ст}}$  – среднегодовая мощность предприятия.

Например, за год предприятием было выпущено 12 500 тыс. шт. продукции, при среднегодовой мощности 12 854 тыс. шт., коэффициент использования этой мощности будет равен:

$$K_{\text{и}} = \frac{12500}{12854} = 0,97 \text{ или } 97\%.$$

## 5 Экономика резервов мощности в энергосистеме

Различают следующие виды резервов мощности по назначению:

1) аварийный резерв - предназначен для резервирования агрегата, оказавшегося в аварийном простое;

2) нагрузочный(частотный) - предназначен для покрытия непредвиденного роста эл. нагрузки потребителей по сравнению с плановой;

3) ремонтный резерв - применяется для производства ремонтных работ; ремонтный резерв должен быть достаточен для вывода в течение года оборудования в ремонт. Для обеспечения ремонтного резерва используется летний провал годового графика электрической нагрузки.

4) эксплуатационный резерв - необходим для компенсации временного снижения мощности станции.

Виды резервов мощности по степени мобильности:

1) горячий резерв (вращающийся) - используется недогруженная мощность агрегатов генерирующих источников, находящихся в работе;

2) холодный резерв - агрегаты электростанций, находящиеся в простое. Исключение составляют гидроагрегаты, мощность которых может рассматриваться как горячий резерв, даже если они отключены, т.к. время их пуска - 2-3 мин. Горячий резерв используется для обеспечения нагрузочного и аварийного резерва, а холодный - для обеспечения ремонтного и эксплуатационного резерва.

Оптимальная величина ремонтного резерва определяется путем сопоставления дополнительных затрат на ввод и содержание аварийного резерва с ущербом у потребителей от аварийного недоотпуска энергии.

$$Y = \mathcal{E}_{\text{нед}} \sum_{i=1}^n V_i, \quad (34)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{нед}}$  – величина недоотпуска электроэнергии;

$V_i$  – удельный ущерб от недоотпуска электроэнергии;

$n$  – количество потребителей.

Экономический критерий, на основе которого можно определить оптимальное значение аварийного резерва:

$$Z = EK + C + Y, \quad (35)$$

где:  $EK$ - капитальные вложения в резервную мощность;

$C$  - эксплуатационные расходы по содержанию этой мощности;

$Y$ - суммарный ущерб у потребителей от аварийного перерыва в энерго-снабжении.

Выбор оптимальной величины резерва – экономическая задача, в которой требуется сопоставление затрат на ввод и содержание этого резерва с величиной снижаемого экономического ущерба.

## **6 Оборотные средства предприятия**

Оборотные фонды - это предметы труда, которые полностью потребляются в каждом производственном цикле и переносят свою стоимость на вновь создаваемые продукты. К ним относятся сырье, основные и вспомогательные материалы, топливо, тара, запасные части для ремонта, расходы будущих периодов и незавершенное производство. Одна часть предметов труда (топливо, энергия) полностью расходуется в процессе производства и вещественно не входит в продукт. Другая часть (сырье, основные материалы) вещественно входит в продукт и в процессе производства приобретает такую потребительскую форму, в которой она в дальнейшем может быть использована. Оборотные фонды делятся на две части: предметы труда, находящиеся в процессе производства (незавершенное производство), и предметы труда, находящиеся на предприятиях в виде производственных запасов. Оборотные фонды складываются из производственных запасов топлива, запасных частей и вспомогательных материалов. В энергетике также отсутствует незавершенное производство, которое может иметь место на вспомогательных предприятиях (ремонтных). К расходам будущих периодов относятся пуско-наладочные работы. Помимо оборотных фондов, на предприятиях существуют фонды обращения, в состав которых входят: готовая продукция на складе, находящаяся в пути, денежные средства предприятия на счете в банке, дебиторская задолженность. В энергетике два первых вида фондов отсутствуют. В процессе производства оборотные фонды превращаются в готовую продукцию. После ее реализации потребителям на банковский счет предприятия поступают денежные средства. Большая часть их расходуется на покупку предметов труда, после чего оборотные фонды вновь вовлекаются в сферу производства. Способность к постоянному последовательному переходу оборотных фондов в фонды обращения и наоборот позволяет объединить их в одну категорию - оборотные средства. По источникам образования оборотные средства делятся на собственные и заемные. Собственные средства образуются путем выделения каждому предприятию ресурсов из госбюджета или остатков прибыли, а также за счет амортизационного фонда. Заемные средства выступают в виде банковского кредита. Оборотные средства подразделяются на нормируемые и ненормируемые. Нормируемые находятся в производственной сфере: запасы топлива, вспомогательных материалов, запасных частей, малоценного инвентаря и инструмента, планируемые расходы будущих периодов, а в электроэнергетике - абонентская задолженность за отпущенную электроэнергию. К ненормируемым относятся средства нематериального характера: денежные средства в банке, дебиторская задолженность. В энергетике доля оборотных средств в сфере обращения больше, чем во всех отраслях промышленности в целом. Это объясняется тем, что потребители оплачивают стоимость использованной энергии через определенные сроки после ее получения. В результате в каждый момент времени у них имеется большая задолженность за потребленную продукцию энергосистемы. Состав оборотных средств представлен на рис.7.

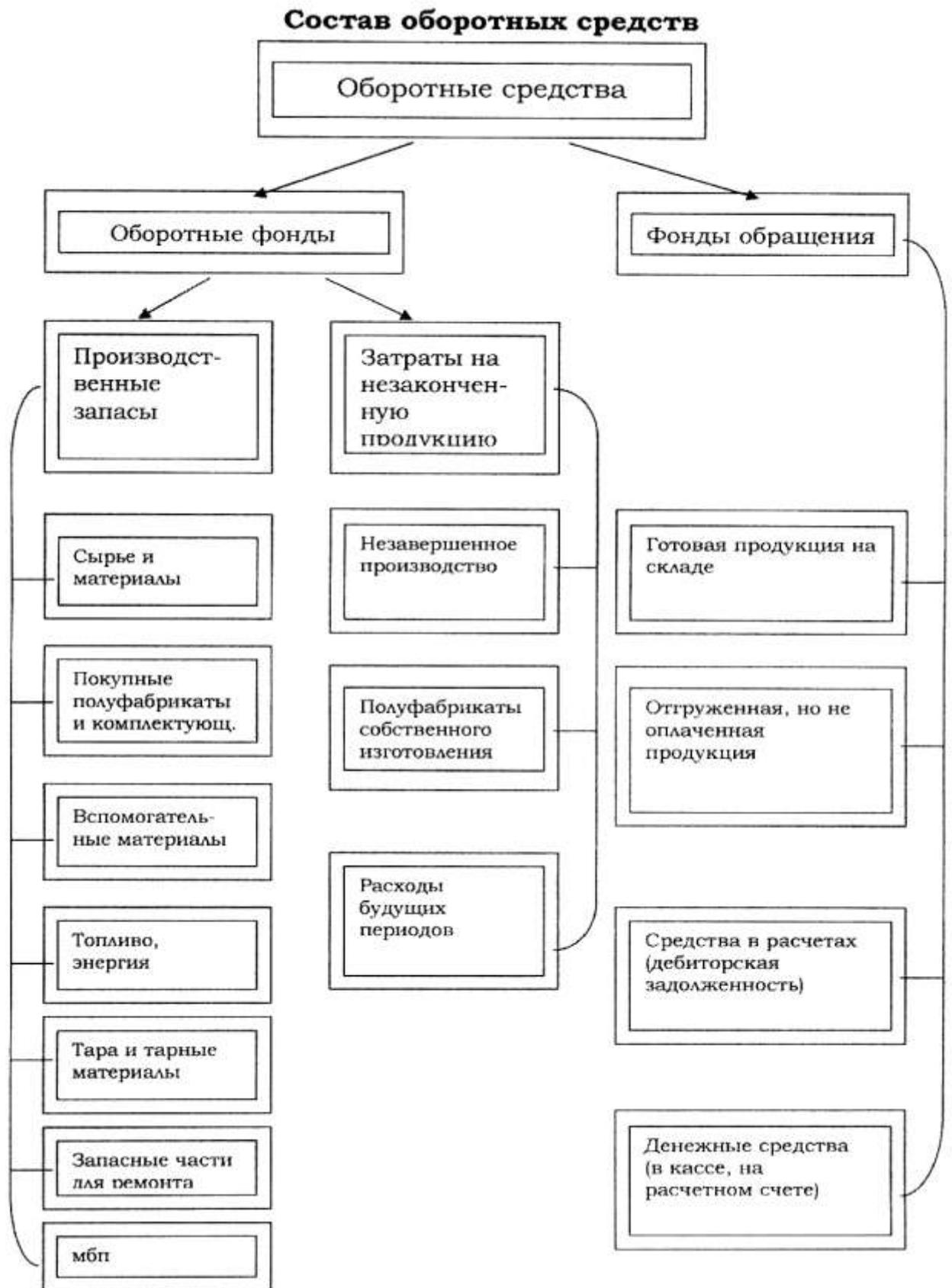


Рисунок 7. Состав оборотных средств

По источникам образования оборотные средства делятся на собственные и заемные.

К собственным оборотным средствам приравниваются устойчивые пассивы:

1. Задолженность по заработной плате.
2. Отчисление на социальное страхование.
3. Резервы предстоящих платежей.
4. Залоги за тару.
5. Задолженность поставщиков по акцептированным счетам.

Оборотные средства, совершая непрерывный кругооборот, последовательно проходят три фазы:

1. Денежную.
2. Производственную.
3. Товарную.

Деньги → сырье, материалы, полуфабрикаты → незавершенная продукция → готовая продукция на складе → готовая продукция в пути → Деньги.

На производстве существуют следующие виды запасов:

1. Транспортный запас – необходим, если срок оплаты расчетных документов опережает сроки прибытия товарно-материальных ценностей.

Пример:

Время нахождения материалов в пути – 16 дней.

Почтовый пробег расчетных документов – 6 дней.

Документы у поставщика и в филиале банка обрабатываются 4 дня.

Срок акцепта – 3 дня.

Величина транспортного запаса:

$16 - (6+4+3) = 3$  (на такое количество дней необходим запас материала до получения идущего груза)

При 100% предоплате величина транспортного запаса –  $16+13=29$  дней.

Среднегодовой запас, если фактические остатки на складе составляют:

01.01.97 – 100 у.е.

01.04.97 – 150 у.е.

01.07.97 – 130 у.е.

01.10.97 – 170 у.е.

01.01.98 – 200 у.е.

$$\frac{100}{2} + 150 + 130 + 170 + \frac{200}{2} = 150.$$

2. Технологический запас – это время, необходимое для подготовки материалов к производству.
3. Текущий запас – необходим для повседневного обеспечения производства материалами. Текущий запас принимается в размере половины среднего интервала поставок.

4. Страховой или гарантийный запас – принимается в размере половины от текущего запаса.

В электроэнергетике основной вид запасов - производственные. Они делятся на текущие (ТЗ), страховые (СЗ), подготовительные (ПЗ).

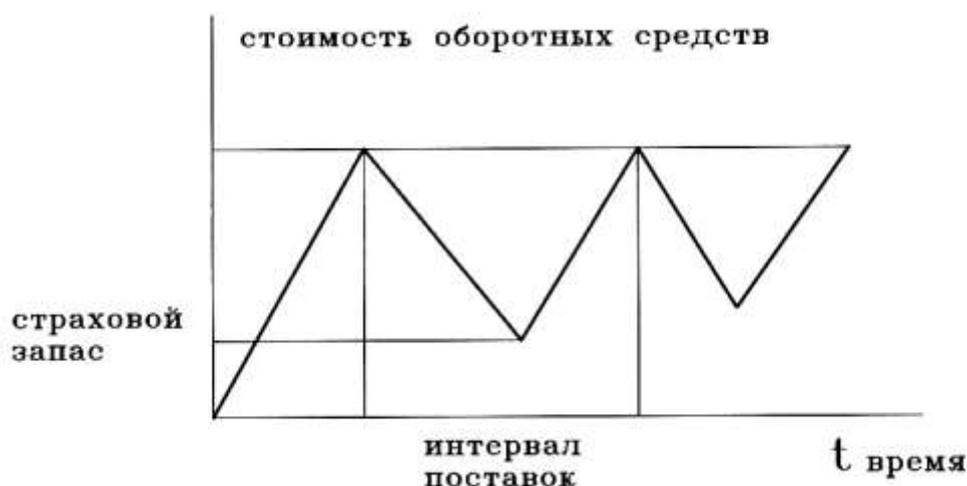


Рисунок 8. Изменение оборотных средств во времени

### Показатели использования оборотных средств

Норма расхода – это допустимая величина затрат, сырья, материалов и т.д. для производства единицы продукции.

Пример:

Годовой расход трех видов вспомогательных материалов составил 100, 80, 50 у.е. соответственно.

Норма запаса составляет 12, 18, 6 дней.

$$\bar{H} = \frac{100 \times 12 + 80 \times 18 + 50 \times 6}{100 + 80 + 50} = 13 \text{ дней - средняя норма (средневзвешенная)}$$

1. Коэффициент оборачиваемости – отношение объема реализации ( $\Pi_{\text{реал.}}$ ) к средней стоимости оборотных средств ( $C_{\text{об.ср.}}$ ).

$$K_{\text{об.}} = \frac{\Pi_{\text{реал.}}}{C_{\text{об.ср.}}} \quad (36)$$

2. Коэффициент отдачи – отношение прибыли ( $\Pi_{\text{б}}$ ) к средней стоимости оборотных средств ( $C_{\text{об.ср.}}$ ).

$$K_{\text{отд.}} = \frac{P_{\text{б}}}{C_{\text{об.ср.}}} \quad (37)$$

3. Длительность оборота – отношение продолжительности планового периода ( $T_{\text{пл.}}$ ) к коэффициенту оборачиваемости ( $K_{\text{об.}}$ ).

$$T_{\text{об.}} = \frac{T_{\text{пл.}}}{K_{\text{об.}}} \quad (38)$$

4. Загрузка оборотных средств – коэффициент, обратный коэффициенту оборачиваемости.

$$Z_{\text{об.ср.}} = \frac{1}{K_{\text{об.}}} \quad (39)$$

Высокое значение коэффициента оборачиваемости свидетельствует о высокоэффективном использовании оборотных средств.

Коэффициент отдачи ниже коэффициента оборачиваемости, но должен быть больше единицы.

Длительность оборота должна быть как можно меньше.

Коэффициент загрузки оборотных средств должен быть минимальным.

