

УД (2) 305.851.6

Э40

Экономическое обоснование проектных решений

ПОСОБИЕ
ДЛЯ
КОНСТРУКТОРА-
СУДОСТРОИТЕЛЯ

Справочник



ЛЕНИНГРАД
„СУДОСТРОЕНИЕ“
1980



Авторы Н. Н. Третьяков, Н. П. Любушкин, В. А. Буруля, А. Ф. Иконников
Рецензенты канд. техн. наук М. К. Глазман, канд. техн. наук В. П. Соловьев

340 Экономические обоснования проектных решений: Справочник/Н. Н. Третьяков, Н. П. Любушкин, В. А. Буруля, А. Ф. Иконников; Под общ. ред. Н. П. Любушкина. — Л.: Судостроение, 1990. — 216 с., ил.
ISBN 5-7355-0077-5

Изложены правила, приемы и методы экономического обоснования, используемые в процессе проектирования судна. В систематизированной, доступной форме представлены общие методологии экономического обоснования проектных решений, показаны закономерности изменения экономической эффективности (в основном на примере марша судов), приведены расчеты экономической результативности частных технических решений. Для специалистов, занимающихся вопросами проектирования, постройки и эксплуатации судов, а также для студентов старших курсов кораблестроительных вузов.

735500-00 3-89
048(0)-90

ИСК 39-01

© Н. Н. Третьяков,
Н. П. Любушкин,
В. А. Буруля,
А. Ф. Иконников, 1990

| | |
|---|----|
| Предисловие | 7 |
| Список сокращенных обозначений и аббревиатур | 9 |
| Глава 1. Теория и методы экономического обоснования проектных решений | 11 |
| 1.1. Разносторонний выбор целей, концепций и аспектов в обосновании при проектировании судна | 11 |
| 1.1.1. Табличные аспекты и недостатки экономического обоснования (11). 1.1.2. Составление экономической результативности новой техники (судна) (17). 1.1.3. Противоречивость экономических целей и критериев на протяжении жизненного цикла судна (18). | |
| 1.2. Состав и содержания системы экономического проектирования | 19 |
| 1.2.1. Подсистема ориентировок и отработки структур, классификаций, правил (19). 1.2.2. Расчетно-аналитическая и оценочная подсистема обоснования (22). 1.2.3. Подсистема организационно-информационного обеспечения (24). | |
| 1.3. Неразрывный эффект экономической эффективности от постройки и эксплуатации нового судна | 25 |
| 1.3.1. Оценка экономической эффективности судов по критерию затрат (26). 1.3.2. Условие сопоставимости затрат и расчета сравнительного экономического эффекта при параллельной эксплуатации (31). 1.3.4. Расчет экономического эффекта при результативной конкуренции (36). | |
| 1.4. Оценка эффективности проектных решений | 36 |
| 1.4.1. Типологические показатели эффективности проектных решений (37). 1.4.2. Экономические показатели эффективности проектных решений (38). 1.4.3. Социально-экологические показатели (38). | |
| Глава 2. Методы расчета затрат и оценки результатов при постройке судов | 39 |
| 2.1. Принципы ценообразования и метод цен, ретранслируемые на суда | 39 |
| 2.1.1. Проектная стоимость (39). 2.1.2. Лимитная цена (39). 2.1.3. Договорная отпускная цена (40). 2.1.4. Переоценочная отпускная цена (40). | |
| 2.2. Расчет цен на суда с использованием методов параметрического ценообразования | 42 |
| 2.2.1. Метод удаленных показателей (42). 2.2.2. Балловый метод (43). 2.2.3. Мультисрезовое моделирование (43). Агрегатный метод (43). | |

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 2.3. | Расчет цен на суда по калькуляционным способам расценок | 44 |
| 2.3.1. | Номенклатура и структура калькуляционных статей расценок (44). 2.3.2. Содержание и расчет калькуляционных статей расценок (44). 2.3.3. Расчет цен на основе калькуляционных статей расценок (52). | |
| 3.4. | Расчет цен на суда по группам конструктивной разбивки | 53 |
| 3.4.1. | Номенклатура групп конструктивной разбивки и их условное значение в цене судна (54). 3.4.2. Расчет цен по группам конструктивной разбивки (55). 3.4.3. Расчет цен судна на основе цен групп конструктивной разбивки (55). | |
| 2.5. | Оценка результатов при постройке судна | 56 |
| 2.5.1. | Влияние процесса постройки судна на экономические показатели работы предпринимателя (56). 2.5.2. Влияние цены судна на экономический эффект (58). 2.5.3. Тенденция изменения цен на суда (59). | 56 |
| Глава 3. | Расчет затрат и оценка результатов эксплуатации судов | 61 |
| 3.1. | Расчет эксплуатационных затрат по судам | 61 |
| 3.1.1. | Номенклатура эксплуатационных статей расходов (61). 3.1.2. Содержание и расчет эксплуатационных расходов судна (63). | |
| 3.2. | Оценка результатов работы судна | 69 |
| 3.2.1. | Номенклатура показателей анализа эффективности работы судна (69). 3.2.2. Содержание и расчет эксплуатационных показателей эффективности работы судна (69). 3.2.3. Влияние коэффициента эксплуатационных затрат (цены и расход топлива) на экономический эффект (71). | |
| 3.3. | Соотношение затрат и результатов по старым „железного цинка“ судам | 72 |
| Глава 4. | Экономический анализ конструкций корпусов судов | 73 |
| 4.1. | Выбор узлов корпуса судна | 73 |
| 4.1.1. | Критерии сопоставления (76). 4.1.2. Конструкция вертикального киля и шпангоута (79). 4.1.3. Угол перегиба киля: бокового направления и поперечных килей (80). | |
| 4.2. | Выбор формы корпуса судна | 82 |
| 4.2.1. | Длина цилиндрической вставки (80). 4.2.2. Полюс днища (86). 4.2.3. Форма скулового соединения (86). 4.2.4. Форма поверхности корпусных конструкций (86). | |
| 4.3. | Металлоемкость судов и на экономическая эффективность | 89 |
| 4.3.1. | Экономическая эффективность мероприятий, связанных с изменением массы, цены материалов и ценовой оценки судна (90). 4.3.2. Металлоемкость корпусных конструкций, затрат на ремонт и экономическая эффективность судна (92). 4.3.3. Тенденция изменения металлоемкости судов (96). | |
| 4.4. | Предельная стандартизация корпусных конструкций | 100 |
| 4.4.1. | Уравнение „длина и узлы“ (100). 4.4.2. Уравнение „длина и блок“ (102). 4.4.3. Уравнение „длина судна“ (104). | |
| 4.5. | Эффективность комплексной стандартизации в судостроительстве | |
| 4.5.1. | Визуальное вычитка (104). 4.5.2. Производительность труда (105). 4.5.3. Организация производства (105). 4.5.4. Эффективность использования модульного принципа постройки судна (106). | |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| Глава 5. | Экономический анализ судовых энергетических установок и их элементов | 107 |
| 5.1. | Обобщение, состав и содержание технико-экономического анализа при проектировании СЭУ и их элементов | 107 |
| 5.1.1. | Состав технико-экономического анализа (108). 5.1.2. Содержание технико-экономического анализа (109). | |
| 5.2. | Оценка качества элементов по составу СЭУ | 111 |
| 5.2.1. | Состав капитальных вложений (111). 5.2.2. Расчет прямых капитальных вложений (111). 5.2.3. Использование относительной формы зависимости затрат от технико-эксплуатационных параметров СЭУ (112). | |
| 5.3. | Оценка затрат на создание СЭУ и их элементов на рынке судных простроений | 115 |
| 5.3.1. | Общие положения (116). 5.3.2. Результаты оценки затрат на создание СЭУ и их элементов (117). | |
| 5.4. | Расширение экономического расчета на рынок судных простроений СЭУ и их элементов | 120 |
| 5.4.1. | Обобщенное выражение габаритного двигателя для ДЭУ мультисекционного типа (120). 5.4.2. Обобщенное выражение мощности СЭУ при модернизации (124). 5.4.3. Обобщенное выражение цены СЭУ (124). 5.4.4. Обобщенное выражение скорости (125). 5.4.5. Обобщенное выражение зависимости цены судна от цены СЭУ (128). | |
| Глава 6. | Экономический анализ средств автоматизации СЭУ | 140 |
| 6.1. | Общие положения | 140 |
| 6.2. | Влияние автоматизации на изменение эксплуатационных расходов и цены судна | 141 |
| 6.2.1. | Изменение затрат на содержание экипажа (140). 6.2.2. Изменение расходов на топливо (142). 6.2.3. Увеличение ущерба от отказа элементов автоматизации и системы в целом (142). 6.2.4. Изменение расходов на модернизацию, текущий ремонт и обслуживание (143). 6.2.5. Изменение цены судна (143). | |
| 6.3. | Расчет экономической эффективности автоматизации СЭУ | |
| 6.3.1. | Эффективность внедрения элементов автоматизации на танкере класса 1500 (143). 6.3.2. Определение экономической эффективности автоматизации на БМРТ (146). | |
| Глава 7. | Использование ЭВМ при обосновании эффективности проектных решений | 149 |
| 7.1. | Использование ЭВМ в технико-экономическом обосновании новых судов и их элементов | 149 |
| 7.1.1. | Подготовка исходных данных для расчета эффективности проектных решений применительно к морским транспортным судам (153). 7.1.2. Расчет эффективности проектных решений применительно к морским транспортным судам (158). | |
| 7.2. | Использование ЭВМ в технико-экономическом обосновании транспортных судов с плавающим оборудованием | 158 |
| 7.3. | Возможности изменения основных параметров судов при плавающей надстройке | 166 |
| Глава 8. | Повышение экономической эффективности проектных решений | 167 |
| 8.1. | Обеспечение технико-экономической эффективности | 167 |

| | |
|--|--|
| 8.1.1. Оценка технологичности изделий (168). 8.1.2. Выбор метода расчета показателей оценки технологичности (171). 8.1.3. Организационное обеспечение работ по обработке изделий на технологичность (175). | |
| 8.2. Функционально-стоимостный анализ при проектировании изделий 175 | |
| 8.2.1. Методика проведения функционально-стоимостного анализа (177). 8.2.2. Организационное обеспечение работ по ФСА (178). 8.2.3. Использование функционального подхода при проектировании корпусных конструкций (179). | |
| 8.3. Эффективность мероприятий, направленных на сокращение длительности цикла постройки судна 180 | |
| 8.3.1. Длительный цикл судна в эксплуатации (180). 8.3.2. Выявление резервов увеличения фонда судостроительного предприятия (182). 8.3.3. Связанные координаты расхода судостроительного предприятия (182). | |
| 8.4. Эффективность решений, направленных на повышение надежности судна 182 | |
| 8.4.1. Показатели оценки надежности судна (183). 8.4.2. Учет надежности судна в расчетах экономической эффективности (183). | |
| Приложение. Нормативно-справочный материал, необходимый для расчетов 186 | |
| Список литературы 185 | |
| Предметный указатель 219 | |