В энергетике оборотные средства сосредоточены главным образом в топливе – примерно 90% , остальные 10 % - в запасных частях и вспомогательных материалах

### Определение годового расхода топлива

Годовой расход топлива на ТЭЦ определяется на основе энергетических характеристик турбоагрегатов и котлов. Для расчета годового расхода теплоты на турбину необходимо часовую энергетическую характеристику турбины

$$Q_{\text{тi}}^{\text{ч}} = a + r_{\text{к}} N_{\text{i}} - \Delta r N_{\text{тi}} + Q_{\text{тхоi}}^{\text{ч}} + Q_{\text{тфоi}}^{\text{ч}}, \quad \text{Гкал / ч}, \quad (40)$$

где  $a$  – условный расход тепла на холостой ход;

$r_{\text{к}}$  – относительный прирост в конденсационном режиме (Гкал/МВт);

$N_{\text{i}}$  – суммарная мощность турбин;

$\Delta r$  - уменьшение относительного прироста в теплофикационном режиме (Гкал/МВт)  $\Delta r = r_{\text{к}} - r_{\text{т}}$ ;

$N_{\text{тi}}$  – теплофикационная мощность турбин;

$Q_{\text{тхоi}}^{\text{ч}}$  - часовой отпуск тепла из технологического отбора;

$Q_{\text{тф}oi}^{\text{ч}}$  - часовой отпуск тепла из теплофикационного отбора.

$$N_{\text{т}i} = \beta_{\text{тх}} Q_{\text{тх}oi}^{\text{ч}} + \beta_{\text{тф}} Q_{\text{тх}oi}^{\text{ч}} - C \text{ МВт}, \quad (41)$$

где  $\beta_{\text{тх}}$  – удельная выработка электроэнергии на базе технологического отбора МВт.ч/Гкал;

$\beta_{\text{тф}}$  - удельная выработка электроэнергии на базе теплофикационного отбора МВт.ч/Гкал;

$C$  – потери энергии в отборах.

Часовая характеристика должна быть трансформирована в годовую.

$$Q_{\text{т}i} = aT + r_{\text{к}} N_i h_i - \Delta r \mathcal{E}_{\text{т}i} + Q_{\text{тх}oi} + Q_{\text{тф}oi} \text{ Гкал / ч}, \quad (42)$$

где  $T$  – время работы турбины в году (час);

$h_i$  – годовое число часов использования электрической мощности;

$\mathcal{E}_{\text{т}i}$  – годовая выработка электроэнергии в теплофикационном режиме.

$$\mathcal{E}_{\text{т}i} = \beta_{\text{тх}} Q_{\text{тх}oi} + \beta_{\text{тф}} Q_{\text{тх}oi} - CT \text{ МВт} \cdot \text{ч}, \quad (43)$$

где  $T$  – число часов работы турбин в году, час.

В том случае, когда на ТЭЦ установлены турбоагрегаты разных типов мощности, например «Т» и «ПТ», необходимо произвести между ними перераспределение тепловых и электрических нагрузок. При этом в первую очередь должны загружаться наиболее экономичные турбины, т.е. которых значения  $\Delta r$ ,  $\beta_{\text{тф}}$ ,  $\beta_{\text{тх}}$  больше, а  $r_{\text{к}}$  меньше.

Как правило, сначала распределяются тепловые нагрузки.

Годовое число часов использования номинальной нагрузки отборов

$$h_{\text{тх}o} = \frac{Q_{\text{тх}o}}{\sum_{i=1}^n Q_{\text{тх}o}^{\text{нч}}} \text{ час}, \quad (44)$$

где  $Q_{\text{тх}o}$  - годовой отпуск тепла из технологического отбора;

$n$  – число турбин;

$Q_{\text{тх}o}^{\text{нч}}$  - номинальный часовой отпуск тепла из технологического отбора.

$$h_{\text{тфо}} = \frac{Q_{\text{тфо}}}{\sum_{i+1}^m Q_{\text{тфо}}^{\text{нч}}} \text{ час}, \quad (45)$$

где  $Q_{\text{тфо}}^{\text{нч}}$  - номинальная часовая производительность технологического и теплофикационного отборов, Гкал/ч;  
 $m$  - число отборов.

Полученные значения  $h_{\text{тхо}}$ ,  $h_{\text{тфо}}$  для более экономичных турбин увеличиваются на 10 ... 30%, при соответственном уменьшении их для менее экономичных турбин так, чтобы соблюдались равенства:

$$\sum_{i=1}^n Q_{\text{тхо}i}^{\text{нч}} h_{\text{тхо}} = Q_{\text{тхо}} \quad \text{Гкал/год} \quad (46)$$

$$Q_{\text{тфо}i} = Q_{\text{тфо}i}^{\text{нч}} h_{\text{тфо}i} \quad \text{Гкал/год}, \quad (47)$$

где  $Q_{\text{тхо}i}^{\text{нч}}$  - номинальный часовой технологический отбор;

$Q_{\text{тфо}i}^{\text{нч}}$  - номинальный часовой теплофикационный отбор.

Перераспределение электрической нагрузки осуществляется изменением годового числа использования электрической мощности.

Общий отпуск электроэнергии с шин ТЭЦ

$$\mathcal{E}_{\text{тэц}} = \sum_{i+1}^n N_i h_i \left(1 - \frac{\Delta \mathcal{E}_{\text{сн}}}{100}\right) \quad \text{МВт.ч}, \quad (48)$$

где  $N_i$  - электрическая мощность  $i$ -го турбоагрегата, МВт;

$h_i$  - годовое число часов использования электрической мощности, час;

$\Delta \mathcal{E}_{\text{сн}}$  - расход электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ, %;

$n$  - число турбоагрегатов, шт.

Общая потребность в теплоте от паровых котлов

$$Q_{\text{ка}} = \left( \sum_{i+1}^n Q_{\text{т}i}^{\text{ч}} + Q_{\text{роу}} \right) (1,02 \dots 1,03) \quad \text{Гкал}, \quad (49)$$

где  $Q_{\text{т}i}^{\text{ч}}$  - часовой отпуск тепла от  $i$ -того котла;

$Q_{роу}$  – часовой отпуск тепла от РОУ;

$n$  – число котлов.

Годовой расход условного топлива на паровые котлы

$$B_{ка} = \frac{Q_{ка}}{\eta_{ка}} Q_H^p \quad \text{т у.т.}, \quad (50)$$

где  $Q_H^p$  – коэффициент перевода;

$$Q_H^p = 7 \text{ Гкал/т у.т.}$$

$$Q_H^p = 29,31 \text{ Дж/ту.т.}$$

$\eta_{ка}$  – КПД котла агрегата.

Годовой расход условного топлива на ПВК

$$B_{ПВК} = \frac{Q_{ПВК}}{\eta_{ПВК}} Q_H^p \quad \text{т у.т.}, \quad (51)$$

где  $Q_{ПВК}$  – годовой отпуск тепла от пиковых водогрейных котлов;

$\eta_{ПВК}$  – КПД пикового водогрейного котла.

Годовой расход условного топлива на ТЭЦ

$$B_{ТЭЦ} = B_{ка} + B_{ПВК} \quad \text{т у.т.}, \quad (52)$$

где  $B_{ка}$  – годовой расход топлива энергетические котлы.

Переменные годовые издержки

$$I_{пер}^{ТЭЦ} = B_{ТЭЦ} C_{ту.т} \quad \text{у.е./год}, \quad (53)$$

где  $C_{ту.т}$  – цена тонны условного топлива на ТЭЦ, у.е./т у.т.

### Расчет годового расхода топлива на КЭС

Для расчета годового расхода топлива определим по энергетической характеристике годовой расход теплоты на турбину

$$Q_{Ti} = aT_p + r\Theta_{эки} + r'(\Theta_i - \Theta_{эки}), \quad (54)$$

где  $a$  – часовой расход тепла на холостой ход;

$r, r'$  – относительный прирост тепла до и после экономической мощности;

$\mathcal{E}_{\text{экі}}$  - годовая выработка электроэнергии при мощности меньше экономической, МВт.ч;

$T_p$  - число часов работы турбины в году, час;

$\mathcal{E}_i$  – годовая выработка электроэнергии турбиной вида  $i$ .

Выработка электроэнергии при загрузке блока больше экономической определяется из выражения

$$\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_{\text{экі}} = \beta \mathcal{E}_i \frac{N_{\text{ні}} - N_{\text{экі}}}{N_{\text{ні}}}, \text{ МВт.ч}, \quad (55)$$

где  $N_{\text{ні}}$ ,  $N_{\text{экі}}$  - электрическая мощность турбины, номинальная и в точке излома энергетической характеристики;

$\beta$  - коэффициент, учитывающий степень загрузки турбины в зависимости от типа турбины, принимается в пределах от 0,85 до 0,95. Более мощным турбинам соответствуют большее значение коэффициента  $\beta$ .

Годовой расход топлива на блок

$$V_{\text{годі}} = \frac{Q_{\text{ті}}}{\eta_{\text{ка}}^{\text{б}}} K_n + V_n n \quad \text{т у.т.}, \quad (56)$$

где  $\eta_{\text{ка}}^{\text{б}}$  - среднегодовой КПД брутто котлоагрегата;

$V_n$  - расход топлива на пуск блока, т/ч;

$n$  - число пусков блока в году,

$K_n$  - коэффициент перевода :

$K_n = 7$  (Гкал/т у.т.),  $K_n = 29,31$  (ГДж/тут);

$Q_{\text{ті}}$  – годовой расход тепла на  $i$ -ю турбину.

Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии

$$b_{\text{ээ}} = \frac{V_{\text{годі}}}{\mathcal{E}_i \frac{1 - \Delta \mathcal{E}_{\text{сн}}}{100}} \quad \text{т у.т./МВт.ч}, \quad (57)$$

где  $\Delta \mathcal{E}_{\text{сн}}$  – расход электроэнергии на собственные нужды.

Годовой расход топлива КЭС

$$V_{\text{кэс}} = \sum_{i=1}^{i=n} V_{\text{год}i} \quad (58)$$

где  $n$  - число блоков на КЭС.

Переменные годовые издержки КЭС

$$I_{\text{т}}^{\text{кэс}} = V_{\text{кэс}} Z_{\text{т}} \text{ у.е./год}, \quad (59)$$

где  $Z_{\text{т}}$  - цена тонны условного топлива на КЭС, у.е./т у.т..

Расчет годового расхода топлива на котельную.

$$V_{\text{кот}} = (1 - (0,02 \dots 0,03)) \left( \frac{Q_{\text{тх}}}{\eta_{\text{пк}}} K_{\text{н}} + \frac{Q_{\text{тф}}}{\eta_{\text{вк}}} K_{\text{н}} \right) \text{ т у.т.}, \quad (60)$$

где  $\eta_{\text{пк}}$ ,  $\eta_{\text{вк}}$  - КПД паровых и водогрейных котлов;

$$\eta_{\text{пк}} = 0,83 \dots 0,86,$$

$$\eta_{\text{вк}} = 0,86 \dots 0,9;$$

$(0,02 \dots 0,03)$  – коэффициент, учитывающий снижение потерь в теплопроводах по сравнению с вариантом ТЭЦ,

$K_{\text{н}}$  – коэффициент перевода:

$$K_{\text{н}} = 7 \text{ (Гкал/тут)}, K_{\text{н}} = 29,31 \text{ (ГДж/тут)};$$

$Q_{\text{тх}}$  – годовой отпуск тепла технологическим потребителям;

$Q_{\text{тф}}$  – годовой отпуск тепла теплофикационным потребителям.

## 7 Труд и оплата труда

Персонал всех промышленных, в том числе и энергетических, предприятий подразделяется на промышленно-производственный (ППП), работающий, в основном, на обеспечивающем и обслуживающем производствах, и непроизводственный, работающий в жилищно-бытовых, коммунальных, медицинских, продовольственных, пожарных службах, в столовых, военизированной охране и других подсобных подразделениях предприятия.

Промышленно-производственный персонал делится на эксплуатационный, ремонтный и административно-управленческий.

Для работы в энергетике – на электрических станциях, в сетевых и других предприятиях, входящих в энергообъединения, требуется большой круг различных профессий и специальностей.

Промышленно-производственный персонал подразделяется на следующие категории:

рабочие, непосредственно обслуживающие производственные процессы, в основном, на обеспечивающем и обслуживающем производстве;

служащие, выполняющие преимущественно вспомогательные и административно-управленческие функции;

инженерно-технические работники (ИТР), осуществляющие техническое, экономическое и организационное руководство производственно-хозяйственной деятельностью всего энергопредприятия, для чего требуется высшее или среднее специальное образование;

младший обслуживающий персонал (МОП), выполняющий простые вспомогательные работы, как правило, не требующие профессиональной подготовки – уборку, охрану и т.п.;

ученики различных специальностей и профессий, включая стажеров, временно прикомандированных для освоения новшеств и пр.

Для рабочих специальностей устанавливаются разряды, например, слесарь 3-го разряда, электромонтер 5-го разряда. Согласно тарифно-квалификационному справочнику, присваиваются восемь разрядов – с 1-го по 8-й в порядке возрастания квалификации.

Инженерно-техническим работникам обычно присваиваются разряды, начиная с 9-го.

Ввиду непрерывного характера энергетических производственных процессов на энергопредприятиях и вообще в энергетике работа ведется круглосуточно, поэтому значительная часть эксплуатационного персонала образует дежурный персонал.

Особая ответственность за бесперебойность энергоснабжения приводит к необходимости постоянного ремонтного обслуживания энергооборудования, в связи с чем на энергопредприятиях (на электростанциях или в энергосистемах) содержится значительное количество ремонтников, численность которых иногда составляет до 70% от общего состава энергетического персонала.

Сложное энергооборудование требует от энергетиков высокой профессиональной квалификации, знаний, помимо своей прямой специализации, правил технического обслуживания и техники безопасности (ТО и ТБ) при работе с энергоустановками, которые постоянно усложняются при освоении все более сложного энергетического оборудования. Это требует, как ни в одной другой профессии, постоянного повышения деловой и производственной квалификации.

В условиях рыночных отношений для работы в промышленности, в том числе и в энергетике, все большее значение приобретают экономические знания. Они становятся необходимыми не только руководящему составу, всем работникам аппарата управления энергопредприятий и энергосистем, но и руководителям более мелких подразделений – начальникам цехов, участков, бригадам, что также требует специальной подготовки и переподготовки.

Любой труд должен быть определенным образом организован. Основные термины и понятия по организации труда:

организация труда – система мероприятий, обеспечивающих рациональное использование рабочей силы;

разделение труда – разграничение деятельности людей в процессе совместного труда;

кооперация труда – совместное участие людей в одном или разных, но связанных между собой процессах труда;

метод труда – способ осуществления процессов труда, характеризующийся составом приемов, операций и определенной последовательности их выполнения.

Любой труд осуществляется на рабочем месте – производственном, рабочем или управленческом, служебном. Вне зависимости от назначения этого места оно характеризуется рядом понятий:

рабочее место – зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию;

организация рабочего места – система мероприятий по оснащению рабочего места средствами, предметами труда и услугами, необходимыми для осуществления трудового процесса;

условия труда – совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Труд характеризуется также интенсивностью и качеством:

интенсивность труда – степень расходования рабочей силы в единицу времени;

качество труда – степень сложности, напряженности и хозяйственного значения труда.

Для соблюдения нормальных условий труда, уровня его производительности, а также для планирования труда как составной части производственно-хозяйственной деятельности труд должен нормироваться.

Нормирование труда – установление меры затрат труда на изготовление единицы продукции или выработки продукции в единицу времени, выполнение заданного объема работ или обслуживание средств производства в определенных организационно-технических условиях.

Применяются следующие виды норм:

Норма выработки – производство определенного количества продукции или выполнение определенного объема работы в единицу времени (час, смену и др.).

Норма времени – время, затрачиваемое на производство единицы продукции или выполнение единицы работы.

Норма обслуживания – количество единиц оборудования, обслуживаемого одним человеком.

Норма численности – количество работников, необходимое для обслуживания определенного оборудования или группы единиц оборудования.

Как видим, эти нормы образуют обратно пропорциональные пары, где каждая величина является обратной по отношению к другой: норма выработки – норма времени, норма обслуживания – норма численности.

Для нормирования управленческого труда применяется также норма управляемости – количество людей, которыми может эффективно управлять один руководитель. По психофизическим возможностям среднего человека это количество составляет 7-8 человек. Так, если в бригаде количество работников больше восьми, то бригадиру требуется заместитель, который, сам подчиняясь бригадиру, от его имени будет управлять частью бригады, не более чем 7-8 подчиненными.

Широкое распространение получила бригадная форма организации труда, или коллективный подряд. Эффективность этой формы доказана жизнью, однако такая организация целесообразна только там и тогда, где и когда имеется возможность:

- четкого определения конечного результата трудовой деятельности;
- достоверного дифференцированного учета этих результатов, расходов сырья, материалов и энергии;

- выделения бригаде (коллективу) рабочей зоны и закрепления за ней необходимого оборудования и оснастки;

- бесперебойного обеспечения необходимым сырьем, материалами и комплектующими;

- оценки прибыльности производственно-хозяйственной деятельности бригады (коллектива) как обособленной коммерческо-хозяйственной производственной единицы.

Нормирование труда в энергетике имеет ряд особенностей, связанных со спецификой отрасли. Так, нормы выработки и времени могут использоваться только в энергоремонтном производстве и неприменимы в основной деятельности энергетиков при производстве различных видов энергии и энергоносителей и снабжении ими потребителей, поскольку объем энергетического производства зависит только от потребителей.

Наиболее употребительны в энергетике нормы обслуживания и нормы численности. Однако и здесь возникают сложности, так как при многообразии энергетического оборудования трудно оценить, сколько и какое оборудование должен обслуживать один человек. Для этого применяются условные единицы: единица ремонтосложности энергооборудования, с помощью которой оценивается практически любое оборудование; либо человеко-часы или норма-часы для обслуживания соответствующих видов энергетического оборудования. Для установления трудовых норм выработаны ряд приемов и методов, получивших распространение в отечественной науке и практике. Некоторые из них, наиболее трудоемкие и методически сложные, применяются только исследовательскими организациями, выполняющими работу по заказам предприятий. Многие могут применяться непосредственно работниками производственных предприятий – сотрудниками отделов труда и зарплаты. На практике используются такие методы нормирования труда:

хронометраж и самохронометраж рабочего времени, при котором устанавливаются фактические трудозатраты на проведение различных трудовых операций, связанных с выпуском продукции или выполнением работы (хронометраж применяется как рабочий прием и в других методах нормирования);

экспериментальный метод, когда нормы разрабатываются при проведении специальных испытаний, которым добровольно подвергаются отдельные работники;

метод моментных наблюдений, состоящий в периодических записях о характере выполняемых работ в каком-либо трудовом коллективе (бригаде, отделе и т.п.) и последующей специальной обработке этих наблюдений, в результате чего устанавливаются нормы трудозатрат на выполнение определенных работ;

метод нормирования по элементам движений, представляющий собой сравнение фактического времени на выполнение отдельных движений (поднял руку, повернулся, нагнулся и т.д.) с временем усредненным, с учетом физиологических возможностей человека.

Есть и другие, менее распространенные, методы нормирования трудовых процессов, которые применяются специализированными организациями, впоследствии публикующими результаты своих исследований и практические рекомендации.

Установление рациональных норм трудозатрат имеет большое значение для оценки и последующего принятия мер для повышения производительности труда. Производительность труда в большинстве отраслей промышленности определяется как отношение годового объема производства к численности промышленно-производственного персонала.

Однако в энергетике определение производительности труда подобным образом не характерно, поскольку, как уже говорилось, объем производства от энергетиков практически не зависит. Так, в морозную зиму производительность труда работников отопительной котельной будет значительно выше, чем в теплую, хотя их фактические затраты труда заметно не изменятся.

Более показательной является оценка производительности труда в энергетике по коэффициенту обслуживания ( $K_{\text{обс}}$ ):

$$K_{\text{обс}} = \frac{Q_{\text{час}}}{Z_{\text{пп}}}, \quad (61)$$

где  $K_{\text{обс}}$  – коэффициент обслуживания, ед. производительности/чел. или единиц оборудования/чел.;

$Q_{\text{час}}$  – часовая энергетическая производительность оборудования, кВт;

$Z_{\text{пп}}$  – численность промышленно-производственного персонала, чел.

Для других энергетических объектов коэффициент обслуживания может рассчитываться с использованием других единиц, наиболее подходящих

для конкретных условий. Так, в частности, для электрических станций широкое распространение получил такой показатель, характеризующий производительность труда, как штатный коэффициент, который находится как отношение численности промышленно-производственного персонала электростанции к ее установленной мощности и имеет размерность чел./МВт, в сетевых предприятиях он может иметь размерность км/чел., т.е. показывает, сколько километров сетей обслуживается одним работником предприятия. Для наладчиков на заводах этот коэффициент может иметь размерность станков/чел., для авторемонтников – автомашин/чел., причем, условных автомашин, усредненных (легковых различного класса, грузовых разной грузоподъемности) по показателям обслуживания и т.д. Сегодня в большинстве случаев участвующим в производственно-хозяйственной деятельности считается весь персонал, поскольку ни без инженерно-технических работников, ни без управленцев производственно-хозяйственный процесс не может осуществляться должным образом.

Эти показатели не зависят от годового производства энергии или энергоносителей, а оценивают трудоемкость работ по поддержанию оборудования в постоянной эксплуатационной готовности, обеспечению его работоспособности и нужной производительности.

### **Системы оплаты труда**

Существует две основные системы оплаты труда:

1. Повременная.

2. Сдельная.

1. При повременной системе оплаты труда работник получает вознаграждение за время, занятое производительным трудом.

Преимущества: простота, ясность для работодателя, гарантия работнику определенного заработка.

Недостатки: отсутствие стимула к высокопроизводительному труду, постоянный контроль за работником дорог и неприятен.

2. При сдельной системе оплаты труда работник получает вознаграждение за количество произведенной продукции.

Преимущества: есть стимул к высокоэффективному труду.

Недостатки: сложность расчетов, работник может подорвать свое здоровье, при низких расценках работник может перезагрузить себя.

Номинальная заработная плата – то количество денег, которое получает работник за труд.

Реальная заработная плата – то количество товаров, которое работник может купить за эти деньги.

Минимальная заработная плата – это заработная плата, при которой должно происходить расширенное воспроизводство рабочей силы.

При повременной оплате труда заработная плата определяется по выражению:

$$ЗП = (О_{к\lambda} + \sum \Pi_i) \frac{T_p^{\phi}}{T_p^k}, \quad (62)$$

где  $T_p^{\phi}$  – фактически отработанное время;

$T_p^k$  – календарное рабочее время;

$O_{к\lambda}$  - оклад учитывает квалификацию и сложность труда;

$\Pi_i$  – размер премии( штрафа), учитывающий качество труда.

Отношение  $T_p^{\phi}$  к  $T_p^k$  учитывает количество труда.

### **Этика выплаты премии**

1. Работник должен четко знать, за что он получает премию.
2. Время выплаты премии должно быть максимально приближено ко времени выполнения показателя, за который она выплачивается.
3. Размер премии (суммарная премия) не должен превышать оклад работника, но не должен быть и очень низким.

### **Виды повременной оплаты труда**

1. Почасовая.
2. Поденная.
3. Недельная.
4. Месячная.
5. Окладная.
6. Премиально-повременная.

### **Сдельная система оплаты труда**

Сдельная система оплаты труда связана с необходимостью нормирования труда.

Для этого требуются:

1. Нормы и расценки (ЕНиР).
2. Тарифно-квалификационный справочник для присвоения разряда (ТКС).
3. Тарифная сетка (ЕТС).

### **Виды сдельной оплаты труда**

1. Простая сдельщина.

2. Бригадная сдельщина.
3. Аккордная система оплаты труда.

### Расчет заработной платы при бригадной сдельщине

Заработная плата при бригадной сдельщине рассчитывается в несколько этапов.

1. Сумма заработка бригады определяется по объему выполненных работ и по расценкам за выполненные работы.
2. Рассчитывается коэффициент приработка, который показывает насколько больше получает каждый работник относительно его тарифного заработка.

$$K_{\text{пр}} = \frac{\sum \text{ЗП}}{\sum \text{Ч}_{\text{ст}i} T_{\text{р}i}}, \quad (63)$$

где  $\text{Ч}_{\text{ст}i}$  - часовая ставка  $i$ -го работника;

$T_{\text{р}i}$  - время, отработанное этим работником;

$\sum \text{ЗП}$  – суммарный заработок бригады.

#### Часовая ставка работника 1-го разряда

$$\frac{\text{ЗП}_{\text{min}}}{T_{\text{м}}} = \text{Ч}_{\text{ст}1}, \quad (64)$$

где  $T_{\text{м}}$  – календарное количество рабочих часов в месяц.

$\text{ЗП}_{\text{min}}$  – месячная тарифная ставка 1-го разряда.

Пример:

$$\text{Ч}_{\text{ст}1} = \frac{500000 \text{ руб/мес}}{160} = 3125 \text{ руб/час}$$

$$\text{Ч}_{\text{ст} 2\text{р}} = \text{Ч}_{\text{ст} 1\text{р}} \times T_{\text{к} 2\text{р}}$$

$$\text{Ч}_{\text{ст} 3\text{р}} = \text{Ч}_{\text{ст} 1\text{р}} \times T_{\text{к} 3\text{р}}$$

$$\text{Ч}_{\text{ст} 28\text{р}} = \text{Ч}_{\text{ст} 1\text{р}} \times T_{\text{к} 28\text{р}}$$

$\text{Ч}_{\text{ст}i} T_{\text{р}i}$  – тарифный заработок рабочего.

3. Заработная плата  $i$ -го работника определяется как

$$\text{ЗП}_i = \text{Ч}_{\text{ст}i} T_{\text{р}i} K_{\text{пр}} \quad (65)$$

4. Проверка

$$\sum \text{ЗП}_{\text{п}i} = \sum \text{ЗП} \quad (66)$$

Оплата труда в энергетике строится также, как и во всей промышленности. Здесь применяются сдельная, повременная и аккордная (единовременная за выполненную работу) системы оплаты.

Сдельная оплата предусматривает разновидности: прямая сдельная, сдельно-прогрессивная и сдельно-премиальная системы. Применяются такие формы заработной платы в тех случаях, когда для каждого работника легко можно установить и проконтролировать объемы выполняемой им работы или выработки продукции. В энергетике это относится преимущественно к ремонтным работам, при индустриальных методах ремонта, когда основные работы выполняются в стационарных условиях по типу машиностроительного производства.

Прямая сдельная оплата – по установленным ставкам за производство единицы продукции или работы. Иногда такая оплата предусматривает выполнение установленных норм выработки или времени, и размер оплаты напрямую зависит от объема произведенной продукции или работы.

## **8 Себестоимость**

Себестоимость – это выраженные в денежной форме затраты предприятия на потребленные в процессе изготовления и реализации этой продукции средства производства.

Существует два понятия себестоимости:

1. Общая себестоимость –  $I$  – издержки, затраты.
2. Удельная себестоимость

$$C = \frac{I}{Q}, \quad (67)$$

где  $Q$  – количество продукции (в год).

Виды себестоимости:

1. Фабрично-заводская – это себестоимость продукции на производстве. В нее не входят затраты на реализацию.
2. Полная или коммерческая себестоимость – это себестоимость продукции у потребителя.

Затраты – это денежная оценка материальных и иных средств, расходуемых предприятием на производство и реализацию продукции.

Классификация затрат:

1. Прямые затраты – это те затраты, которые непосредственно связаны с выпуском продукции (материальные затраты).
2. Косвенные затраты – это те затраты, которые не могут быть прямо отнесены на изготавливаемую продукцию (общехозяйственные затраты, общезаводские, управление, организация производства и т.д.).

3. Основные затраты – это затраты, идущие на осуществление технологического процесса.
4. Накладные затраты – это расходы на управление, организацию производства.

Затраты делятся на условно-постоянные и условно-переменные.

Условно-постоянные затраты не зависят от степени загруженности предприятия, объема выпускаемой продукции.

Условно-переменные затраты изменяются пропорционально объему выпускаемой продукции.

Себестоимость может быть отчетной (фактическая) и плановой (на будущее). Она может составляться по статьям калькуляции, по экономическим элементам.

### **Статьи калькуляции**

1. Затраты на сырье и материалы.
2. Возвратные отходы (которые можно продать).
3. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты.
4. Топливо на технологические цели.
5. Энергия на технологические цели.
6. Основная заработная плата производственных рабочих.
7. Дополнительная заработная плата производственных рабочих (зарплата, полученная за неотработанное время, – отпуск, больничный, вызов в суд и т.д.).
8. Отчисления на социальное страхование.
9. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования.
10. Цеховые (общецеховые) расходы (зарплата начальника цеха, электрика, амортизация и ремонт здания цеха).
11. Потери от брака.
12. Общезаводские расходы.
13. Зарботная плата предпринимателей и компаньонов плюс процент на капитал предпринимателей и компаньонов.
14. Налоги на издержки производства.
15. Прочие производственные расходы.
16. Внепроизводственные расходы.

Для составления плановой себестоимости расчет производится по экономическим элементам.

Смета затрат по экономическим элементам:

1. Сырье и основные материалы (за вычетом возвратных отходов).
2. Вспомогательные материалы – это материалы, которые не входят в состав продукта, но необходимы для его изготовления.
3. Топливо, энергия со стороны (все топливо и энергия, которые потребляет предприятие).
4. Зарботная плата основная и дополнительная.

5. Отчисления на социальное страхование.
6. Амортизация основных фондов, затраты на ремонт основных фондов.
7. Прочие денежные расходы.

Удельная себестоимость

$$C = \frac{I}{Q} = \frac{I_{\text{пост.}}}{Q} + \frac{I_{\text{перем.}}}{Q} = C_{\text{пост.}} + C_{\text{перем.}}, \quad (68)$$

где  $I$  – издержки;

$Q$  - количество продукции.