В условиях развития качественного роста и самофинансирования качественные экономические обоснования принимаемых решений — одно из основных условий эффективной работы предприятий. Технические решения в процессе проектирования судна определяют технологично изготовляемая конструкция, организацию производства, себестоимость судна, а в конечном счете прибыль предприятия судна и эксплуатационников. Конструктор должен знать взаимосвязи между конструкцией, технологией ее изготовления, ценой и эксплуатационными расходами, чтобы проектировать суда, экономически результативные на всех стадиях их „жизненного цикла“.

Современная литература по рассматриваемому комплексу вопросов оказывает оценку эффективности решений, принимаемых на ранних стадиях проектирования (В. И. Краев, А. А. Нарубаев, В. М. Панин), экономический анализ при постройке (Р. М. Петухов, Л. Б. Брехлев, М. К. Глазман) и эксплуатации судов (М. К. Бейлин, А. М. Давыткин). В настоящей работе рассмотрена оценка эффективности решения, принимаемых на стадии эскизного, а в основном на стадии технического проектирования, т. е. вопросы, связанные с обоснованием технических решений не только по судну в целом, но и по отдельным конструктивным группам и элементам.

Авторы исходили из того, что расчет экономического эффекта не является достоянием свидетелем восторженной экономической обработки журналов. В этой связи показан весь комплекс вопросов, которые необходимо оказывать при экономических обоснованиях, рассмотрена система экономического проектирования, которая направлена на повышение действенности расчетно-экономического инструментарию проектирования.

Пособие адресуется инженерам-конструкторам, поэтому в нем подробно рассмотрены вопросы, связанные с теорией оценки экономической эффективности, с расчетом затрат на постройку и при эксплуатации судна, показаны примеры оценки эффективности принимаемых решений, приведены зависимости, позволяющие нести с использованием пофакторного метода экспресс-анализ эффективности предлагаемых решений.

ГТЗА — главный турбоузелный агрегат
ГЭУ — главная энергетическая установка
ДВС — двигатель внутреннего сгорания
ДГ — дизель-генератор
ДРА — дизель-редукторный агрегат
ДЭУ — дизель-энергетическая установка
КО — конструктивный объект
КПД — коэффициент полезного действия
МКФ — машино-капиталовое строительство
ММФ — министерство морского флота
ИОР — научно-исследовательская работа
НТП — научно-технический прогресс
ПО — проектно-техническое объединение

САПР — среда автоматного проектного планирования
САПР — система автоматизированного проектирования
СДУ — судовая дизельная установка
СЭУ — судовая энергетическая установка
ТЭА — теплоэнергетический анализ
ТЭП — технико-экономический показатель
УК — утилизационный котел
УПР — утилизационный парогенератор
ФМСР — функциональная модель судового технического анализа
ФСА — функционально-стоимостный анализ
УМБ — частная валютная выручка
ЭУ — энергетическая установка

1.1. Разрешительный выбор целей, концепций и акцентов в обоснованиях при проектировании судов

Суда относятся к сложным инженерным объектам, процесс проектирования которых состоит из ряда последовательных приближений, направленных на удовлетворение требований технической задачи. На различных стадиях разработки проекта определяются и уточняются размерения судна, форма корпуса и его конструкция, тип энергетической установки (ЭУ), ее мощность и т. д. Задача проектирования заключается в том, чтобы надлежащим выбором этих и других параметров проектирования удовлетворить критериям развития судна как технической системы. К числу таких критериев относятся следующие: функциональные, технологические, экономические и антропологические [85, С. 61].

Экономические критерии (цена судна, экономический эффект от эксплуатации, себестоимость перевозок и др.) характеризуют экономическую целесообразность принимаемых проектных решений, направленных на реализацию функционального назначения судна.

1.1.1. Типичные ошибки и недостатки экономических обоснований. Они группируются следующим образом:

- 1) недостаточность обоснований;
- 2) наличие специфики проявления экономических законов и закономерностей развития новой техники¹;
- 3) недостаточный учет условий изготовления и эксплуатации судов;
- 4) отсутствие знаний экономических правил и принципов построения экономических конструкций.

Недостаточность обоснований. Существующие методики экономической эффективности содержание обоснований сводит главным образом к численности экономического эффекта. При этом в расчетах используются суммарные затраты по судну либо держателю как на стадии постройки, так и при эксплуатации. В таких обоснованиях упускаются ответы на следующие вопросы: действительно ли и насколько экономически конкурентоспособен предлагаемый вариант,

¹ Поскольку мнение политиков, технологов, методик и рекомендаций распространяется не только на новые формирующиеся, но и на старые суда и технику, но и на любые новые проекты и модели, в обосновании должны применяться общие положения.

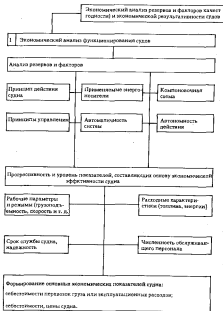
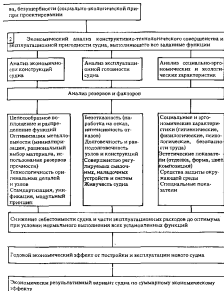
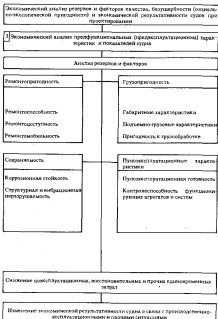


Рис. 1.1. Содержание и направление комплексного экономического анализа



судья при проектировании



Продолжение рис. 1.1.

все ли внутренние резервы конструкций по запасам прочности, выносливости, по уровню стандартизации и т. д. использованы, выгоден ли предлагаемый вариант заводу-изготовителю, предпринимателю-эксплуатационнику, потребителю и т. д.? Вследствие этого проектируемая техника оказывается не проработанной экономически.

В жестких экономических условиях производственного хозяйствования (при ограничении импорта, самофинансирования, дефицитности ресурсов и т. д.) становится необходимой проработка при проектировании совокупности основных экономических характеристик (см. п. 1.1.2). Содержание и направления подобного экономического анализа при проектировании судна приведены на рис. 1.1.

Если судить о глубине и тщательности экономических обоснований по расходам, связанным с этой работой, то при тенденции постоянного увеличения затрат на проектирование судов доля расходов, связанная с экономическими обоснованными проектными решениями, остается низкой — не более 3% общей стоимости проекта, а во время как в зарубежной практике она достигает 30%.

Современные методики определения экономической эффективности новой техники не раскрывают для проектировщиков взаимосвязей экономических показателей, не показывают рациональные методы экономических расчетов, практически ничего не говорят разработчикам о многих сторонах процедуры выполнения обоснований. В них, например, нет информации о соблюдении некоторых обязательных последовательностей построения цепочки обоснований в процессе проектирования, о ситуационных расчетах на «жизненном цикле» проектируемой техники, о гарантийных расчетах, подтверждающих эффективность этой техники.

Во последнее время подавляющее большинство специалистов КБ, ЦКБ, НИИ и т. д., создавая и обосновывая те или иные виды техники, придерживаются традиционной и устаревшей последовательности обоснований $K-T-Z$, где K — конструкция и ее технические параметры, T — технология изготовления конструкции, Z — полученный экономический результат. Необходимо вести обоснования наоборот, начиная проектирование с предельных экономических показателей и создавая инженерные объекты, удовлетворяющие им. Последовательность цепочки должна быть такой: $Z_{np} \rightarrow K \rightarrow T$, где Z_{np} — предварительно заданные нужные конечные предельные характеристики, например лимитная цена. Только проектируя в такой последовательности и соответственно формируя конструкции и производство, можно создавать экономически конкурентоспособную технику, в том числе на мировом рынке. В различных странах такой подход к транспортной технике известен давно.

Например, в стандартной форме «Ford Motor Corporation» (США) на грузовые автомобили предусматривает такой показатель, как грузоподъемность на единицу затрат, а в нормативах, регламентирующих качество топлива, — удельная эксплуатация на 1 г-часов [10]. В данном случае проектировщик, создавая новую технику, сразу ориентируется на экономические показатели.

Незнание специфики проявления экономических законов развития техники. Методики оценки экономической эффективности новой техники не отражают специфику проявления экономических законов и характерные особенности экономических обоснований, при проведении которых следует учитывать, что они проводятся в условиях действия товарно-денежных отношений и через людей. Интересы людей и предприятий влияют на принимаемое проектное решение через их производственно-хозяйственную деятельность.