$I_{\text{пост.}}$  – условно-постоянные годовые издержки;

$I_{\text{перем.}}$  – условно-переменные годовые издержки;

$C_{\text{пост.}}$  – доля условно-постоянных затрат в себестоимости;

$C_{\text{перем.}}$  – доля условно-переменных затрат в себестоимости.

Постоянные издержки не зависят от объема выпускаемой продукции.

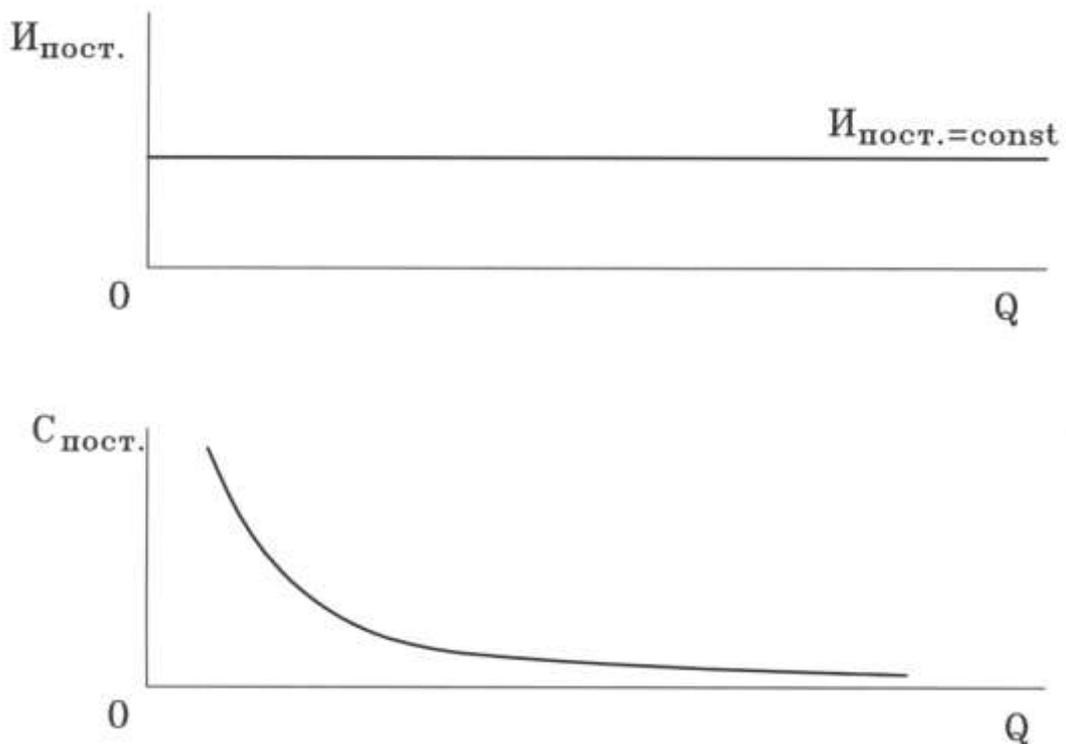


Рисунок 9. Изменение постоянных затрат  $I_{\text{пост.}}$  и составляющей постоянных затрат  $C_{\text{пост.}}$  в себестоимости от объема выпускаемой продукции

Таблица 8. Составляющая постоянных затрат в удельной себестоимости  
 ( $C_{\text{пост.}} = I_{\text{пост.}}/Q$ )

Q	$I_{\text{пост.}}$	$C_{\text{пост.}}$
0	1000	$\infty$
100	1000	10
200	1000	5
300	1000	3,3
400	1000	2,5
500	1000	2
600	1000	1,67

Переменные издержки пропорциональны объему выпускаемой продукции.

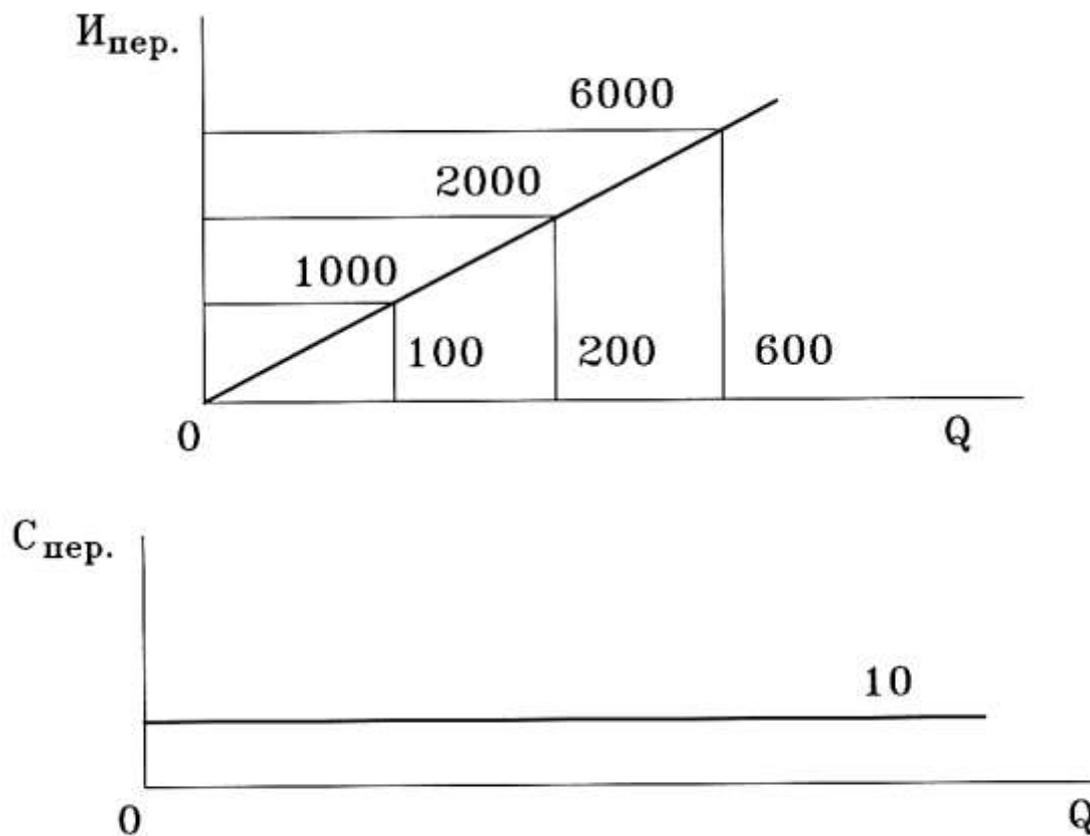


Рисунок 10. Изменение переменных затрат и составляющей переменных  
 Затрат в себестоимости от объема выпускаемой продукции

Таблица 9. Составляющая переменных затрат в удельной себестоимости ( $C_{\text{пер.}} = I_{\text{пер.}}/Q$ )

Q	$I_{\text{пер.}}$	$C_{\text{пер.}}$
0	0	0
100	1000	10
200	2000	10
300	3000	10
400	4000	10
500	5000	10
600	6000	10

Себестоимость снижается с увеличением объема выпускаемой продукции. Это снижение называется эффектом от масштаба производства.

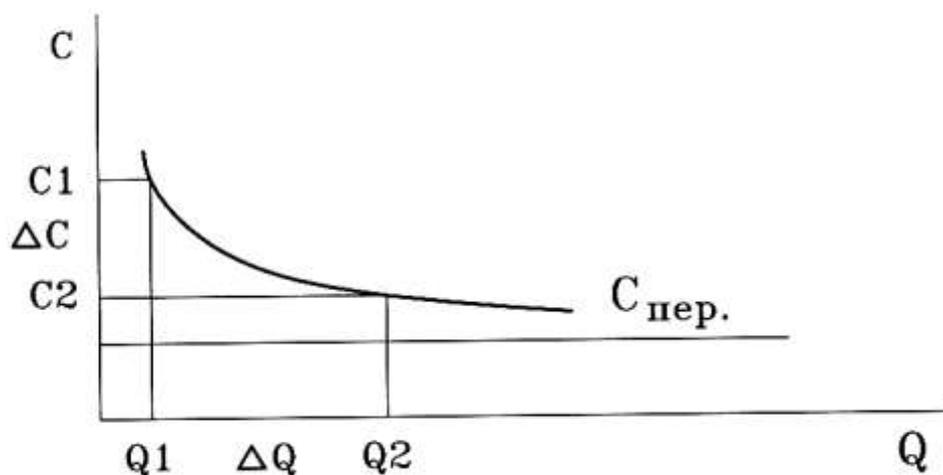


Рисунок 11. Изменение себестоимости в объеме выпускаемой продукции

### Структура себестоимости

Индексный метод пересчета себестоимости.

Рассмотрим изменение себестоимости, если статьи или элементы затрат представляются не в денежном выражении, а в процентном выражении.

Пример:

1. Основные материалы - 29,0%.

2. Топливо на технологию - 10,4%.
  3. Электроэнергия на технологию - 10,4%.
  4. Зарплата производственных рабочих - 10,0%.
  5. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования - 18,2%.
  6. Общецеховые расходы - 10,5%.
  7. Общезаводские расходы - 10,5%.
  8. Внепроизводственные расходы - 1%.
- Сумма : 100%.

Намечено следующее изменение затрат:

1. Нормы расхода основных материалов снижаются на 5%.
2. Цены на эти материалы снижаются на 4%.
3. Нормы расхода топлива и энергии снижаются на 5%.
4. Цена на энергоносители повышается на 3%.
5. Производительность труда производственных рабочих повышается на 25%.
6. Средняя заработная плата рабочих выросла на 10%.
7. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования увеличились на 20%.
8. Общецеховые и общезаводские расходы увеличились на 5%.
9. Внепроизводственные расходы увеличились на 11%.
10. Объем производства вырос на 40%.

Таблица 10. Изменение себестоимости.

Статьи	Изменения по статьям	Общее изменение себестоимости
1	$100 - \frac{95 \times 96}{100} = 8,8$	$\frac{29 \times 9}{100} = -2,552$
2; 3	$100 - \frac{95 \times 103}{100} = 2,15$	$\frac{20,8 \times 2,15}{100} = -0,447$
4	$100 - \frac{110 \times 100}{125} = 12$	$\frac{10 \times 12}{100} = -1,2$
5	$100 - \frac{120 \times 100}{140} = 14,29$	$\frac{18,2 \times 14,29}{100} = -2,60$
6	$100 - \frac{105 \times 100}{140} = 25$	$\frac{10,5 \times 25}{100} = -2,625$
7	$100 - \frac{105 \times 100}{140} = 25$	$\frac{10,5 \times 25}{100} = -2,625$
8	$100 - \frac{111 \times 100}{140} = 20,71$	$\frac{1 \times 20,71}{100} = -0,207$
	ИТОГ	- 12,257

## Расчет себестоимости продукции на ТЭЦ

Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на ТЭЦ, особенность которого состоит в том, что в едином производственном цикле вырабатывается два вида энергии, требует экономически обоснованной методики распределения общих затрат между электроэнергией и теплотой. Техническая отчетность, применяемая в настоящее время на ТЭЦ, базируется на так называемом «физическом» методе, суть которого сводится к тому, что вся экономия от комбинированного производства относится на электроэнергию. По физическому методу расход топлива на отпускаемую теплоту определяется также, как и в котельной:

$$B_{Т.Э.} = \frac{Q_{отп}}{\eta_{ка} Q_H^p}, \quad (69)$$

где  $Q_{отп}$  – отпуск тепла потребителям от ТЭЦ;

$\eta_{ка}$  - КПД котельного цеха ТЭЦ нетто;

$Q_H^p$  - теплота сгорания топлива.

Предварительный расход топлива на электроэнергию можно найти так:

$$B'_{Э.Э.} = B_{ТЭЦ} - B'_{Т.Э.}, \quad (70)$$

где  $B_{ТЭЦ}$  – суммарный расход топлива на ТЭЦ;

$B'_{Т.Э.}$  - расход топлива на производство тепла без учета расхода энергии на собственные нужды.

Уточненный расход топлива на теплоту учитывает дополнительный расход топлива, потраченный на производство электроэнергии, идущий на собственные нужды для теплоснабжения внешних потребителей:

$$B_{Т.Э.} = B'_{Т.Э.} + b_{Э.Э.} \mathcal{E}_{сн}^{тэ}, \quad (71)$$

где  $\mathcal{E}_{сн}^{тэ}$  - расход электроэнергии на собственные нужды, связанные с производством теплоты;

$b_{Э.Э.}$  – удельный расход топлива на кВт·ч электроэнергии.

Общий расход электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ:

$$\mathcal{E}_{сн} = \mathcal{E}_{сн}^{тэ} + \mathcal{E}_{сн}^{ээ}, \quad (72)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{ээ}}$  - расход электроэнергии на собственные нужды для производства электроэнергии.

Расход электроэнергии на собственные нужды между электроэнергией и теплотой можно распределить следующим образом.

Расход электроэнергии на собственные нужды связанный с производством теплоты.

$$\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{тэ}} = \mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{пп}} \frac{V_{\text{тэ}}}{V_{\text{тэц}}} + \mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{то}}, \quad (73)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{пп}}$  - собственные нужды паропроизводящего цеха;

$\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{то}}$  - собственные нужды теплофикационного отделения;

$V_{\text{тэ}}$  – годовой расход топлива, связанный с производством теплоты;

$V_{\text{тэц}}$  – годовой расход топлива на ТЭЦ.

Расход электроэнергии на собственные нужды, связанный с отпуском электроэнергии:

$$\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{ээ}} = \mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{пп}} \frac{V_{\text{тэ}}}{V_{\text{тэц}}} + \mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{то}}, \quad (74)$$

При расчете плановой себестоимости электроэнергии и теплоты на ТЭЦ по экономическим элементам, представим все издержки в виде двух составляющих: условнопостоянных ( $I_{\text{пост}}$ ) и условнопеременных ( $I_{\text{пер}}$ ).

Условнопостоянные затраты:

$$I_{\text{пост}} = I_{\text{а}} + I_{\text{р}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{пр}}, \quad (75)$$

где  $I_{\text{а}}$  – отчисления на амортизацию;

$I_{\text{р}}$  – затраты на ремонт основных производственных средств;

$I_{\text{зп}}$  – затраты на зарплату;

$I_{\text{пр}}$  – прочие издержки.

Условнопеременные затраты:

$$I_{\text{пер}} = V_{\text{ТЭЦ}} \Pi_{\text{Т.у.т.}}, \quad (76)$$

где  $\Pi_{\text{Т.у.т.}}$  – цена тонны условного топлива.

Издержки, относимые на электроэнергию:

$$I_{\text{Э.Э}} = I_{\text{пост}} \frac{V_{\text{ЭЭ}}}{V_{\text{ТЭЦ}}} + V_{\text{ЭЭ}} \Pi_{\text{Т.у.т.}}. \quad (77)$$

Издержки, относимые на теплоту:

$$I_{\text{Т.Э}} = I_{\text{пост}} \frac{V_{\text{ТЭ}}}{V_{\text{ТЭЦ}}} + V_{\text{ТЭ}} \Pi_{\text{Т.у.т.}}. \quad (78)$$

$$V_{\text{ТЭЦ}} = V_{\text{ТЭ}} + V_{\text{ЭЭ}}.$$

Себестоимость 1 отпущенного кВт.ч электроэнергии:

$$C_{\text{ЭЭ}} = \frac{I_{\text{ЭЭ}}}{\mathcal{E}_{\text{ТЭЦ}} - \mathcal{E}_{\text{СН}}^{\text{ЭЭ}}} = \frac{I_{\text{ЭЭ}}}{\mathcal{E}_{\text{ТЭЦ}} \left( 1 - \frac{\Delta \mathcal{E}_{\text{СН}}^{\text{ЭЭ}}}{100} \right)}, \quad (79)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ТЭЦ}}$  - годовое производство электроэнергии на ТЭЦ;

$\Delta \mathcal{E}_{\text{СН}}^{\text{ЭЭ}}$  - расход электроэнергии на собственные нужды (%), относимые на генерацию электроэнергии.

Себестоимость теплоты:

$$C_{\text{ТЭ}} = \frac{I_{\text{ТЭ}}}{Q_{\text{отп}}}, \quad (80)$$

где  $I_{\text{ТЭ}}$  - издержки, связанные с отпуском тепла;

$Q_{\text{отп}}$  - объем тепла, отпущенного потребителям.

Расчет себестоимости электроэнергии и теплоты на ТЭЦ по экономическому методу отличается от физического лишь распределением, потребляемого ТЭЦ топлива между электроэнергией и теплотой. В частности, расход топлива на производство электроэнергии рассчитывается через удельный расход топлива на «закрывающей» электростанции.

В действующих условиях для Белорусской энергосистемы такими электростанциями являются Лукомльская и Березовская ГРЭС, а также Минская ТЭЦ-5. С вводом мощных современных парогазовых установок «закрывающие» конденсационные блоки будут вытеснены агрегатами ПГУ.

Расход топлива на электроэнергию по «экономическому» методу:

$$B_{\text{ЭЭ}} = \text{Э}_{\text{ТЭЦ}} b_{\text{ЭЭ}}^3, \quad (81)$$

где  $b_{\text{ЭЭ}}^3$  - удельный расход топлива «закрывающий» КЭС ( $0,319 \frac{\text{кгу.т.}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$ ).

Расход топлива на производство теплоты по экономическому методу:

$$B_{\text{ТЭ}} = B_{\text{ТЭЦ}} - B_{\text{ЭЭ}}. \quad (82)$$

Распределение условно-постоянных затрат между электроэнергией и теплотой, а также расчет себестоимости производятся аналогично «физическому методу».

Для определения результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятий обычно используют показатель объема производства, который, будучи помноженным на цену реализации, показывает доход предприятия.

Понятие объема производства (в стоимости или натуральном выражении) в отечественной теории и практике определяется рядом показателей, существенно отличающихся друг от друга.

Валовый объем производства ( $\Pi_{\text{вал}}$ ) – вся продукция, уже произведенная и плюс еще незавершенная ( $\Pi_{\text{н}}$ ), находящаяся на разных стадиях производственного цикла. Аналогом валового объема производства в натуральном выражении в энергетике является величина выработки энергии  $\text{Э}_{\text{выр}}$ .

Товарный объем (товар) ( $\Pi_{\text{товар}}$ ) – готовая продукция, предназначенная к реализации (на продажу).

В энергетике товарному объему (в натуральном выражении) соответствует количество энергии, отпущенное потребителям:

$\Pi_{\text{товар}} = \text{Э}_{\text{отп}}$ , т.е. величина выработанной энергии за вычетом собственных нужд и потерь в сетях.

Реализованная продукция (реализация, сумма реализации) ( $\Pi_r$ ) – проданная и оплаченная продукция. Отличается от товарного объема на величину проданной, но неоплаченной продукции (дебиторской задолженности).

В энергетике сумма неплатежей складывается главным образом из абонентской задолженности.

Чистая продукция ( $\Pi_{чп}$ ) включает фонд оплаты труда ( $\Phi_{от} = I_{фот}$ ) и прибыль ( $m$ ):

$$\Pi_{чп} = I_{фот} + m. \quad (83)$$

Чистая продукция - показатель, характеризующий объём производства на предприятии в стоимостном выражении за определённый период. Чистая продукция в отличие от валовой продукции лучше отражает объём производства данного предприятия за счёт того, что не учитывает двойной счёт потреблённых в процессе производства сырья, материалов, топлива, энергии, а также амортизации основных фондов. Чистая продукция может быть определена двумя способами:

- как валовая продукция за вычетом материальных затрат и амортизационных отчислений;
- как сумма заработной платы работников, чей труд затрачен на создание продукции, и прибыли предприятия от продажи произведенного товара.

По своему экономическому смыслу чистая продукция представляет собой аналог национального дохода на уровне предприятия.

С точки зрения образования стоимости чистая продукция представляет собой вновь созданную в отраслях материального производства стоимость. Сумма чистой продукции всех отраслей материального производства составляет национальный доход общества.

За рубежом показатель чистой продукции применяется как для характеристики объёма производства на данном предприятии, так и в отдельных отраслях народного хозяйства.

Следует отметить, что фонд оплаты труда ( $I_{фот}$ ) не равен издержкам по зарплате  $I_{зп}$ , поскольку в нем кроме основной, дополнительной зарплаты и премий, оплачиваемых за счет себестоимости, содержится также премиальный фонд, образуемый из прибыли.

Чистая продукция отличается от суммы реализации на величину материальных затрат, равных издержкам производства без стоимости рабочей силы,  $I_{зп}$  (статья по заработной плате в составе годовых издержек).

Материальные затраты выражаются формулой:

$$M = I - I_{зп} \quad (84)$$

## 9 Объем реализации продукции в энергетике

Понятие «объем реализации продукции» в промышленности и в энергетике наиболее часто применяется для выражения объема производства и формируется при продаже энергетической продукции – энергии, энергоносителей и энергетических услуг:

$$P_p = \varepsilon_1 T_1 + \varepsilon_2 T_2 + \varepsilon_3 T_3 + \dots \pm A + Y, \quad (85)$$

где  $P_p$  – сумма реализации энергетической продукции;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \dots$  – количество каждого вида реализованной продукции – различных видов энергии и энергоносителей;

$T_1, T_2, T_3$  – соответствующие тарифы (среднеотраслевые или средние для данной энергосистемы, энергопредприятия);

$A$  – сумма абонентской задолженности, обычно со знаком «-», а знак «+», возникает при предоплате;

$Y$  – выручка от оплаты различных услуг, в том числе неэнергетического характера, оказываемых энергетиками сторонним организациям.

Поскольку наиболее распространенными видами продукции в энергетике являются электрическая и тепловая энергия, формула расчета суммы реализации чаще выглядит:

$$P_p = \varepsilon T_\varepsilon + Q T_q \pm A + Y, \quad (86)$$

где  $\varepsilon$  – количество отпущенной электроэнергии;

$Q$  – количество теплоты, отпущенной потребителям;

$T_\varepsilon$  – средний тариф на электроэнергию, рассчитанный как средневзвешенная величина всех тарифов, используемых данными производителями для расчета с потребителями;

$T_q$  – средний тариф за тепловую энергию, также рассчитанный по всей энергосистеме или другому тепло- производителю, с учетом штрафных тарифов и других возможных особенностей платежей.

Очевидно, что сумма реализации зависит от объемов проданной энергетической продукции, причем, сумма выручки от продажи без вычета абонентской задолженности представляет собой товарную продукцию.

Энергетика, как отмечалось выше, не может сама устанавливать объем производимой продукции, поскольку это полностью зависит от потребителей, к которым производитель привязан энергетическими коммуникациями – электрическими, тепловыми и другими сетями. В то же время у энергетиков есть некоторые возможности для стимулирования повышения объема потребления. Для того чтобы потребители выполняли свои договорные обязательства, порядок пользования электрической и тепловой энергией энергосистема предусмат-

ривает штрафные тарифы (5 и 10-кратные) при перерасходе или «недорасходе» энергии по сравнению с договором. Стимулом к повышению электропотребления является также льготный ночной тариф и тарифы, установленные по временным зонам суток.

Повышение объемов производства и продаж является одним из главных путей увеличения массы прибыли любого предприятия, в том числе и энергетического, в соответствии с законом максимальной прибыли.

Прибыль представляет собой стоимость прибавочного труда или денежное выражение прибавочной стоимости, полученной в процессе производства. Она вычисляется в большинстве случаев как разность между суммой реализации ( $\Pi_p$ ) и издержками ( $I$ ) или как разность между рыночной ценой ( $\Pi$ ) и себестоимостью ( $c$ ), умноженной на объем производства ( $Q$ ):

$$\Pi = \Pi_p - I = (\Pi - c)Q, \quad (87)$$

где  $\Pi$  – общая прибыль.

Действующий в условиях товарно-денежных (рыночных) отношений закон максимальной прибыли вынуждает производителей стремиться к увеличению этого показателя всеми возможными способами. Таких способов три:

1. Повышение продажной цены. Однако, в условиях стабильного рынка для большинства товаров эта цена диктуется рыночной конъюнктурой, отражая общественно необходимые затраты труда. Но производители-монополисты, в том числе и энергетика как естественный монополист, имеют некоторую возможность поднимать цены (тарифы) на свою продукцию в пределах, ограниченных антимонопольным законодательством и другими мерами государственного регулирования рынка. В РБ тарифы на электроэнергию и теплоту регулируются государством.

2. Снижение себестоимости продукции. Это основной путь повышения эффективности производства, причем наиболее целесообразно техническое перевооружение на базе самой совершенной техники. Возможны и другие пути – реконструкция, модернизация, совершенствование организации производства и другие. Чем ниже себестоимость и цена производства по сравнению с конкурентами на рынке, тем выше прибыль.

3. Увеличение объемов производства. Для этого необходимо изучить потребности рынка, возможности вытеснения конкурентов и провести другие маркетинговые исследования. И, если рынок испытывает потребность в данном продукте, то следует принять меры к расширению производства и увеличению объемов продаж, даже если это приведет к снижению (возможно, временному) рыночной цены, ибо общая масса прибыли должна увеличиться. Однако энергетики не могут, как правило, увеличивать объем производства по своему усмотрению, кроме отдельных случаев при работе на сторону (ремонтные, строительные-монтажные работы, освоение технологических «хвостов»). По мере формирования рынка энергетической продукции, при появлении независимых, конкурирующих между собой энергопроизводителей в энергетике, по видимому, может возникнуть нормальная рыночная ситуация, когда одни про-

изводители будут расширять объем своего производства за счет вытеснения других. Текущими мерами являются постоянное поддержание оборудования в хорошем техническом состоянии путем регулярного и качественного ремонтного обслуживания, режимная оптимизация работы оборудования, его оптимальная загрузка в каждый момент времени и др.

Основные пути снижения себестоимости видны при анализе технико-технологических факторов, определяющих величину отдельных статей эксплуатационных затрат. Естественно, в энергетике главным для повышения эффективности производства является снижение удельных расходов топлива на единицу энергии.

В распоряжении предприятия остается не вся прибыль, а только ее часть, чистая или расчетная прибыль, остающаяся после вычета из нее различных налогов и обязательных платежей

Кроме прибыли, результаты производственно-хозяйственной деятельности характеризуются еще таким показателем как доход (хозрасчетный доход) предприятия. Эта величина, остающаяся у производителя после реализации продукции, т.е. сумма реализации за вычетом всех материальных затрат. Доход предприятия численно должен быть равен показателю чистой (или условно-чистой) продукции и имеет тот же экономический смысл.

### *10 Технико-экономические показатели при комбинированном производстве электрической и тепловой энергии*

Комбинированная схема энергоснабжения (ТЭЦ).

Постоянные годовые издержки:

$$I_{\text{пост}}^{\text{ТЭЦ}} = 1,3 \left( 1,2 \frac{K_{\text{ТЭЦ}} N_a}{100} + k_{\text{шт}} N_{\text{ТЭЦ}} Z_{\text{сг}} \right), \quad (88)$$

где  $N_a$  – норма амортизационных отчислений для ТЭЦ;

$K_{\text{ТЭЦ}}$  – штатный коэффициент для ТЭЦ, чел/ МВт;

$Z_{\text{сг}}$  - среднегодовая заработная плата с начислениями, у.е. /чел·год;

1,2 – коэффициент, учитывающий издержки на текущий ремонт;

1,3 – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы;

$k_{\text{шт}}$  - штатный коэффициент;

$N_{\text{ТЭЦ}}$  – мощность ТЭЦ;

$Z_{\text{сг}}$  – среднегодовая зарплата с начислениями.

Годовой расход тепла на производство электроэнергии:

$$Q_{\text{Э}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{Ti}} - (Q_{\text{ТХОi}} + Q_{\text{ТФОi}})) \text{ МВт.}, \quad (89)$$

где  $Q_{\text{Ti}}$  – годовой расход тепла на турбину;

$Q_{\text{ТХОi}}$  – годовой отпуск тепла из технологического отбора турбины  $i$ ;

$Q_{\text{ТФОi}}$  – годовой отпуск тепла из теплофикационного отбора турбины  $i$ ;

$n$  – число турбоагрегатов станции.

Годовой расход топлива на производство электроэнергии:

$$B_{\text{Э}} = \frac{Q_{\text{Э}}}{\eta_{\text{ка}}^{\text{б}} K_{\text{П}}} / \text{Э}_{\text{год}} \left(1 - \frac{\Delta \text{Э}_{\text{СН}}^{\text{ЭЭ}}}{100}\right), \quad (90)$$

где  $\text{Э}_{\text{год}}$  – годовое производство электроэнергии ТЭЦ;

$K_{\text{П}}$  – коэффициент перевода;

$\Delta \text{Э}_{\text{СН}}^{\text{ЭЭ}}$  – расход энергии на собственные нужды, связанный с производством электроэнергии;

$\eta_{\text{ка}}^{\text{б}}$  – К.П.Д. брутто котлоагрегата.

Удельный расход теплоты на производство электроэнергии:

$$q_{\text{Э}} = \frac{Q_{\text{Э}}}{\text{Э}_{\text{ТЭЦ}}} \text{ Гкал / МВт. ч.}, \quad (91)$$

где  $\text{Э}_{\text{ТЭЦ}}$  – годовое производство электроэнергии на ТЭЦ.