Экономические законы и закономерности в отличие от технических нормы и правил проектирования проявляются к тому же в среднем, в тенденции. «Экономическая наука, есть наука о тенденциях», — говорил В. И. Ленин [1, С. 188]. Более того, экономические показатели, например, цена, себестоимость, прибыль и др., не материализуются, что создает сложности с оценкой достоверности их вычисления и контроля.

Недостаточный учет условий изготовления и эксплуатации новой техники. Экономические показатели в отличие от технических для одних и тех же конструкций (деталей, узлов, агрегатов, изделий) могут различаться в несколько раз, поскольку они зависят не только от конструктивно-технологических параметров изделий, но и от особенностей производства, его типа, вида заготовок, примененного оборудования и т. д.

Например, закупка технологического оборудования изменяет расходы на содержание и эксплуатацию оборудования в 5 раз (см. рис. 8.3). Таким образом, калькулирование себестоимости изделий, а расчет косвенных расходов (см. п. 2.3.3), без учета удельной нормы без учета удельной и объемной производств. Это является одной из причин отсутствия достоверных экономических норм и нормативов общепромышленного и отраслевого назначения.

Отсутствие знаний экономических правил и принципов построения экономических конструкций. Существует экономические правила и принципы построения экономических конструкций, которые следует применять в процессе проектирования новой техники. К ним относятся, например, принцип концентрации единичной мощности и водоразмещения судов, позволяющий снизить затраты на создание и эксплуатацию судов в расчете на единицу перевозимого груза, или правила соблюдения пропорций между ростом цен, эксплуатационных расходов и целевой отдачи судна.

Без применения специальных методов поиска лучших с экономической точки зрения инженерных решений нельзя спроектировать оптимальный вариант конструкции. К числу таких методов относятся функционально-стоимостный анализ (см. п. 8.3), достаточно хорошо зарекомендовавший себя и отечественной и зарубежной практике, анализ качества изделий с использованием альтернативной сетевой модели (см. п. 8.2.1) и др.

Недостатки экономических обоснований проявляются, например, в отсутствии достоверности определения цены судна, что показано в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Выявление сомнительной цены судна по стандартам проектирования [8, С. 56]

| Страна | Цена, тыс. руб. | | |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------|
| | Среднегодовой темп роста цены 50% | Инфляция за период 1953 | Калькуляция * |
| Обоснование | 485—519 | 820 | — |
| Технический проект | 796 | 1440 | 417,7 |
| Фактически | 1108 | 2388 | 977 |

Таким образом, следует чаще задействовать методики оценки экономической эффективности, в том числе и с определением экономического эффекта. Однако нужно отметить, что этих методов недостаточно и в совокупности они не позволяют провести всесторонний экономический анализ проектируемых изделий.

1.1.3. Составление экономической результативности новой техники (судна). Экономическая результативность нового судна (обобщенная конечная совокупная характеристика) может быть представлена совокупностью составляющими: экономической конкурентоспособностью по целевым результатам; экономической оптимальностью на всех этапах «жизненного цикла»; экономической безубыточностью (социально-экономической пригодностью); экономической эффективностью.

Содержание составляющих экономической результативности техники и условия их реализации представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Составление экономической результативности нового судна (суперархитектурный экономический эффект)

| Экономическая конкурентоспособность | Экономическая оптимальность | Экономическая безубыточность | Экономическая эффективность |
|---|---|--|--|
| Конкурентоспособность варианта по удельной и совокупной экономической отдаче | Экономическая выгода на всех этапах «жизненного цикла» для изготовления, эксплуатации, обслуживания, проектирования, ремонта | Экономическая безубыточность варианта по воздействию на общую сумму затрат и разрывные формы народного хозяйства | Применение нового варианта по совокупному эффекту. Приемлемость затрат и расходов, заложенных в условиях гарантированной экономической эффективности |
| Обеспечивается конкурентоспособность изделия, учетом динамики НТП и соотношения с иными уровнями академических параметров | Возможна при тщательном экономическом анализе проектных ситуаций в процессе изготовления, эксплуатации, ремонта и обслуживания затратного эффекта в разных сферах | Возможна при объективном анализе, оценке и включении потерь экологического характера, обобщенных патентных затрат и средств нацели | Устанавливается на основе достоверной обоснованной, примененных алгоритмов, нормативов и т.п. |

1.1.3. Прогнозность экономических целей и критериев их достижения „жизненного цикла“ судна. В процессе технико-экономических обоснований следует учитывать, что при проектировании, постройке и эксплуатации судна перед специалистами стоят свои конкретные, нередко противоречивые, экономические цели и критерии. Каждое предприятие-участник при новом механизме хозяйствования, в условиях хозрасчета и самофинансирования стремится получить в процессе своей деятельности наибольшую прибыль. Прибыль предприятия – строителя судна тем больше, чем выше его цена (см. п. 2.3.3). Прибыль судовладельцев растет при снижении эксплуатационных расходов, на которые существенно влияние оказывает цена судна, т. е. они заинтересованы в снижении цен на суда и выполнении следующих условий:

$$\Pi + P_{эк} T_{сж} = \min, \quad (1.1)$$

где Π – цена судна; $P_{эк}$ – годовые эксплуатационные расходы, включающие амортизационные отчисления, зависящие от цены судна; $T_{сж}$ – срок службы судна. В формуле (1.1) для простоты опущены корректирующие коэффициенты: одновременность затрат и др.

Нарядное хозяйство заинтересовано в том, чтобы работа, услуга, получаемые с помощью нового судна, были дешевле, что правомерно при следующей зависимости:

$$\hat{Z}_1 \geq \hat{Z}_2 = \frac{\Pi + P_{эк} T_{сж}}{BT_{сж} \alpha} = \min. \quad (1.2)$$

Здесь \hat{Z}_1 и \hat{Z}_2 – удельные совокупные затраты за срок службы базового и нового судна; B – условной объем работы, выполненной судном (индекс отдачи судна); α – коэффициент, учитывающий качественное состояние конечной продукции – судна, либо работу, выполняемую новым судном. В дальнейшем вложение индекса „1“ относится к базовому варианту, индекс „2“ – к проектируемому.

Может быть применена и обратная зависимость, характеризующая результативность нового судна:

$$\hat{P}_{рез,1} < \hat{P}_{рез,2} = \frac{BT_{сж} \alpha}{\Pi + P_{эк} T_{сж}} = \max, \quad (1.3)$$

где $\hat{P}_{рез,1}$ и $\hat{P}_{рез,2}$ – удельная результативность базового и нового судна по совокупности затрат.

Таким образом, нужно руководствоваться следующим:

1) удельные совокупные затраты для нового судна должны задаться предварительно. Судно должно проектироваться таким образом, чтобы эти удельные затраты (удельная результативность) выдерживались или улучшались в соответствии с условием $Z_{пр} = K - T$ (см. п. 1.1.1);

2) при проектировании необходимо стремиться к тому, чтобы лимитная (предельная) цена судна не была превышена, поскольку обществу небезразличны масштабы затрат, связанные с данным судном;

3) в настоящее время не только технико-эксплуатационные параметры нового судна являются целью проектирования, но и „жизнеспособность“ судна в „экономическом море“ цен, затрат, прибыли и доходов.

Существующая система экономических расчетов не ориентирована на переход к проектированию по заданным экономическим показателям.

В максимальной степени реализовать поставленные цели (см. п. 1.1.3) и избежать типичных ошибок при технико-экономических обоснованиях (см. п. 1.1.1) поможет же сочетание разработанных методов, а единая система экономического проектирования.

1.2. Состав и содержание системы экономического проектирования

Система экономического проектирования изделий – это специальный расчетно-аналитический инструментарий, применение которого, связанное с максимальным учетом и использованием экономических законов, обеспечивает достижение наилучших экономических результатов. Этот инструментарий представляет собой совокупность экономических правил, требований, критериев, методов и подходов, в также расчетно-вычислительных алгоритмов, применение которых в виде целевой системы может гарантировать экономическую результативность разрабатываемой техники.

Экономическое проектирование как система углубляет, расширяет и делает более действительными экономические обоснования, придает им новое качественное состояние.

Выделение экономического проектирования правомерно в общем плане создания судна, так как оно ставит своей целью сделать проектный объект наиболее экономически результативным. Данная система имеет свои направления и подсистемы расчетно-аналитических обоснований (рис. 1.2).

1.2.1. Подсистема проектирующих и отгнанных структур, классификаций, правил. Подсистема должна включать следующие связанные между собой элементы:

- 1) алгоритм проведения экономических обоснований;
- 2) подсистему отгнанных классификаций, структур и принципов, обеспечивающую целевую ориентацию на достижение заданных показателей качества и технико-экономического уровня судов;
- 3) правила, подходы, методы, позволяющие осуществить экономическое проектирование на научной основе.

Алгоритмы проведения экономических обоснований. Проектирование судна осуществляется с помощью специально

экономичность; она находит отражение в карте Технического уровня и качества судна, выполняемой в составе Технического проекта.

Методы оценки технического уровня и качества судов изложены в работах [44, 59]. Интегральный показатель качества судна в соответствии с ГОСТ 15467-79 — это количественная характеристика, определяемая как отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации судна к суммарным затратам на его постройку и эксплуатацию. Перспективным является подход, при котором интегральный показатель качества судна представляется в виде «дерева» его свойств, отображенного на рис. 1.3 [105, С. 21]. Вместе с тем следует отметить, что целесообразнее выделять интегральный показатель совершенства судна, включающий помимо упомянутого социально-экологическую безвредность судна (см. п. 1.2.2) и его экономическую результативность.

Использование в расчетах интегрального показателя качества судна в виде «дерева» свойств позволяет количественно установить качественную интегральный показатель качества судна и выбрать из предметного ряда судов наиболее эффективное судно. «Дерево» свойств определяет также всю последовательность операций при оценке качества судна, т. е. является по сути алгоритмом расчета.

Методы оценки качества приводятся в ГОСТ 22732-77. Для вычисления отдельных показателей используется экспертный или стоимостный метод оценки, а также метод регрессионных зависимостей и эквивалентных соотношений (ГОСТ 24294-80).

Правила, подходы, методы. В совокупности они позволяют осуществлять экономическое проектирование на научной основе. В качестве главного метода преимущественно используется сравнительный анализ на основе прототипа. Отраслевыми инструкциями регламентирован расчет себестоимости продукции, цен на суда, эксплуатационных расходов, экономической эффективности [36, 79, 81].

1.2.2. Расчетно-аналитическая и оценочная подсистемы обоснований. Подсистемы должны обеспечивать проведение следующих обоснований судна:

- 1) как носителя лучших целевых функций;
- 2) как объекта изготовления;
- 3) как объекта эксплуатации;
- 4) расширяющие воздействие судна на окружающую среду (безвредность);
- 5) итоговые оценки.

Обоснование судна как носителя лучших целевых функций. На основе анализа динамики научно-технического прогресса устанавливается значение предельных затрат на единицу транспортной работы и исходя из этого — предельные затраты на стадии постройки и эксплуатации судна. Эти обоснования проводятся на стадии технического предложения и относятся к поисково-выработочной стадии экономического проектирования, состав работ которой приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Система поисково-выработочной стадии экономического проектирования

| Качество-адапция подсистема | Проективно-технологическая подсистема |
|---|---|
| Установление исходного уровня параметров и показателей как отправной прикладной разработки совершенного судна. Принятие исходных значений показателей и параметров судна, формулировка его эффективности. | Систематизированный планк функционально-проектировочных и экономических проектировочных типов судна. Поиск конструктивно-архитектурного типа судна. Формирование экономической целесообразности общепроjectивных решений. Экономический поиск рационального взаимодействия судна с транспортной системой и окружающей средой. |
| Введение предельно ограничивающих экономических показателей (предельная цена, Нормы затрат), обеспечивающая экономическую оптимальность судна. Установление необходимых значений целевых экономических показателей судна. | |

Обоснование судна как объекта изготовления. Исходя из предельного уровня затрат определяется проектная стоимость судна, трудоемкость постройки, а также ее на экономические показатели завода-строителя. Особое значение приобретает вопрос обеспечения технологичности изготавливаемых конструкций (см. п. 3.1). Приводимые обоснования относятся к отработочно-дизайновой стадии экономического проектирования (табл. 1.4).

Таблица 1.4. Система отработочно-дизайновой стадии экономического проектирования

| Аналитическая-оценочная подсистема | Корректирующая-проектировочная подсистема |
|---|---|
| Максимальное использование ресурсов конструкций судна и наиболее полное расширение народнохозяйственных ресурсов. | Доработка конструкций судна, способствуемая увеличению и эффективности ее освоения в производстве и эксплуатации. |
| Целевые значения экономического расширения в конструкции ресурсов (металла, запаса и т. д.). | Доработка судна, как объекта, минимизирующего экономические результаты производственно-хозяйственной деятельности судостроительного предприятия и суда в целом. |
| Анализ составляющих экономического эффекта от постройки и эксплуатации судна. | Экономическая доработка судна с учетом вновь введенных конструкций и изменений в процессе доработки улова и агрегатов. |

Обоснование судна как объекта эксплуатации. На основе системы отраслевых классификаций и структур, предельного уровня затрат, принятых проектных решений устанавливаются эксплуатационно-экономические показатели судна. Оцениваются затраты,

связанные с эксплуатацией судна, поддержанием его в работоспособном состоянии, достижением нужных экономических результатов. Обоснования относятся к оборотно-зачетной стадии экономического проектирования.

Обоснования, раскрывающие воздействие судна на окружающую среду (экономическую безубыточность). Обоснования раскрывают экологические, социальные, эргономические и другие аспекты взаимодействия судна с окружающей средой. При этом выделяются источники экономии дефицитных народнохозяйственных ресурсов. Эти обоснования должны вестись на всех стадиях проектирования.

Итоговые оценки. На основании расчетов, сопровождавших обоснования, с учетом изменений вследствие допущенных и корректировочных доработок на разных стадиях проектирования оцениваются экономический эффект и другие показатели эффективности, технический уровень и другие качества судна, приводятся ситуационно-экономические справки при изменении условий постройки и эксплуатации судна, осуществляются гарантийно-поддерживающие расчеты по экономической результативности судна.

Расчеты относятся к оценочно-поддерживающей стадии проектирования (разработка технического проекта и рабочей проектной документации) (табл. 1.5).

Таблица 1.5. Состав оценочно-поддерживающей стадии экономического проектирования

| Оценочная составляющая | Гарантийно-поддерживающая составляющая |
|--|--|
| Оценка в целом и дифференциально-контрастно экономического преимущества нового судна | Установление достоверности, предельно возможной и вероятности получения экономических результатов в гарантированной зоне эффективности |
| Дифференцированная оценка справедливости и экономичности преимуществ по отдельным параметрам | Нахождение границ гарантированной эффективности судна |
| Коллективная оценка, интереса различия характеристик надежности нового судна | Определение степени достоверности и вероятности достижения планируемых экономических показателей |

1.2.3. Система организационно-информационного обеспечения.

В подсистему входят:

- 1) информационное обеспечение проекта;
- 2) совокупность нормативно-организующих структур;
- 3) подразделения, участвующие в экономическом проектировании.

Информационное обеспечение проекта. Для экономических обоснований необходимо большое количество информации: сведения о ценах и тарифах, нормах и нормативных затратах, фактические расходы и затраты, динамика затрат, удельные затраты и пр.

Это предъявляет высокие требования к формированию такой структуры данных.

Совокупность нормативно-организующих структур. Подобие структуры обеспечивает рациональную организацию и ход процесса экономического проектирования в различных аспектах (порядок проведения, исполнители, документация и т. д.). Необходимость вызвана тем, что технически и даже внешне-оформительские проектные работы детально регламентированы системой чертежного хозяйства, ГОСТами, различными руководящими материалами, выполняемые в проектах экономические обоснования не регламентированы.

Из-за неразработанности на предприятиях отсутствуют стандарты на экономические обоснования. Вследствие этого на разных предприятиях экономические разделы проектов судов и оборудования прорабатываются с различными степенями детализации и полноты.

В целом система экономического проектирования направлена на повышение действенности расчетно-экономического инструментария проектирования. Она создает возможности для более глубокого обоснования и расчетов по таким вопросам, которые в настоящее время оказываются в какой-то степени обделены в проектных разработках. И несмотря на то, что отдельные элементы рассмотренной системы действенны, нельзя пока утверждать, что применяется система в целом.

1.3. Народнохозяйственный экономический эффект от постройки и эксплуатации нового судна

Для определения народнохозяйственного экономического эффекта от постройки и эксплуатации нового судна необходимы [65]:

- a) оценка эффективности нового судна с учетом условий эксплуатации и всех позитивных (а также негативных, если они имеют место) результатов эксплуатации судна, происходящих в других сферах народного хозяйства, включая социальную, экологическую, внешне-экономическую сферы, т. е. с учетом так называемого экстраплатевого эффекта.

Например, анализ вклада речного транспорта в обороты Золотого-Сибирского нефтяного комплекса — последний этап развития Келт-Виртанг Ореварен, позволил по малым расходам на суда получить значительный эффект от увеличения доставки грузов — показал, что если приток грузов составляет 13,6 млн. кв. один рубль затрат, то с учетом внеоперационных факторов бóльший эффект приносит 28 кв. кв. рубль затрат [68, с. 28].

- b) расчет экономической эффективности по всему „жизненному циклу“ судна (проектирование, постройка и эксплуатация);
- в) учет экономической неравноценности затрат и результатов в различные отрезки времени, с приведением их по фактору времени к единому расчетному году;

г) применение в расчетах единого по народному хозяйству норматива эффективности капитальных вложений и дифференцированных нормативов платы за природные и природные ресурсы.

При хозяйственной деятельности критерии оценки эффективности является прибыль, получаемая за единицу совершенной работы. Поскольку хозяйственные интересы судостроительных предприятий и судовладельцев противоречивы, определение народнохозяйственного экономического эффекта — обязательное условие при экономических обоснованиях судов.

Порядок выбора наилучшего проектного решения должен быть следующим:

1) отбираются возможные варианты, удовлетворяющие заданным ограничениям. Включаются варианты судов, имеющих наиболее высокие технико-экономические показатели, соответствующие лучшим мировым достижениям или превосходящие их;

2) по каждому выбранному варианту устанавливаются затраты и экономический эффект;

3) лучшим признается вариант, для которого при условии получения полезного результата затраты на реализацию минимальны (затратная концепция), либо тот, экономического эффект у которого максимален (результатная концепция).

1.3.1. Оценка экономической эффективности судов по минимуму затрат. В соответствии с методическими рекомендациями [65] годовые затраты на реализацию нового проектного решения

$$Z = H + (P + E_n)K, \quad (1.4)$$

где H — годовые текущие издержки (расходы) при использовании без учета реновации; P — норма реновации (реновационных отчислений) основных фондов, определяемая с учетом фактора времени; E_n — норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,1$; K — капитальный вложение (одновременные затраты) в производственные фонды (в случае их распределения во времени приводятся по фактору времени к расчетному году).

При обосновании проектов судов текущие издержки в формуле (1.4) представляют собой эксплуатационные расходы. Эти расходы определяются на основе калькулирования затрат или нормативов судостроительных расходов (см. гл. 3).

Если принять в формуле (1.4) сумму амортизационных отчислений неизменной по годам, то получим

$$Z = C + E_n K, \quad (1.5)$$

Здесь C — годовые текущие издержки (себестоимость); $E_n K$ — нормативная прибыль.