Удельный расход топлива на производство электроэнергии:

$$b_{\text{ЭЭ}} = \frac{B_{\text{Э}}}{\text{Э}_{\text{ТЭЦ}}}, \text{ ту.т. / МВт. ч.} \quad (92)$$

Годовой расход топлива на производство теплоты:

$$B_{\text{ТЭ}} = B_{\text{ТЭЦ}} - B_{\text{Э}} + \Delta \text{Э}_{\text{СН}}^{\text{ТЭ}} b_{\text{ЭЭ}} \text{ ту.т.}, \quad (93)$$

где  $\Delta \text{Э}_{\text{СН}}^{\text{ТЭ}}$  – расход электроэнергии на собственные нужды, МВт, связанный с производством теплоты;

$b_{\text{ЭЭ}}$  – удельный расход топлива на производство электроэнергии.

Удельный расход топлива на производство теплоты:

$$b_{ТЭ} = \frac{B_{ТЭ}}{Q_{ТХ} + Q_{ТФ}} \text{ ту.т. / Гкал,} \quad (94)$$

где  $Q_{ТХ}$  – годовой отпуск тепла от ТЭЦ технологическим потребителям;

$Q_{ТФ}$  – годовоый отпуск тепла от ТЭЦ на теплофикацию.

КПД ТЭЦ по отпуску теплоты:

$$\eta_{ЭЭ} = \frac{0,123}{b_{ТЭ}}. \quad (95)$$

КПД ТЭЦ по отпуску электроэнергии :

$$\eta_{ТЭ} = \frac{0,143}{b_{ЭЭ}}, \quad (96)$$

Доля условно – постоянных годовых издержек, относимая на производство электроэнергии:

$$I_{Пос}^{ЭЭ} = \frac{I_{Пос}^{ТЭЦ} B_{Э}}{B_{ТЭЦ}} \text{ у.е.}, \quad (97)$$

где  $I_{Пос}^{ТЭЦ}$  - постоянные издержки ТЭЦ.

Доля условно – постоянных годовых издержек, относимая на производство теплоты:

$$I_{Пос}^{ТЭ} = \frac{I_{Пос}^{ТЭЦ} B_{ТЭ}}{B_{ТЭЦ}} \text{ у.е.} \quad (98)$$

Себестоимость 1 кВт на шинах ТЭЦ:

$$C_{ЭЭ} = I_{Пос}^{ЭЭ} + B_{Э} \Pi_{ту.т.}, \quad (99)$$

где  $\Pi_{ту.т.}$  - цена условного топлива на складе станции, у.е./ту.т.

$$\Pi_{\text{ту.т.}} = \frac{(\Pi_{\text{тнт}} + T_{\text{жд}}) \cdot 29300}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}} \text{ у.е.} \quad (100)$$

где  $\Pi_{\text{тнт}}$  - цена натурального топлива, определяемая по прейскуранту;

$T_{\text{жд}}$  - тариф на перевозку 1 тн. натурального топлива;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$  - теплотворная способность сжигаемого топлива, КДж/кг.

Топливная составляющая себестоимости электроэнергии на шинах ТЭЦ:

$$C_{\text{ээ}}^{\text{т}} = b_{\text{ээ}} \Pi_{\text{ту.т.}} \text{ у.е. / кВт} \cdot \text{ч.} \quad (101)$$

Себестоимость 1 ГДж тепла, отпущенного от коллектора ТЭЦ:

$$C_{\text{тэ}} = \frac{I_{\text{пос}}^{\text{тэ}} + I_{\text{т}}^{\text{тэ}}}{Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}}} \text{ у.е / Гкал.} \quad (102)$$

$$I_{\text{т}}^{\text{тэ}} = V_{\text{тэ}} \Pi_{\text{ту.т.}} \cdot \quad (103)$$

Топливная составляющая себестоимости теплоты на коллекторах ТЭЦ:

$$C_{\text{т}}^{\text{тэ}} = b_{\text{тэ}} \Pi_{\text{ту.т.}} \text{ у.е. / Гкал.} \quad (104)$$

Удельные приведенные затраты в комбинированную схему на производство электроэнергии:

$$Z_{\text{ээ}} = \frac{Z_{\text{тэц}} V_{\text{э}}}{V_{\text{тэц}} \mathcal{E}_{\text{тэц}}} \text{ у.е / МВт} \cdot \text{ч.}, \quad (105)$$

где  $Z_{\text{тэц}}$  - приведенные затраты на сооружение ТЭЦ;

$V_{\text{тэц}}$  – суммарный расход топлива на ТЭЦ ( $V_{\text{э}} + V_{\text{тэ}} = V_{\text{тэц}}$ ).

Удельные приведенные затраты в ТЭЦ на отпуск теплоты:

$$Z_{\text{тэ}} = \frac{Z_{\text{тэц}} V_{\text{тэ}}}{V_{\text{тэц}} (Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}})} \text{ у.е / Гкал.} \quad (106)$$

Показатель фондоотдачи ТЭЦ:

$$K_{\text{фо}} = \frac{\Pi_{\text{ээ}}^{\text{н}} \mathcal{E}_{\text{тэц}} + \Pi_{\text{тэ}}^{\text{н}} (Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}})}{K_{\text{тэц}}} \text{ у.е.}, \quad (107)$$

где  $\Pi_{\text{ээ}}^{\text{н}}$ ,  $\Pi_{\text{тэ}}^{\text{н}}$  - неизменные цены на электроэнергию и теплоту, у.е./кВт ч, у.е./Гкал;

$K_{\text{тэц}}$  – капиталовложение в ТЭЦ.

Показатель фондовооруженности ТЭЦ :

$$K_{\text{фо}} = \frac{K_{\text{тэц}}}{N_{\text{тэц}} k_{\text{шт}}} \text{ у.е. / чел}, \quad (108)$$

где  $N_{\text{тэц}}$  – мощность ТЭЦ;

$k_{\text{шт}}$  – штатный коэффициент.

### *11 Технико-экономические показатели производства электроэнергии на КЭС*

Постоянные годовые издержки КЭС :

$$I_{\text{пост}}^{\text{кэс}} = 1,3 \left( \frac{1,2 K_{\text{кэс}} N_{\text{а}}}{100} + k_{\text{шт}} N_{\text{кэс}} Z_{\text{сг}} \right) \text{ у.е. / год}, \quad (109)$$

где  $N_{\text{а}}$  - норма амортизационных отчислений для КЭС;

$k_{\text{шт}}$  - штатный коэффициент для КЭС, чел/МВт;

$Z_{\text{сг}}$  - среднегодовая зарплата с начислениями, у.е./чел·год;

$K_{\text{кэс}}$  – капиталовложения в КЭС;

$N_{\text{кэс}}$  – мощность КЭС;

1,2 - коэффициент, учитывающий издержки на текущий ремонт;

1,3 - коэффициент, учитывающий общестанционные нужды.

Отпуск электроэнергии определится:

$$\mathcal{E}_{\text{кэс}} = N_{\text{кэс}} h \left( \frac{1 - \Delta \mathcal{E}_{\text{сн}}}{100} \right) \text{ МВт} \cdot \text{ч} / \text{год}, \quad (110)$$

где  $N_{\text{кэс}}$  – мощность КЭС, МВт;

$\Delta \mathcal{E}_{\text{сн}}$  - расход электроэнергии на собственные нужды, %;

$h$  – годовое число часов использования установленной мощности.

Полный расход тепла на производство электроэнергии турбогенератором

$$Q_{\text{Э}} = Q_{\text{Т}} \left(1 \pm \frac{\Delta\Pi}{100}\right) \text{ Гкал}, \quad (111)$$

где  $\Delta\Pi$  - показатель, учитывающий отклонение параметров от номинальных, принимается в пределах 1 ... 1,5% ;

$Q_{\text{Т}}$  – расход тепла на турбину КЭС.

Удельный расход тепла на турбоагрегат:

$$q_{\text{Т}} = \frac{Q_{\text{Э}}}{\text{Э}_i + \text{Э}_{\text{ПТП}}} \text{ Гкал / МВт.ч}, \quad (112)$$

где  $\text{Э}_{\text{ПТП}}$  - приведенное производство электроэнергии на привод питательного турбонасоса;

$\text{Э}_i$  - годовое производство электроэнергии  $i$ -ым турбогенератором.

КПД турбоустановки:

$$\eta_{\text{Т}} = \frac{3600}{q_{\text{Т}}}, \quad \% \quad (113)$$

КПД КЭС по отпуску электроэнергии:

$$\eta_{\text{Т}} = \frac{0,123}{b_{\text{ЭЭ}}}, \quad (114)$$

где  $b_{\text{ЭЭ}}$  – удельный расход топлива на производство электроэнергии.  
Топливная составляющая себестоимость электроэнергии на КЭС:

$$C_{\text{ЭЭ}}^{\text{Т}} = b_{\text{ЭЭ}} \text{Ц}_{\text{ТУТ}}, \text{ у.е. / кВт} \cdot \text{ч}, \quad (115)$$

где  $\text{Ц}_{\text{ТУТ}}$  - цена тонны условного топлива на складе КЭС.

$$\text{Ц}_{\text{ТУТ}} = \frac{(\text{Ц}_{\text{ТНТ}} + T_{\text{ЖД}}) \cdot 29300}{Q_{\text{Н}}^{\text{Р}}} \text{ у.е./т.тут.} \quad (116)$$

Себестоимость 1 кВт.ч на шинах КЭС:

$$C_{\text{ЭЭ}} = C_{\text{ЭЭ}}^{\text{T}} + \frac{I_{\text{Пос}}^{\text{КЭС}}}{\text{Э}_{\text{КЭС}}} \quad \text{у.е./кВт.ч.}, \quad (117)$$

где  $C_{\text{ЭЭ}}^{\text{T}}$  - топливная составляющая себестоимости электроэнергии;

$I_{\text{Пос}}^{\text{КЭС}}$  - постоянные издержки КЭС.

Удельные приведенные затраты в КЭС на производство электроэнергии:

$$Z_{\text{ЭЭ}} = \frac{E_{\text{Н}} K_{\text{КЭС}} + I_{\text{Пос}}^{\text{КЭС}} + I_{\text{Пер}}^{\text{КЭС}}}{\text{Э}_{\text{КЭС}}} \quad \text{у.е./МВт.ч.}, \quad (118)$$

где  $E_{\text{Н}}$  - коэффициент эффективности;

$K_{\text{КЭС}}$  - капиталовложение в КЭС;

$I_{\text{Пер}}^{\text{КЭС}}$  - переменная издержка КЭС.

Показатель фондоотдачи КЭС:

$$K_{\text{Фо}} = \frac{\text{Ц}_{\text{ЭЭ}}^{\text{Н}} \text{Э}_{\text{КЭС}}}{K_{\text{КЭС}}}, \quad (119)$$

где  $\text{Ц}_{\text{ЭЭ}}^{\text{Н}}$  - средний тариф на электроэнергию.

Показатель фондовооруженности КЭС:

$$K_{\text{Фв}} = \frac{K_{\text{КЭС}}}{N_{\text{КЭС}} k_{\text{шт}}}, \quad (120)$$

где  $N_{\text{КЭС}}$  - мощность КЭС;

$k_{\text{шт}}$  - штатный коэффициент.

## 12 Технико-экономические показатели котельной

Постоянные годовые издержки котельной:

$$И_{\text{пос}}^{\text{кот}} = 1,3 \left( 1,1 K_{\text{кот}} \frac{N_a}{100} + k_{\text{шт}} Q_{\text{кот}}^{\text{ч}} Z_{\text{сг}} \right) \text{ у.е./год}, \quad (121)$$

где  $N_a$  – норма амортизационных отчислений для котельных;

$k_{\text{шт}}$  - штатный коэффициент котельной, чел/МВт;

$Q_{\text{кот}}^{\text{ч}}$  – суммарная часовая теплопроизводительность котельной;

$K_{\text{кот}}$  – капиталовложения в котельную;

$Z_{\text{сг}}$  - среднегодовая зарплата с начислениями, у.е./чел.

Газовый отпуск тепла от котельной:

$$Q_{\text{кот}} = \sum_{i=1}^L Q_{\text{пк}i} + \sum_{j=1}^M Q_{\text{вк}j} = Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}}, \quad (122)$$

где  $Q_{\text{пк}i}$  - годовой отпуск тепла от паровых котлов;

$Q_{\text{вк}j}$  - годовой отпуск тепла от водогрейных котлов;

$Q_{\text{тх}}$  - годовой отпуск тепла технологическим потребителям;

$Q_{\text{тф}}$  - годовой отпуск тепла теплофикационным потребителям;

$L$  - число паровых котлов;

$M$  – число водогрейных котлов.

Удельные капиталовложения в котельную:

$$k = \frac{K_{\text{кот}}}{Q_{\text{тх}}^{\text{ч}} + Q_{\text{тф}}^{\text{ч}}} \text{ у.е./Гкал}, \quad (123)$$

где  $Q_{\text{тх}}^{\text{ч}}$  - часовой отпуск тепла котельной паровыми котлами;

$Q_{\text{тф}}^{\text{ч}}$  - часовой отпуск тепла котельной водогрейными котлами.

Удельный расход топлива на производство теплоты:

$$b_{\text{тэ}} = \frac{B_{\text{кот}}}{Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}}} \quad \text{кг у.т./Гкал}, \quad (124)$$

где  $B_{\text{кот}}$  – годовой расход топлива котельной.  
КПД котельной по отпуску теплоты:

$$\eta_{\text{тэ}} = \frac{143}{b_{\text{тэ}}} \quad (125)$$

Топливная составляющая себестоимости теплоты на коллекторах котельной:

$$C_{\text{ээ}}^{\text{T}} = b_{\text{тэ}} \text{Ц}_{\text{ту.т}} \quad \text{у.е./Гкал}, \quad (126)$$

где  $\text{Ц}_{\text{ту.т}}$  - цена тонны условного топлива на складе котельной.

$$\text{Ц}_{\text{ту.т}} = \frac{29300(\text{Ц}_{\text{тнт}} + T_{\text{жд}})}{Q_{\text{н}}^{\text{p}}} \quad (127)$$

Себестоимость 1 Гкал тепла, отпущенного от коллекторов котельной:

$$C_{\text{тэ}} = C_{\text{тэ}}^{\text{T}} + \frac{I_{\text{пос}}}{Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}}} \quad \text{у.е./Гкал}, \quad (128)$$

где  $I_{\text{пос}}$  – постоянные издержки котельной;

$C_{\text{тэ}}^{\text{T}}$  – топливная составляющая себестоимости теплоты.

Удельные приведенные затраты в котельную на производство теплоты:

$$Z_{\text{тэ}} = \frac{E_{\text{н}} K_{\text{кот}} + I_{\text{пос}} + B_{\text{кот}} \text{Ц}_{\text{ту.т}}}{Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}}} \quad \text{у.е./Гкал}, \quad (129)$$

где  $E_{\text{н}}$  – коэффициент эффективности.

Показатель фондоотдачи котельной:

$$K_{\text{фо}} = \frac{\text{Ц}_{\text{тэ}}^{\text{н}} (Q_{\text{тх}} + Q_{\text{тф}})}{K_{\text{кот}}}, \quad (130)$$

где  $\text{Ц}_{\text{тэ}}^{\text{н}}$  - средний тариф на теплоту.