В формуле (1.5) отображены приведенные затраты. Термин «приведенные» подчеркивает тот факт, что сумма текущих и капитальных

затрат приведена к определенному периоду времени — одному году или нормативному сроку окупаемости капитальных вложений $T_{нн}$, т. е. формулу (1.5) можно записать так: $Z = CT_{нн} + K$.

Отдельные составляющие приведенных затрат рассчитываются следующим образом:

Текущие издержки. При обосновании проектов судов текущие издержки представляют собой расходы по эксплуатации судна, содержание и порядок расчета которых приведены в п. 3.1;

Капитальные вложения в производственные фонды. Они представляют собой одновременные затраты, осуществляемые в основных производственных фондах и нормируемых оборотных средствах. Капитальные вложения состоят из прямых затрат (применительно к транспорту это затраты на транспортный флот — цена судна — и на грузы, находящиеся в пути) и из сопутствующих затрат.

Ускорение доставки грузов увеличивает оборачиваемость оборотных средств народного хозяйства и по своему экономическому значению равносильно сокращению объема капитальных вложений.

Если время доставки грузов уменьшилось с $T_{д1}$ до $T_{д2}$, то общая сумма оборотных средств, высвободившихся вследствие этого за год, составит

$$\Delta C_{\text{гп}} = V_{\text{гп}} C_{\text{г}} (T_{д1} - T_{д2}) / 360, \quad (1.6)$$

где $V_{\text{гп}}$ — объем перевозок грузов, т; $C_{\text{г}}$ — цена 1 т груза, руб.

К грузам, ускорение доставки которых дает эффект и в виде сокращения оборотных средств народного хозяйства, относят нефтеруды, руду, уголь, черные металлы, лес, цемент и другие грузы технологического назначения. К грузам, ускорение доставки которых не приводит к реальному высвобождению оборотных средств, относятся грузы сезонного производства при равномерном потреблении (например, сельскохозяйственная продукция) или сезонного потребления при равномерном производстве (например, удобрения).

Влияние цены груза и скорости его доставки на приведенные затраты иллюстрируется примером оптимизации мощности и скорости грузового теплохода (табл. 1.4.).

Сопутствующие затраты вызваны тем, что построение судов новых типов и совершенствование технологии обработки грузов требуют затрат на строительство и реконструкцию гидротехнических сооружений, складов, средств механизации погрузо-разгрузочных работ, подъездных путей, двуглубительных работ и т. п. [36]. При отнесении этих затрат к конкретному судну их общую сумму делят на количество судов данного типа, подлежащих постройке.

Капитальные вложения от ввода в эксплуатацию нового судна состоят:

¹Методика выбора варианта по максимуму приведенные затраты была обоснована М. М. Протодьяконовым и в дальнейшем развита и уточнена А. Л. Лурия и Ж. Г. Гринштейном в журнале «Транспортное строительство». При проектировании ЦУМФ фирма использовала в 1916 г. В. Г. Врублевский.



Рис. 1.8. Оптимизация мощности и скорости грузовой теплохода.

Штриховая область — оптимальная область технических решений

$$K_2 = C_2 + C_{гр2} + K_{с2}, \quad (1.7)$$

где C_2 — цена судна; $C_{гр2}$ — размер оборотных средств, заключенных в грузах на время их нахождения на транспорте; $K_{с2}$ — отсутствующие капитальные вложения, отнесенные к одному судну.

Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений. Из множества вариантов технических решений после приведения их в сопоставимый вид выбирают тот, которому соответствует минимум приведенных затрат, т. е. для выбранного варианта технического решения должно выполняться условие

$$C_2 + E_n K_2 < C_1 + E_n K_1, \quad (1.8)$$

При условии равноэффективности вариантов

$$E_n = \frac{C_2 - C_1}{K_2 - K_1},$$

где $E_n = 0,15$ в соответствии с методикой 1977 г. [61]. Во временной типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений 1980 г. на XI пятилетку $E_n = 0,12$ и указываются пределы изменения E_n от 0,08 до 0,25. Во отраслевых инструкциях определения экономической эффективности капитальных вложений в развитии речного и морского флота $E_n = 0,10 + 0,12$ [36, 81]. Вышедшие в 1988 г. методические рекомендации [65] устанавливают единый норматив $E_n = 0,10$.

Норматив эффективности регламентирует нормативную прибыль, т. е. показывает снижение текущих издержек (затрат) производства на 1 руб. дополнительных капитальных вложений; от величины E_n зависит требование к эффективности принимаемых решений.

1.3.2. Условия сопоставимости вариантов в расчетах экономической эффективности. Методические рекомендации [65, п. 2.1] допускают оценивать экономический эффект по минимуму затрат при условии тождества конечных результатов. Тождество результатов обеспечивается сопоставимостью сравниваемых решений по следующим показателям:

- 1) по целевой отдаче судна (объему работы);
- 2) качественным параметрам;
- 3) фактору времени;
- 4) социальным факторам производства и использования продукции, включая влияние на окружающую среду.

Сопоставляемые решения должны рассматриваться в различных условиях постройки и эксплуатации судна с использованием одинаковых нормативно-справочных данных для принятых условий.

Целевая отдача судна. Приведенные затраты по сопоставимым вариантам судов рассчитывают исходя из одинакового объема произведенной ими работы.

Как правило, вновь проектируемые суда имеют скорость, грузоподъемность, длительность выполнения погрузо-разгрузочных работ и другие эксплуатационные характеристики, отличающиеся от базовых судов. Если целевая отдача нового судна больше, чем базового (для грузовых судов — провозоспособность судна за год), то для выполнения нового объема работы потребовалось бы большее количество базовых судов. Полагают, что количество судов (капитальные вложения) и эксплуатационные расходы¹ растут пропорционально V_2/V_1 .

Для оценки эффективности судов используют удельные показатели, имеющие размерности: руб./1000 т-км (или руб./1000 т-миг), коп./10 т-км и т. п. Следует учесть, что приведение к одной размерности (например, к 10 или 1000 т-км) еще не свидетельствует о сопоставимости вариантов судов по рассматриваемым показателям. Как правило, эти удельные показатели рассчитывают исходя из объемов, а не приведенной к одному объему транспортной работы по каждому судну.

Качественные параметры. Базовый вариант судна должен соответствовать определенным требованиям, предъявляемым к новому судну (требования к надежности, обитаемости судов, защите окружающей среды и т. п.). Учет этих требований возможен через оценку базового варианта по восстановительной стоимости, которая выражает сумму затрат, необходимых для воспроизводства базового судна в момент времени, соответствующий постройке нового судна. Оценка по восстановительной стоимости в масштабе всей промышленности в последний раз производилась на 1.1.1972 г. За это время изменились производственные труды, тарифные ставки и должностные оклады, цены на материалы, требования к охране окружающей среды. Поэтому восстановительную стоимость базового судна следует считать на основе информационной базы, используемой для нового судна.

Для акцентирования внимания на таком важном качественном параметре судна, как надежность, одной из характеристик которой является долговечность, в формуле для определения экономической эффективности нового судна выделяется коэффициент k_n , отражающий изменение срока службы:

$$k_n = (P_1 + E_n)(P_2 + E_n), \quad (1.9)$$

где P — норма надежности для базового и нового судов.

¹ Распределенные (основные) расходы на увеличение не приносят вост. А.

Выражение (1.9) будет давать оптималь от единиц результат длины при изменении типа судна (например, при сравнении сухогрузного самоходного судна с контейнеровозом - табл. 1.6). При конструктивных изменениях в пределах одного типа судна расчет по формуле (1.9) даст результат, равный единице, т. е. этот результат не будет влиять на экономическую эффективность. Это связано с тем, что норма амортизационных отчислений устанавливается на суда только в зависимости от их типа, без учета конкретных конструктивных решений по судам. Экономический смысл коэффициента K_{23} заключается:

а) в учете срока службы базового и нового судов через величину P ($P \approx 1/T_{23}$);

б) в корректировке капитальных затрат применительно к базовому варианту исходя из повышения технического уровня производства и морального износа базового изделия - через E_{23} . Без учета E_{23} при сроках службы базового варианта 10 лет и нового изделия в 20 лет приведенные затраты по базовому варианту надо увеличить в 2 раза. Это связано с тем, что через 10 лет эксплуатации базового варианта понадобится еще одно изделие для достижения результата, который получается от применения нового изделия. Однако создание базового варианта через десять лет обойдется дешевле, что и учитывается коэффициентом E_{23} . При увеличении срока службы с 10 до 20 лет скорректированные капитальные вложения составят

$$K_{23} = K \frac{0,1 + 0,15}{0,05 + 0,15} = 1,33K_1.$$

Эффект от эксплуатации судов, определяющийся многими их параметрами (скоростью, осадкой, классом Регистра и др.), проявляется и в других сферах народного хозяйства. Данный вид эффекта получил название анотраслевого. Методы учета анотраслевого эффекта на транспорте начали разрабатываться сравнительно недавно. Их целью является выявление роли транспорта и обслуживание народного хозяйства и его вклад в конечные результаты.

Наиболее полно разработан метод учета эффекта от ускорения доставки грузов, которые являются частью оборотных средств народного хозяйства (см. формулу (1.6)).

Фактор времени. Одним из методических принципов, оказывающих значительное влияние на эффективность, является переводовые сдвиги временных и текущих затрат по фактору времени (дисконтирование).

Суда относятся к сложным инженерным сооружениям, строительство которых требует значительного времени. В течение этого времени затраты, вложенные в незавершенное производство, не дают отдачи. Полные издержки, связанные с завершившимся средством на один год, составят

$$K_0 + K_0E = K_0(1 + E), \quad (1.10)$$

Таблица 1.6. Период, в течение которого отражаются моральный эффект от постройки и эксплуатации судна

| Тип судна | Время выезда на линию (на основе фактически проведенных рейсов) | | Т ₂₃ (год) | P с учетом анотраслевого эффекта (1/P + E ₂₃) | E ₂₃ = 0,15 | E ₂₃ = 0,25 | |
|--|---|--------------------|-----------------------|---|------------------------|------------------------|--|
| | Общие сроки эксплуатации (в годах), в том числе: | на время постройки | | | | | |
| Сухотрузное теплоходное сухогрузное судно 180 т | 4,7 | 2,4 | 2,3 | 0,0023 | 6,28 | 5,78 | |
| | 5 | 2,8 | 2,2 | 1,094 | 6,549 | 6,42 | |
| | 4,5 | 2,6 | 1,9 | 0,0022 | 6,25 | 5,78 | |
| | 7,2 | 3,7 | 2,5 | 0,009 | 6,32 | 6,17 | |
| | 4,8 | 2,4 | 2,4 | 0,0023 | 6,25 | 5,78 | |
| Навигационные теплоходные сухогрузные суда 180 т | 11,5 | 5,2 | 5,3 | 0,017 | 5,3 | 8,55 | |
| | Морской флот | | | | | | |
| | 5,8 | 4 | 1,8 | 0,01 | 6,25 | 8,29 | |
| Универсальные сухогрузные суда | 5,8 | 3,8 | 2,1 | 0,01 | 6,25 | 8,48 | |
| | 7,8 | 5,2 | 2,5 | 0,017 | 5,29 | 8,55 | |

где K_0 — капитальные вложения в начальный момент строительства; $K_n E$ — эффект, который был бы получен при первоначальном использовании капитальных вложений K_0 ; E — норматив приведенной по времени ($E = 0,1$).

При замораживании капитальных затрат на два года стоимость их вложения снова возрастет в $(1 + E)^2$ раз, так как недополученная отдача вычисляется от вложения $K_0(1 + E)$ и составит $K_0(1 + E)^2$.

Продолжая аналогичные расчеты, можно убедиться в том, что полные затраты, осуществляемые в n -м году, при замораживании их на срок t лет ($t = T_{ок} - n$, где $T_{ок}$ — общая продолжительность постройки и эксплуатации нового судна, годы) составят к моменту времени $T_{ок}$ величину

$$K_n T_{ок} = K_n(1 + E)^t. \quad (1.11)$$

Суммарные капитальные вложения, приведенные к расчетному году (последнему), составят

$$K_{ок} = \sum_{n=1}^{T_{ок}} K_n(1 + E)^t. \quad (1.12)$$

И наоборот, величина $K_n = (1 + E)^t$ n -го года равноценна $K_0(1 + E)^t / (1 + E)^t = K_0$ начального года, т. е. при приведении к началному году суммарные капитальные затраты составят

$$K_{нач} = \sum_{n=1}^{T_{ок}} [K_n(1 + E)^t] \quad (1.13)$$

где $K_{ок}$, $K_{нач}$ — суммарные капитальные вложения, приведенные к последнему (по окончании строительства) или началному году эксплуатации; K_n — капитальные вложения n -го года; n — порядковый номер года постройки или эксплуатации нового судна; $t = T_{ок} - n$ — число лет приведения капитальных вложений для n -го года (срок замораживания).

Из нескольких вариантов капитальных вложений выбирается вариант, обеспечивающий минимальное замораживание средств.

Например, необходимо выбрать оптимальную технологию постройки судна при распределении капитальных вложений за три года следующим образом: 5; 8; 4 и 3; 6; 6 млн руб. Результаты расчета представлены ниже:

| Порядковый номер года постройки | Ежегодные затраты, млн руб. | | $(1 + E)^t = (1 + E)^{T_{ок} - n}$ | | Затраты по вариантам, приведенные к последнему году | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|---|-----------|
| | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1 | 5 | 3 | 2 | 1,21 | 9,95 | 3,62 |
| 2 | 8 | 5 | 1 | 1,1 | 8,8 | 5,5 |
| 3 | 6 | 6 | 0 | 1 | 6 | 6 |
| Итого | 17 | 17 | - | - | 18,95 | 18,32 |

Значения K_0 приведены в табл. 1.3.

Более эффективным является 2-й вариант, т. е. распределение капитальных вложений с учетом фактора времени оказывает влияние на выбор технологии постройки судна. Результаты расчетов зависят от норматива приведенности, который принят равным 0,1.

Приведем по фактору времени используется только в расчетах эффективности вариант затрат за несколько лет строительства судна, но не влияет на изменение цены судна (в том числе базового, для которого определяется восстановительная стоимость). Этот принцип не учитывается при установлении плановых и фактических показателей эффективности носой техники (прироста прибыли, снижения себестоимости и т. п.).

Дисконтирование широко используется в практике зарубежных стран, где норматив приведения по фактору времени совпадает с раскладкой операций (табл. 1.7). Для обоснования капитала ставка дисконтирования идентична проценту с морской долей, определяющей от вложений капитала. Поэтому чем выше

Таблица 1.7. Ставка ставок дисконтирования с учетом доли морской операции [14, С. 164]

| Уровень риска | Направление инвестирования | Ставка дисконтирования, % |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Очень высокий | Рефинансирование материка, облигаций | 7 |
| Средний | Обычные проекты | 16 |
| Высокий | Новые проекты на стабильном рынке | 20 |
| Очень высокий | Новая технология | 24 |

значит потерь, тем больше ставка дисконтирования, по которой равноценные поезда от инвестирования переводятся к моменту инвестирования.

Социальные факторы. При ускорении доставки пассажиров достигается социальный эффект в виде уменьшения свободного и производственного времени. Для оценки эффекта от ускорения доставки пассажиров академик Т. С. Качатуров рекомендует приравнять стоимость каждого миллион-часа этой экономики к 0,5 стоимости человека-час рабочего времени. Данное положение можно отразить по временной Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений, где временный норматив принят равным 0,5–0,7 руб./ч, а также в инструкции по определению экономической эффективности капитальных вложений в морской флот [16].

1.3.3. Расчет сравнительного экономического эффекта при загрузочной комплектации. Оценка экономического эффекта от постройки и эксплуатации судна осуществляется с учетом всего срока его службы. Переход от годового экономического эффекта к эффекту за весь период эксплуатации позволяет более полно учитывать не только доходом, связанным с постройкой судна, но и затраты всех ресурсов на их ремонт и эксплуатацию.

Экономический эффект по годам эксплуатации новой техники в случае затратной концепции приводится к первому году эксплуатации в соответствии с формулой (1.13).

Экономический эффект от постройки и эксплуатации нового судна

$$Z_{cp} = \sum_{t=1}^{T_{об}} [Z_0(1+E)^t],$$

где Z_0 — экономический эффект, получаемый в t -й год эксплуатации судна.

Приведем экономический эффект по годам эксплуатации постоянным и запишем предыдущую формулу так:

$$Z_{cp} = Z_0 \sum_{t=1}^{T_{об}} [1/(1+E)^t]. \quad (1.14)$$

В этой формуле второй множитель представляет собой сумму членов геометрической прогрессии, которая после преобразования примет вид

$$\sum_{t=1}^{T_{об}} \frac{1}{(1+E)^t} = \frac{1}{\frac{E}{(1+E)^1 - 1} + E} = \frac{1}{P+E}. \quad (1.15)$$

Здесь $E/(1+E)^1 - 1 = P$ — норма реинвестиции с учетом фактора времени (табл. 2П).

В расчете реинвестиционных отчислений по данной формуле, которая предложена А. П. Вурье, предполагается, что $E = k_{об}$, и тогда определяемый по разности приведенных затрат экономический эффект от постройки и эксплуатации нового судна в соответствии с формулами (1.14) и (1.15) составит

$$Z_{cp} = Z_0/(P_2 + E_{н2}) = (Z_0 - Z_0)k_{об} + E_{н2}. \quad (1.16)$$

Выделим из годовых эксплуатационных расходов судовладельца амортизационные отчисления, идущие на полное восстановление судна:

$$P_{зк} = P_2 \Pi_1 + \Pi_1. \quad (1.17)$$

Тогда формула (1.5) с учетом (1.7) примет вид (без учета изменений оборотных средств, заключенных в грузы)

$$Z_1 = \Pi_1 (K_{н1} + P_1) + E_{н1} K_{с2} + \Pi_1.$$

Аналогично

$$Z_2 = \Pi_2 (F_{н1} + P_1) + E_{н1} K_{с2} + \Pi_2.$$

Приведем базовый вариант судна в сопоставимый вид, получаем сравнительный эффект с учетом срока службы судна

$$Z_{cp} = \Pi_2 k_{об} k_{н2} - \Pi_2 + \frac{\Pi_1 (P_{зкcp} k_{об} + P_{восст}) - \Pi_2 - E_{н1} (K_{с2} - K_{с1})}{P_2 + E_{н1}} \quad (1.18)$$

где $k_{об}$ — коэффициент приведения базового варианта судна в сопоставимый вид по целевой отлече ($K_{с2} = B_1/B_2$); $P_{зкcp}$ — доля переменных расходов в структуре эксплуатационных затрат; $P_{восст}$ — доля условно-постоянных расходов в структуре эксплуатационных затрат.

Если не выделять распределенные расходы в эксплуатационных затратах и считать постоянными сопутствующими капитальными вложениями, то формула (1.18) при обосновании применительно к одному типу судна примет вид

$$Z_{cp} = \Pi_2 k_{об} - \Pi_2 + \frac{\Pi_1 k_{об} - \Pi_2}{P_2 + E_{н1}} \quad (1.19)$$

Такой группировкой статей затрат в формулах (1.18) и (1.19) подчеркивается, что экономия всех видов ресурсов рассматривается за срок службы, определяемый величиной $1/(E_{н1} + P_2)$ при $E_{н1} = 0,15$.