Показатель фондовооруженности котельной:

$$K_{\text{фв}} = \frac{K_{\text{кот}}}{k_{\text{шт}} Q_{\text{кот}}} \quad \text{у.е./ чел} \quad (131)$$

### 13 Расчет показателей использования основных фондов

Коэффициент экстенсивного использования основных фондов электростанции рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{э}} = \frac{\sum_{j=1}^n N_j T_{\text{рj}}}{\sum_{j=1}^n N_j T_{\text{кj}}} = \frac{\sum T_{\text{рj}}}{\sum T_{\text{кj}}}, \quad (132)$$

где  $T_{\text{рj}}$  - время работы  $j$ -го агрегата;

$T_{\text{кj}}$  - календарное время нахождения  $j$ -го агрегата в составе электростанции;

$n$  - число агрегатов;

$N_j$  - мощность  $j$ -го агрегата.

Время работы  $T_{\text{рj}}$  определяется для каждого агрегата с учетом времени его нахождения в плановых ремонтах. Для расчета можно принять, что каждый турбоагрегат станции в течение года проходит два текущих ремонта, а каждый третий агрегат - капитальный ремонт, тогда

если  $T_{\text{рj}} = 8760 - (T_{\text{крj}} + 2T_{\text{трj}})$ , то проводится капитальный ремонт;

если  $T_{\text{рj}} = 8760 - 2T_{\text{трj}}$ , - капитальный ремонт не проводится.

Коэффициент интенсивного использования основных фондов электростанции

$$k_{\text{и}} = \frac{\overset{\text{отп}}{\text{Э}}_{\text{год}}}{\sum_{j=1}^n N_j T_{\text{рj}} \left( 1 - \frac{\Delta \text{Э}_{\text{с.н.}}}{100} \right)} = \frac{h_{\text{у}}}{T_{\text{р}}}, \quad (133)$$

где  $\Delta \text{Э}_{\text{с.н.}}$  - расход электроэнергии на собственные нужды электростанции, %;

$h_y$  – годовое число часов использования установленной мощности;

$\mathcal{E}_{\text{год}}^{\text{отп}}$  – газовой отпуск электроэнергии от электростанции.

Коэффициент полного использования определяется по формуле:

$$k_{\text{п}} = k_{\text{и}} k_{\text{э}} \quad (134)$$

Коэффициент фондовооруженности электростанции рассчитывается следующим образом:

$$k_{\text{фв}} = \frac{K}{k_{\text{шт}} N} = \frac{K}{Z} \text{ у.е.}, \quad (135)$$

где  $k_{\text{шт}}$  – штатный коэффициент электростанции;

$Z$  – численность промышленно-производственного персонала, чел;

$K$  – капиталовложения в электростанцию;

$N$  – мощность электростанции.

Для энергосистемы коэффициенты экстенсивного, интенсивного и полного использования основных фондов находятся как их средневзвешенная сумма по электростанциям:

$$k_{\text{э}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{э}i} \mathcal{E}_{\text{год}i}^{\text{отп}}}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{год}i}^{\text{отп}}}, \quad (136)$$

где  $n$  – число электростанций.

$$k_{\text{и}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{и}i} \mathcal{E}_{\text{год}i}^{\text{отп}}}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{год}i}^{\text{отп}}} \quad (137)$$

$$k_{\text{п}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{п}i} \mathcal{E}_{\text{год}i}^{\text{отп}}}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{год}i}^{\text{отп}}} \quad (138)$$

## 14 Экономические показатели энергосистемы

Объем валового дохода от реализации энергии в энергосистеме приближенно определяется из выражения:

$$D = \tau_{\text{ЭЭ}} \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{Год}i}^{\text{отп}} \left( 1 - \frac{\Delta \mathcal{E}_{\text{П.С.}}}{100} \right) + \tau_{\text{ТЭ}} Q_{\text{Год}} \eta_{\text{Т.С.}} \text{ у.е.}, \quad (139)$$

где  $\eta_{\text{Т.С.}}$  - к.п.д. тепловых сетей, принимаемый равным 0,88...0,92;

$\Delta \mathcal{E}_{\text{П.С.}}$  - потери в сетях, принимаемые равными 8-11%;

$Q_{\text{Год}}$  – годовой отпуск тепла от энергосистемы;

$n$  – число электростанций;

$\mathcal{E}_{\text{Год}i}^{\text{отп}}$  – годовой отпуск электроэнергии от  $j$ -ой электростанции.

Средний расчетный тариф на электроэнергию приблизительно равен:

$$\tau_{\text{ЭЭ}} = 1,25 \dots 1,35 \bar{C}_{\text{ЭЭ}} \text{ у.е./кВт.ч}, \quad (140)$$

где (1,25...1,35) - коэффициент, учитывающий рентабельность и прочие платежи энергосистемы, связанные с производством и реализацией электроэнергии;

$C_{\text{ЭЭ}}$  – себестоимость электроэнергии.

Средний расчетный тариф на теплоту может быть принят равным:

$$\tau_{\text{ТЭ}} = 1,4 \dots 1,5 \bar{C}_{\text{ТЭ}} \text{ у.е./Гкал}, \quad (141)$$

где (1,4...1,5) - коэффициент, учитывающий рентабельность и прочие платежи, связанные с производством и реализацией теплоты;

$C_{\text{ТЭ}}$  – себестоимость теплоты.

Прибыль энергосистемы:

$$\Pi = D - \left[ \sum_{i=1}^n \left( I_{\text{Т}i} + I_{\text{Пост}i} + I_{\text{Т}i}^{\text{ТЭ}} + I_{\text{Пост}i}^{\text{ТЭ}} \right) + I_{\text{Эл.сет.}} + I_{\text{Об.}} \right] \text{ у.е.}, \quad (142)$$

где  $I_{\text{Т}i}$  – топливные издержки  $j$ -ой электростанции на электроэнергию;

$I_{\text{Пост}i}$  – постоянные издержки  $j$ -ой электростанции на электроэнергию;

$I_{\text{Эл.сет.}}$  – издержки электросетевых предприятий;

$I_{\text{Об.}}$  – общесистемные издержки;

$I_{\text{Т}i}^{\text{ТЭ}}$  – топливные издержки на теплоту;

$I_{\text{Пост}i}^{\text{ТЭ}}$  – постоянные издержки на теплоту.

Фондоотдача:

$$k_{\text{фо}} = \frac{D}{\sum_{i=1}^n K_i + K_{\text{эл.с.}}}, \quad (143)$$

где  $K_i$  – капиталовложения в электрические станции и котельные;

$K_{\text{эл.с.}}$  – капиталовложения в электрические сети;

$n$  – число электростанций и котельных.

Рентабельность:

$$k_{\text{рент}} = \frac{\Pi}{\sum_{i=1}^n K_i + K_{\text{эл.с.}}} \quad (144)$$

### ***15 Показатели использования оборотных фондов в энергосистеме***

Для расчета величины нормируемых оборотных фондов по электростанциям примем средний запас топлива на них в объеме 15-ти суточного расхода. Остальные нормируемые оборотные фонды как по электростанциям, так и по электрическим сетям примем в размере 2% от стоимости основных фондов:

$$\Phi_{\text{об}}^{\text{норм}} = \frac{15}{365} \left( \sum_{i=1}^n V_{\text{год}} C_{\text{ту.т.}} \right) + 0,02 \left( \sum_{i=1}^n K_i + K_{\text{эл.с.}} \right) \text{ у.е.}, \quad (145)$$

где  $V_{\text{год}}$  – годовое потребление топлива энергосистемой;

$C_{\text{ту.т.}}$  – цена тонны условного топлива;

$n$  – число электростанций и котельных.

Число оборотов оборотных фондов в году:

$$n = \frac{D}{\Phi_{\text{об}}^{\text{норм}}}, \quad (146)$$

где  $D$  – объем от реализованной продукции в энергосистеме;

$\Phi_{\text{об}}^{\text{норм}}$  – норма оборотных средств.

Длительность оборота оборотных фондов:

$$t_{\text{об}} = \frac{365}{n} \text{ дней.} \quad (147)$$

## **16 Инвестиционное проектирование**

Инвестиции – это все виды средств, вкладываемых в хозяйственную деятельность с целью получения доходов.

Экономическое определение инвестиции – это расходы на создание, расширение, реконструкцию и перевооружение основного капитала.

### **Критерии оптимальности**

Расчет экономической эффективности инвестиций в энергетике является одним из наиболее сложных и ответственных этапов исследования. Как правило, экономическая эффективность капиталовложений оценивается соотношением между полученным эффектом и вложенными инвестиционными ресурсами. Применявшаяся в социалистической экономике оценка эффективности капиталовложений базировалась на критерии народнохозяйственного эффекта, который достигался в результате реализации инвестиционного проекта. В общем случае показатели экономической эффективности могут быть представлены как в стоимостном, например, прибыль, себестоимость, рентабельность, удельные затраты и т.д., так и в натуральном выражении: производительность труда, расход ресурсов, материалов, коэффициент полезного действия, объем отпускаемой продукции и т.д. Следует отметить, что упомянутые показатели часто трудно сопоставимы друг с другом и, отражая лишь отдельные стороны явления, отличаются неполнотой. Все это затрудняет принятие объективного решения. Измерение относительной эффективности вариантов требует соблюдения определенных условий и, прежде всего, тождества народнохозяйственного эффекта сравниваемых вариантов, при этом предполагается выполнение следующих условий.

1. Варианты должны быть технически сопоставимыми и взаимозаменяемыми. В качестве исходной базы принимаются лучшие, технически более совершенные из имеющихся на данный момент.

2. Каждый из вариантов должен находиться в оптимальных для него условиях с учетом конкретных факторов, времени, количества и качества выпускаемой продукции, при которых обеспечивается достижение наилучших технико-экономических показателей.

3. При сравнении вариантов должно обеспечиваться единство методов расчета, единые уровни цен.

4. Обеспечение одинаковой достоверности исходной информации и одинаковой степени точности проводимых расчетов.

5. Варианты должны быть экономически сопоставимы, т.е. обеспечивать одинаковый производственный эффект и учитывать все затраты, необходимые для его достижения. Для получения равенства энергетического эффекта (потребители обеспечиваются одинаковым количеством энергии, одинаковых параметров и режимов загрузки оборудования, одинаковой степенью надежности энергосбережения) производится уравнивание вариантов по полезному отпуску энергии и мощности.

6. Варианты должны быть сопоставимы по уровню воздействия на окружающую среду либо необходим учет дополнительных затрат для осуществления мероприятий по защите окружающей среды.

Предположим, что для реализации принятого технического решения имеются два варианта с общей себестоимостью  $I_1$  и  $I_2$ , требующие для своей реализации инвестиции в размере  $K_1$  и  $K_2$ .

Варианты имеют следующие соотношения между капиталовложениями и себестоимостью:

$$K_2 > K_1; \quad I_2 < I_1 \quad (148)$$

Величина дополнительных капиталовложений:

$$\Delta K = K_2 - K_1 \quad (149)$$

ежегодная экономия издержек:

$$\Delta I = I_1 - I_2 \quad (150)$$

В качестве критерия оптимальности могут быть взяты максимум экономии на ежегодных расходах:

$$\mathcal{E} = \frac{I_1 - I_2}{K_2 - K_1} = \frac{\Delta I}{\Delta K} \rightarrow \max, \quad (151)$$

либо минимальный срок окупаемости дополнительных капиталовложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_2 - K_1}{I_1 - I_2} = \frac{\Delta K}{\Delta I} \rightarrow \min \quad (152)$$

Если известны нормативный срок окупаемости  $T_H$  или нормативный коэффициент эффективности  $E_H$ , то полученные по выражениям (151) и (152) значения  $\mathcal{E}$  и  $T_{\text{ок}}$  для оптимального варианта должны отвечать следующим соотношениям:

$$T_{\text{ок}} \leq T_H; \quad \mathcal{E} \geq E_H \quad (153)$$

При прочих равных условиях величину  $\Delta I$  для предприятия можно рассматривать как экономию издержек, что соответствует увеличению прибыли примерно на ту же величину. Тогда  $\mathcal{E}$ , по сути, является обратной сроку окупаемости и интерпретируемой иногда как коэффициент эффективности можно рассматривать как рентабельность на прирост капиталовложений. С другой стороны, известно, что инвестиции будут рациональными, если их рентабельность не ниже процентной банковской ставки реинвестирования. Таким образом, полученный по выражению (152) срок окупаемости надо сравнивать с величиной обратной процентной ставки реинвестирования.

Производя несложные преобразования выражений (151) и (152) с учетом требований (153), можно получить формулу для расчета приведенных затрат:

$$Z_{\text{пр}} = E_{\text{н}} K + I \rightarrow \min, \quad (154)$$

где  $E_{\text{н}}$  – коэффициент эффективности;

$K$  – капиталовложения;

$I$  – годовые эксплуатационные издержки.

Формула приведенных затрат имеет ряд преимуществ перед критерием срока окупаемости:

1. Исключается необходимость ранжирования вариантов по капиталовложениям или издержкам.
2. При близких значениях  $K_1$  и  $K_2$  или  $I_1$  и  $I_2$  получаются более достоверные результаты, т.к. исключаются ошибки, обусловленные свойствами деления.
3. Появляется возможность экономической оптимизации технических параметров на основе определения минимума функциональной зависимости:

$$Z_{\text{пр}}(x) = E_{\text{н}} K(x) + I(x) \rightarrow \min, \quad (155)$$

где  $K(x)$ ,  $I(x)$  – изменение капиталовложений и ежегодных издержек от величины оптимизируемого параметра ( $x$ ).

В условиях рыночной экономики разработаны и широко применяется арсенал других методов оценки эффективности инвестиционных проектов. В частности, оценка общей экономической эффективности может осуществляться с помощью критерия чистой дисконтированной стоимости дохода (ЧДД), на основе которого сравнивается стоимость будущих доходов с размером инвестиций. Чистый дисконтированный доход характеризует интегральный эффект от реализации проекта и определяется как величина, полученная дисконтированием разницы между всеми годовыми оттоками и притоками реальных денег, накапливаемых в течение горизонта расчета проекта:

$$\text{ЧДД} = - \sum_{t=0}^{t=T_{\text{стр}}} \frac{K_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=T_{\text{стр}}}^{t=T_{\text{сл}}} \frac{\Pi_t}{(1+r)^t} \rightarrow \max, \quad (156)$$

где  $K_t$  – капиталовложения в год  $t$ ;

$\Pi_t$  – прибыль в год  $t$ ;

$r$  – ставка дисконтирования;

$T_{\text{стр}}$  – срок строительства;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы оборудования.