1.3.4. Расчет экономического эффекта при результирной концепции. В рамках данной концепции разработаны отраслевые методические рекомендации (временные), в соответствии с которыми наиболее эффективным из сравниваемых вариантов является тот, для которого „приминение общественной оценки результира над общественной оценкой затрат наибольшее“ [82]. В соответствии с рекомендациями [65, и. 2.3] для мероприятий НТП, характеризующихся стабильностью технико-экономических показателей, а также когда на стадии технико-экономических обоснований неизвестна динамика результатов и затрат по мероприятию по годам расчетного периода, расчет экономического эффекта проводится по формуле

$$Z = (P_{зк} - Z_0)(P + E_{н1}) \quad (1.20)$$

Здесь $P_{зк}$ — нормаона по годам расчетного периода стоимости оценки результатов мероприятий НТП, учитывающая основные и

сопутствующие² результаты. Стоимостная оценка основных результатов мероприятия НТП

$$\text{Рез}' = \Sigma A_n B_n, \quad (1.21)$$

где Π — цена единицы продукции (с учетом эффективности ее применения); A_n — годовой объем применения новых судов; B_n — годовая целевая отдача; Σ — суммирование по годам расчетного периода затрат на реализацию мероприятий НТП.

В результате эксплуатации судна судовладелец получает доход, который определяется тарифом на перевозку грузов и объемом транспортной работы. Формула (1.20) с учетом формулы (1.4) запишется следующим образом:

$$Z = \frac{D - F_{\text{эк}} - E_n U_0}{P + E_n} = \frac{\Pi - E_n U_0}{P + E_n}, \quad (1.22)$$

где D — доход от эксплуатации судна; $F_{\text{эк}}$ — эксплуатационные расходы судна; Π — финансовый результат (прибыль) от эксплуатации судна; U_0 — цена судна.

В свою очередь, доход при эксплуатации судна за год

$$D = \Sigma t_i B_{\text{пр} i}, \quad (1.23)$$

где i — порядковый номер перевозимого груза; t — тариф за перевозку соответствующего груза, руб./т; $B_{\text{пр}}$ — объем перевозок, т.

Формула (1.22) применительно к одному году, приведена в монографии В. Н. Лавинца [47, С. 156], где проанализирована возможность практических расчетов по максимуму прибыли и сделан вывод о том, что основные трудности подобных расчетов связаны с несовершенством действующей системы цен и способов определения прибыли.

1.4. Оценка эффективности проектных решений

В п. 1.1.1 и 1.2 показано, что расчет народнохозяйственного экономического эффекта не может полностью охарактеризовать результативность новой техники. Для этой цели используется совокупность показателей, которая в наиболее полной степени отражена в системе экономического проектирования.

² Стоимостный оценка сопутствующих результатов включает действительные экономические результаты в данном объеме народного хозяйства, в том числе экономическую оценку социальным и другим последствиям реализации мероприятий НТП.

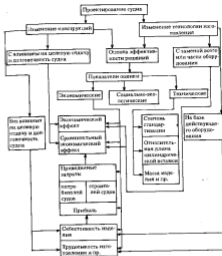


Рис. 1.5. Методика для оценки эффективности проектных решений

1.4.1. Технические показатели эффективности проектных решений.

Технические показатели (абсолютные или относительные) характеризуют отдельные конструктивные, технологические или эксплуатационные свойства конструкции (рис. 1.5.). Основным достоинством таких показателей для оценки эффективности решений является неизменность единиц их измерения. Например, масса какой-либо конструкции, измеренная в различные периоды времени, характеризуется одной и той же величиной, хотя стоимость ее изготовленной на разных судах



Рис. 1.6. Определение оптимальной массы набора переборок при заданной по минимуму массе m_1 и по минимуму трудоемкости m_2

Например, пусть изменится шаг или масса набора. Масса набора. При уменьшении шага или массы набора, а масса переборок остается постоянной, увеличивается толщина обшивки до минимально допустимой величины. После некоторого уменьшения шага или массы переборок растет вместе с количеством деталей набора. Одновременно увеличивается объем и трудоемкость работ. Следовательно, зависимость трудоемкости работ по обшивке и сварке переборок от шага или массы имеет иной характер, чем зависимость массы от той же величины (рис. 1.6).

Для полной оценки технических решений необходимо, чтобы они имели экономическую оценку.

В практике оценки проектных решений широко используются также показатели, как относительная длина цитлаэрической остани корпуса судна, количество листов двойной кривизны в составе корпуса, степень стандартизации листов корпуса судна, количество применяемых типоразмеров листового и профильного металла, коэффициент использования металла и др. (см. рис. 1.5).

1.4.2. Экономические показатели эффективности проектных решений. Эти показатели представлены на рис. 1.5. Расчет экономического эффекта сопряжен со значительными затратами времени. Поэтому для оценки частных решений следует использовать также показатели, как трудоемкость изготовления, себестоимость изделий и т. п. Расчеты во многом упрощаются, если вестись лишь по изменчивым элементам, по приращениям.

1.4.3. Социально-экологические показатели (см. рис. 1.5). Показатели находятся в стадии разработки [35, 66].

может различаться. Технические показатели дают возможность сопоставить конструкции, спроектированные и изготовленные в различных конструкторских бюро, предприятиях на разных этапах времени. Сравнительный анализ динамики изменения технических показателей позволяет выявить основные тенденции развития новой техники и прогнозировать пути ее дальнейшего совершенствования. Вместе с тем эти показатели сами по себе не дают ответа на вопрос о сравнительной эффективности сопоставляемых конструктивно-технологических решений, так как характеризуют ее косвенно и не всегда однозначно.

2.1. Принципы ценообразования и виды цен, устанавливаемых на суда

Цена выступает как денежное выражение стоимости товара и служит основой для расчетов между изготовителем и потребителем продукции. Цены определяются на основе общественно-необходимых затрат труда, учитывающих прогрессивные нормы и нормы материальных и трудовых затрат на выпускаемую продукцию, ее потребительские свойства, технический уровень, качество и эффективность. К общим принципам ценообразования на новую продукцию (новую технику) относятся [19, 95]:

а) обеспечение относительного ее удешевления для потребителя, обеспечения роста широкодоступного эффекта по сравнению с затратами, а также обеспечение высокого уровня эффективности, с тем чтобы не производить малоэффективную продукцию;

б) формирование системы нормативов, отражающих взаимосвязь цен и основных технико-экономических параметров отдельных видов продукции;

в) стимулирование внедрения ресурсосберегающих технологий, снижения материальных, трудовых и других затрат;

г) обеспечение экономической заинтересованности предприятий и организаций в повышении технического уровня и качества новой продукции.

На различных стадиях проектирования и постройки судна устанавливаются следующие виды цен: Проектная стоимость судна, его лимитная цена, договорная и постоянная оптовые цены.

2.1.1. Проектная стоимость. Проектная стоимость является основой для расчета остальных видов цен и устанавливается применительно к каждой стадии проектирования судна. Проектная цена определяется, как правило, для условий постройки серийных судов. Методы расчета проектной стоимости приведены в п. 2.2.

2.1.2. Лимитная цена. Лимитная цена характеризует предельный уровень затрат, связанных с приобретением судна. Она ограничивает рост затрат на производство и обеспечивает относительное удешевление продукции на единицу конечного полезного эффекта. В соответствии с методикой Госкомин СССР [19] для изделий (новой техники), обеспечивающих рост основных технико-экономических параметров и экономии на эксплуатационных затратах, лимитная цена

$$C_0 = C_1 k_p + \sum_{i=1}^n k_i, \quad (2.1)$$

где k_p — коэффициент удешевления базового изделия (базовой

техники), характеризующий его моральное старение за период проектирования и освоения нового изделия (новой техники); Z_n - полезный эффект от применения новой техники; $k_n = 0,7$ - коэффициент учета полезного эффекта в цене нового изделия.

В качестве цены базовой техники принимается, как правило, действующая стоимость. Для базового судна, цена которого установлена в прошлом, «действующая цена» не соответствует методике Госкомцен и в расчетах следует использовать восстановительную стоимость судна.

Полезный эффект от эксплуатации новой техники (нового судна) представляет собой стоимостную оценку изменений ее потребительских свойств, связанных с показателями производительности, надежности и долговечности, использованием рабочей силы, сырья, материалов, топлива, электроэнергии, производственных площадей и других ресурсов, качеством выпускаемой в ее помощью продукции, экологическими и социальными показателями. Для судов полезный эффект может выражаться производительностью, объемом вылова рыбы, числом буксировочных операций, числом плавов и т. п.

Полезный эффект от долговременного применения новой техники рассчитывается по формуле

$$Z_n = \Pi_1 (k_n k_{n2} - 1) + \Delta H + \Delta K_c + Z_k + Z_{soc} + Z_{эко} \quad (2.2)$$

где ΔH - изменение текущих издержек эксплуатации при использовании потребителем нового изделия взамен базового (без учета затрат на renovation) за срок службы нового изделия с учетом его морального износа. Величина ΔH рассчитывается исходя из годовых эксплуатационных издержек потребителя при использовании им базового и нового изделий в расчете на объем работы, производимой с помощью нового изделия.

Годовые эксплуатационные издержки потребителя определяются исходя из прямых материальных и трудовых затрат, а также с учетом расходов на содержание и эксплуатацию оборудования: $\Delta H = (H_{kn} - H_b) \Pi_2 - E_n$.

В формуле (2.2) ΔK_c - изменение сопутствующих капитальных вложений; Z_k - эффект, получаемый в результате изменения качества продукции, изготавливаемой с помощью новой техники; Z_{soc} , $Z_{эко}$ - социальный и экологический эффекты, обусловленные применением нового изделия потребителем, рассчитываемые за срок службы с учетом морального износа нового изделия на основе показателей, зафиксированных в нормативно-технической документации, техническом задании и других документах [35, 66].