Чистый дисконтированный доход определяется как разность с учетом дисконтирования между всеми годовыми оттоками и притоками реальных де-

нег, накапливаемых за срок службы проекта. Часто для расчета ЧДД используется понятие чистого потока реальных денег  $\Pi_t$ , тогда:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{t=T_{\text{сл}}} \frac{\Pi_t}{(1+r)^t} \quad (157)$$

Чистый поток реальных денег можно определить по выражению:

$$\Pi_t = \text{ЧП}_t + I_{\text{ам}t} - I_{\text{фт}t} - K_t - \Delta C_{\text{об}t}, \quad (158)$$

где  $\text{ЧП}_t$  - чистая прибыль в год  $t$ ;

$I_{\text{ам}t}$  - отчисление на амортизацию в год  $t$ ;

$I_{\text{фт}t}$  - финансовые издержки (плата за кредит) в год  $t$ ;

$K_t$  - капиталовложения в год  $t$ ;

$\Delta C_{\text{об}t}$  - прирост оборотных средств в год  $t$ .

Чистая прибыль в год  $t$ :

$$\text{ЧП}_t = \sum P_i Q_{it} - I_t - N_{\text{пр}t}, \quad (159)$$

где  $P_i$  - цена  $i$ -ой продукции;

$Q_{it}$  - объем реализации  $i$ -ой продукции в год  $t$ ;

$I_t$  - суммарные издержки производства в год  $t$ ;

$N_{\text{пр}t}$  - налог на прибыль в год  $t$ .

Суммарные эксплуатационные издержки производства можно определить по экономическим элементам:

$$I_t = I_{\text{ам}} + I_{\text{р}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{пот}} + I_{\text{пр}}, \quad (160)$$

где  $I_{\text{р}}$  - затраты на ремонт и обслуживание;

$I_{\text{зп}}$  - затраты на оплату труда;

$I_{\text{пот}}$  - затраты на сырье (потери энергии);

$I_{\text{пр}}$  - прочие затраты;

$I_{\text{ам}}$  - издержки на амортизацию.

Норма дисконта  $\Gamma$ , как правило, равна фактической банковской процентной ставке по долгосрочным ссудам на рынке капитала. С другой стороны,

норма дисконта  $\Gamma$  по своей сути показывает возможный прирост капитала, равный предполагаемой прибыли инвестора, которую он мог бы получить на ту же сумму капитала, вкладывая его в другие места. Если рассчитанный ЧДД положителен, то прибыльность проекта выше ставки  $\Gamma$ , и для инвестора этот проект является экономически приемлемым, если ЧДД отрицателен, то прибыльность ниже минимального коэффициента  $\Gamma$  и вкладывать деньги в проект становится невыгодным. Норма дисконта зависит от величины инфляции. В этой связи различают реальную и номинальную процентную ставку. Реальная процентная ставка при слабо текущей инфляции представляет собой номинальную ставку за вычетом ожидаемой инфляции, т.е.

$$\Gamma_p = \Gamma_n - \Gamma_{\text{инф}}, \quad (161)$$

где  $\Gamma_n$  - номинальная банковская ставка рефинансирования;

$\Gamma_{\text{инф}}$  - средний процент инфляции.

Внутренняя норма доходности ( $E_{\text{ВН}}$ ) - это то значение нормы дисконта, при котором дисконтированная стоимость инвестиций равна дисконтированной стоимости чистой прибыли, т.е. то значение нормы дисконта, при котором ЧДД равен 0. Эта норма дисконта и есть внутренняя норма доходности. Внутреннюю норму доходности можно найти путем решения уравнения:

$$\sum_{t=0}^{t=T_{\text{стр}}} \frac{K_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=T_{\text{стр}}}^{t=T_{\text{сл}}} \frac{\Pi_t}{(1+r)^t}, \quad (162)$$

где  $r$  является искомой величиной, т.е.  $r = E_{\text{ВН}}$ ;

$T_{\text{стр}}$  - период строительства;

$T_{\text{сл}}$  - расчетное время службы (расчетный период амортизации).

Таким образом, внутренняя норма доходности - это ставка дисконтирования, при которой дисконтированная стоимость притоков реальных денег равна дисконтированной стоимости оттоков. Внутренняя норма рентабельности является удельной характеристикой эффективности вложения средств в конкретный проект. Формально определение  $E_{\text{ВН}}$  заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой сумма притоков денежных средств равна сумме дисконтированных оттоков.

Интерпретационный смысл показателя  $E_{\text{ВН}}$  состоит в определении максимальной ставки платы за привлекаемые источники финансирования проекта, при которой последний остается безубыточным. В случае оценки эффективно-

сти общих инвестиционных затрат, например, это может быть максимальная процентная ставка по кредитам, при оценке эффективности использования собственнo капитала, когда имеет место наибольший уровень дивидендных выплат. С другой стороны, значение  $E_{ВН}$  может трактоваться как нижний гарантированный уровень прибыльности инвестиционных затрат. Если он превышает среднюю стоимость капитала в данном секторе инвестиционной активности и учитывает инвестиционный риск данного проекта, последний может быть рекомендован к реализации.

Критериями принятия решения являются:

- ЧДД  $> 0$ ;
- $E_{ВН} >$  ставки дисконтирования;
- Динамический срок окупаемости должен быть меньше срока службы основного оборудования.

Критерий ЧДД позволяет определить степень достижения цели инвестиций – увеличение стоимости капитала предприятия. Этот показатель обладает условием аддитивности. Кроме этого, особенно важно другое обстоятельство – финансовая реализуемость проекта, то есть, обеспечение такой структуры денежных потоков, при которой имеется достаточное количество денежных средств для осуществления проекта, (денежные притоки покрывают денежные оттоки). Соблюдение этого условия – главное при дефиците финансовых ресурсов и высокой их стоимости. Положительное значение ЧДД подтверждает целесообразность инвестирования денежных средств в проект, а отрицательное, напротив, свидетельствует о неэффективности их использования. Из двух вариантов осуществления проекта должен быть выбран тот, у которого показатель ЧДД будет наибольшим. Так как ЧДД представляет собой сумму нарастающим итогом дисконтированных денежных потоков наличности проекта на каждом расчетном периоде, этот показатель позволяет оценить не только конечный прирост стоимости капитала предприятия, но и проследить за динамикой накопленного дисконтированного сальдо денежной наличности. Даже если конечное абсолютное значение ЧДД проекта положительно (проект эффективен), но в течение одного или нескольких периодов накопленное сальдо остается отрицательным, от реализации такого проекта лучше воздержаться.

Срок окупаемости служит для определения степени рисков реализации проекта и ликвидности инвестиций. Различают простой срок окупаемости и динамический. Простой срок окупаемости проекта - это период времени, по окончании которого чистый объем поступлений (доходов) перекрывает объем инвестиций (расходов) в проект и соответствует периоду, при котором накопительное значение чистого потока наличности изменяется с отрицательного на положительное. Расчет динамического срока окупаемости проекта осуществляется по накопительному дисконтированному чистому потоку наличности. Дис-

континированный срок окупаемости в отличие от простого учитывает стоимость капитала и показывает реальный период окупаемости.

Капитальные вложения в элементы системы электроснабжения могут определяться по укрупненным показателям стоимости с учетом изменения оптовых цен на промышленную продукцию в данный период времени и прил. (1-3).

Ежегодные издержки  $I$ , связанные с эксплуатацией электрооборудования и сетей, определяются как:

$$I = I_{\text{ам}} + I_{\text{экс}} + I_{\text{пот}}, \quad (164),$$

где  $I_{\text{ам}}$  - амортизационные отчисления;

$I_{\text{экс}}$  - эксплуатационные расходы;

$I_{\text{пот}}$  - стоимость потерь электрической энергии.

Составляющие издержек:

$$I_{\text{ам}} = \frac{\alpha_{\text{на}}}{100} K \quad (165)$$

$$I_{\text{экс}} = \frac{\alpha_{\text{экс}}}{100} K \quad (166)$$

$$I_{\text{пот}} = \Delta \mathcal{E}_{\text{год}} \beta_{\text{ср}}, \quad (167)$$

где  $\alpha_{\text{на}}$  - норма амортизационных отчислений, % (прил. 1);

$\alpha_{\text{экс}}$  - норма эксплуатационных расходов, % (прил.1);

$\Delta \mathcal{E}_{\text{год}}$  - годовая величина потерь электроэнергии, кВт.ч.;

$\beta_{\text{ср}}$  - средний тариф платы за кВт.ч., руб./кВт.ч;

$K$  — капиталовложения.

Стоимость воздушной или кабельной линии определяется по удельной стоимости одного км (ВЛ, КЛ), зависящей от напряжения, сечения, материала, климатического района, способа прокладки и других факторов.

В общем виде можно записать:

$$K_{\text{ВЛ,КЛ}} = K_{\text{уд}} l \left( 1 + \sum_{i=1}^S \gamma_i \right), \quad (168)$$

где  $K_{\text{уд}}$  - удельная стоимость (руб./км);

$l$  - длина линии (км);

$\gamma_i$  –  $i$ -тый коэффициент, учитывающей отклонение фактических условий сооружения линии от нормативных;

$S$  – число ЛЭП.

Стоимость трансформаторной подстанции при укрупненных расчетах определяется по формуле:

$$K_{ТП} = K_{\text{пост}} + K_T + K_{\text{ору}} + K_{\text{зру}} + K_{\text{ку}}, \quad (169)$$

где  $K_{\text{пост}}$  - постоянная часть затрат;

$K_T$  - стоимость трансформаторов;

$K_{\text{ору}}$  - стоимость открытого распределительного устройства;

$K_{\text{зру}}$  - стоимость закрытого распределительного устройства;

$K_{\text{ку}}$  - стоимость компенсирующих установок.

Стоимость ОРУ и ЗРУ включает затраты на выключатели, ТТ и ТН, разрядники, шины, силовые и контрольные кабели, приборы и средства автоматизации, а также строительную часть и монтаж.

Постоянная часть затрат  $K_{\text{пост}}$  включает стоимость зданий, оборудования собственного расхода, аккумуляторной, компрессорной, масляного хозяйства, водоснабжения, теплоснабжения и др.

### Стоимость электрической энергии

Все потребители электрической энергии подразделяются на девять тарифных групп:

1-я - промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью 750 кВ·А и выше;

2-я – промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 750 кВ·А;

3-я – бюджетные и прочие;

4-я – производственные сельскохозяйственные потребители;

5-я – электрифицированный железнодорожный транспорт;

6-я - электрифицированный городской транспорт;

7-я – непромышленные потребители;

8-я - население;

9-я – населенные пункты.

За присоединенную мощность принимается мощность трансформаторов, преобразующих энергию на рабочее (непосредственно питающее токоприемники) напряжение независимо от места установки этих трансформаторов и нали-

чия ступеней трансформации между ними и головными трансформаторами. Электродвигатели выше 1000 В включаются в присоединительную мощность без мощности трансформаторов, к которым они присоединены.

Одноставочный тариф на электрическую энергию для потребителей 2-й - 9-й групп состоит из платы за каждый кВтч отпущенной активной электроэнергии. По двухставочным тарифам рассчитываются за потребленную энергию потребители 1-й группы.

При двухставочном тарифе плата  $\Pi_{эл}$  за электрическую энергию состоит из двух частей: платы за заявленную потребителем максимальную мощность  $P_{max}$  (кВт), участвующую в максимуме нагрузки энергосистемы, и платы за отпущенную потребителю активную электроэнергию  $\mathcal{E}$  (кВт.ч).

Заявленная мощность – это наибольшая получасовая мощность, совпадающая по времени с периодом максимальной нагрузки энергосистемы. Таким образом:

$$\Pi_{эл} = aP_{max} + b \cdot \mathcal{E}, \quad (170)$$

где  $a$  – основная ставка за кВт заявленной максимальной мощности, руб./кВт в год;

$b$  - дополнительная ставка за кВтч электроэнергии, учтенной расчетным счетчиком на стороне первичного напряжения головных абонентских трансформаторов, руб./кВт.ч;

$\mathcal{E}$  – отпущенная потребителям активная электроэнергия;

$P_{max}$  — максимальная мощность.

При установке приборов учета на стороне вторичного напряжения дополнительная ставка умножается на коэффициент 1,025, таким образом учитывается стоимость потерь в трансформаторах ГПП.

На предприятии нет различия между стоимостью кВт.ч полезной и потерянной электроэнергии. При проведении технико-экономических расчетов (ТЭР) их стоимости рассчитываются на основе среднего тарифа  $\beta_{ср}$ . Считая максимумы в энергосистеме и на предприятии совпадающими, получим  $\beta_{ср}$ , руб./кВт.ч,

$$\beta_{ср} = \frac{a}{T_{max}} + b, \quad (171)$$

где  $T_{max}$  - время использования максимума нагрузки предприятия, ч/год.

Необходимо также отметить, что время максимальных потерь  $\tau_{max}$  может быть определено на основе  $T_{max}$  по формуле:

$$\tau_{\max} = \left(0,124 + \frac{T_{\max}}{10000}\right)^2 8760 \quad (172)$$

Время использования максимума нагрузки ( $T_{\max}$ ) и время включенного состояния электрооборудования ( $T_{\mathbf{B}}$ ) для промышленных предприятий принимается в зависимости от сменной их работы: при односменной работе  $T_{\max}$  равно от 1500 до 2000 часов, при двухсменной – от 2500 до 4000, при трехсменной – от 4500 до 6000, при непрерывной – от 6500 до 8000 часов.  $T_{\mathbf{B}}$  соответственно имеет следующие значения: 2000, 4000, 8000, 8700 часов (в прил. 2 приведены значения  $T_{\max}$  по отраслям промышленности).

### *Список используемой литературы*

- Падалко Л.П., Пекелис Г.Б. Экономика электроэнергетических систем: Учебное пособие для энергетических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высш. шк., 1985.- 336с.
- Падалко Л.П., Пекелис Г.Б. Сборник задач по экономике энергетики: Учебное пособие для энергетических специальностей вузов. – Мн.: Высш. шк., 1989.- 192с.
- Зайцев Н.Л. Экономика организации: Учебник для вузов. – Мн.: Высш. шк., 2001. – 634с.
- Мелехин В.Т. Основы управления и эффективность промышленной энергетики. – Л.: ЭНЕРГИЯ, 1976.
- Некрасов А.С., Синяк И.В. Управление энергетикой предприятия. – М.: ЭНЕРГИЯ, 1979.
- Багиев Г.Л., и др. Организация и планирование энергохозяйств промышленных предприятий. - Л.: ЭНЕРГИЯ, 1977.
- Основные положения в нормировании расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве. – М.: АтомИздат, 1980.
- Чернухин А.А., Флаксерман Ю.Н. Экономика энергетики СССР: Учебное пособие. –М.: Энергоатомиздат, 1985.- 373с.
- Шишков А.Н. и др. Экономика энергетики СССР: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1989. - 258с.
- Синягин Н.Н. и др. Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1978.
- Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов. / Под ред. Д.Б. Вольфберга. – М.: ЭнергоАтомИздат, 1983.