С учетом формул (2.1) и (2.2) лимитная цена определяется по формуле

$$P_n = 0,9 \Pi_1 k_n k_{n2} + 0,7 \left(\frac{H_n k_n - H_b - E_n \Delta K_c}{F_n + E_n} + Z_k + Z_{soc} + Z_{эко} \right) \quad (2.3)$$

Формула (2.3) выведена на основании формулы (1.18) и принципов, изложенных в п. 2.1, при $\Xi = 0$, $\Pi_1 = \Pi_2$, $k_p = 0,9$, $k_n = 0,7$.

По действующим отраслевым инструкциям [36]

$$\Pi_{n, \text{огр}} = \Pi_1 k_n k_{n2} + 0,7 (\Xi - Z_{n, \text{огр}}) \quad (2.4)$$

где $Z_{n, \text{огр}}$ - часть полезного эффекта от эксплуатации нового судна, полученная благодаря экономии потребителя на капитальных вложениях, $Z_{n, \text{огр}} = \Pi_1 k_n k_{n2} - \Pi_n$.

После ряда подстановок формула (2.4) принимает вид

$$\Pi_{n, \text{огр}} = \Pi_1 k_n k_{n2} + 0,7 \left(\frac{H_n - H_b - E_n \Delta K_c}{F_n + E_n} \right) \quad (2.5)$$

Сопоставление формул (2.3) и (2.5) показывает, что общесоюзной методикой [формула (2.3)] предъявляются более жесткие требования (на 20-30%) к уровню лимитных цен по сравнению с отраслевой инструкцией [формула (2.5)].

В тех случаях, когда цена нового судна имеет лимитную цену, дальнейшее проектирование судна нецелесообразно.

Одновременно с лимитной ценой рассчитывается экономический эффект от постройки и эксплуатации нового судна (см. формулы (1.18) и (1.20)). Проработка лимитной цены и экономического эффекта начинается со стадии технического задания, которое на последующих этапах проектирования уточняется в соответствии с ростом достоверности информации.

2.1.3. Договорная отпускная цена. Договорная отпускная цена устанавливается на продукцию, выпускаемую предприятием, деятельность которых основана на хозяйчете. Порядок определения, согласования, оформления и изменения договорных отпускных цен установлен положением [19], утвержденным Госкомцен СССР (постановление от 29 декабря 1987 г. № 882).

Цель введения договорных цен - расширение самостоятельности предприятий, более полный учет индивидуальных запросов потребителей, стимулирование выпуска высококачественной продукции.

В соответствии с [19, п. 2.9] договорные цены на новую технику определяются в пределах лимитных цен при подтверждении ее потребительских свойств, предусмотренных в техническом задании (техническом проекте), на этапе принятия решения о производстве новой техники.

В судостроении договорные цены разрабатываются на головное судно и на все последующие суда, за исключением к постройке, включая серийно освоенные, а также на суда единичной постройки.

Необходимость использования договорных цен определяется следующими особенностями: длительность производственного цикла постройки и освоения серии судов и большой разой принятой стоимости.

Из-за длительного цикла постройки судна обработка технической документации, а также некоторых видов оборудования осуществляется на головном судне. При этом неизбежны уточнения технической документации как по требованию заказчика, так и в результате ошибок проектировщика. Следует учитывать также то, что к моменту завершения технического проекта доля преискуранных цен на контрагентское оборудование составляет иногда 70–80%; кроме того, за время проектирования и постройки судна могут быть пересмотрены цены на используемые материалы и оборудование. Естественно, что в таких условиях попытки определения постоянной цены приводят к значительным ошибкам.

2.1.4. Постоянная отовая цена. Постоянная отовая цена устанавливается на серийно изготовляемые суда и утверждается Государственным комитетом цен Совета Министров СССР (на самоходные суда мощностью 294 кВт и выше и несамоходные грузоподъемностью 1000 т и выше) или Министерством судостроительной промышленности СССР (на суда с меньшими техническими показателями). Постоянные цены, так же как и договорные, устанавливаются индивидуально для каждого судостроительного завода исходя из анализа фактических затрат по головному судну и судам головной серии с учетом динамики снижения цен. Постоянные отовые цены исключаются в преискуренты.

2.2. Расчет цен на суда с использованием методов параметрического ценообразования

На ранних стадиях проектирования, когда высока степень неопределенности исходной информации, используются параметрические методы определения цены судна. При этом цена устанавливается как функция технических параметров судна на основе статистических данных. К параметрическим методам ценообразования [95, С. 233–238] относят метод удельных показателей, балльный метод, метод регрессионного анализа, агрегатный метод.

2.2.1. Метод удельных показателей. Метод применим для анализа цен на продукцию малой сложности, характеризующейся одним основным параметром, который и определяет общий уровень цены. Этот метод близок к применяемому в теории проектирования судов методу пересчета по прототипу:

$$P_2 = \hat{P}_1 x_1 \quad (2.6)$$

где P_2 – цена (проектная стоимость) судна; \hat{P}_1 – цена „единицы“ i -го параметра судна; x_1 – параметр, определяющий цену судна (далее всего служит обозначением судна).

Так как затраты по разделам нагрузки масс судна не изменяются по единому закону, метод имеет ограниченное применение и может использоваться как подготовительный для использования других методов.

2.2.2. Балльный метод. Метод основан на экспертной оценке. Каждому параметру изделия присваивается определенный балл. Их суммирование позволяет получать интервальную оценку технико-экономического уровня изделия, а умножение суммы баллов на стоимостную оценку одного балла – общую ориентировочную цену нового изделия:

$$C_2 = C_0 \sum B_i x_i \quad (2.7)$$

где C_0 – цена одного балла; B – балл, соответствующий значению i -го параметра.

Вследствие значительного числа параметров, влияющих на цену судна, применение данного метода затруднительно.

2.2.3. Метод регрессионного анализа. Метод устанавливает эмпирическую формулу зависимости цены от технических параметров и эксплуатационных характеристик судна. Например, разработана цена сухогрузного судна с порядковым номером i со значением автоматизации A_1 по методике, разработанной ЦНИИ „Рубль“ [79], составит

$$C_{\text{суд}} = 6827 + 270D_0 + 357 \frac{D_0}{i} + 165N + 4,7P_1$$

Здесь D_0 – водоизмещение порожнего судна, тыс. т; N – мощность ГЭУ, тыс. кВт; P_1 – суммарная грузоподъемность грузовых устройств, т.

Поскольку при составлении уравнений регрессии используются статистические данные по построенным судам, метод дает значительные погрешности при оценке стоимости судов, имеющих новые конструктивные решения.

2.2.4. Агрегатный метод. Метод заключается в суммировании себестоимости (цен) отдельных конструктивных частей или узлов судна. Метод эффективен в том случае, когда продукция представляет собой сочетание различных конструктивных элементов, цена которых известна. Тогда цена (себестоимость) любого изделия может быть легко найдена вычитанием из цены (себестоимости) аналога цен тех элементов, которых нет в проекте, и прибавлением цен тех элементов, которые войдут в проект:

$$C_2 = C_0 + k_{\text{м}} \left(\sum C_j - \sum C_i \right) \quad (2.8)$$

где $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж; i, j – индексы порядковых номеров элементов, которые присутствуют только в проекте или аналоге; C_j, C_i – цены этих элементов.

Агрегатный метод в сочетании с другими методами наиболее целесообразен из рассмотренных методов определения цен на суда.

Следует учитывать, что лучшие модели оценки затрат на строительство судов соответствуют возможным относительным отбоям и определены до 30% при доверительной вероятности 0,95 (или до 45%

Таблица 2.1. Погрешность, %, при использовании различных методов расчета стоимости судна на отдельных этапах на проектировании [33, с. 34]

| Методы | Исходные технико-экономические данные | Экономические проекционные | Технико-экономические проекционные |
|---|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Усредненный показателем | 20-40 | - | - |
| Разностепенного анализа: | | | |
| Производственные затраты по конструктивным разделам судна, переводящиеся на единицу измерения его постолю-конструктивных характеристик | 25-40 | 20-35 | - |
| Производственные затраты по другим конструктивным разделам судна, переводящиеся на единицу измерения его технико-конструктивных характеристик | - | 25-40 | 20-45 |
| Нормативно-параметрический (линейная форма зависимости) | 35-35 | 30-30 | 15-35 |
| По калькуляционным статьям расходов | - | - | 15-35 |

при доверительной вероятности 0,99). Этот вывод А. А. Нарусбаева [72, с. 201] подтверждается данными, приведенными в табл. 2.1.

2.3. Расчет цен на суда по калькуляционным статьям расходов

Количественной основой ценообразования выступают себестоимость продукции и нормативы прибавочного продукта (норматив рентабельности).

Себестоимость составляет 80-88 % цены судна, т. е. основную его часть, и рассматривается как база цен.

В основу расчетов себестоимости по калькуляционным статьям затрат положен технологический принцип: учитываются затраты, связанные с технологическим процессом изготовления изделия (прямые затраты), а затем затраты более общего характера (косвенные расходы). Для проведения расчетов нужны подробная информация о материалоемкости изделий, примененном оборудовании, трудоемкости работ, а также другие конкретные данные как по проектируемому судну, так и по заводу-строителю.

2.3.1. Номенклатура и структура калькуляционных статей расходов. Отраслевой инструкцией установленная следующая номенклатура статей калькуляции:

- 1) сырье и материалы;
- 2) возвратные отходы (вычитаются);

- 3) полуфабрикаты собственного производства;
 - 4) покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги кооперированных предприятий;
 - 5) контрагентские поставки и работы;
 - 6) основная заработная плата производственных рабочих;
 - 7) дополнительная заработная плата производственных рабочих;
 - 8) отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих;
 - 9) расходы на подготовку и освоение производства;
 - 10) расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
 - 11) износ инструментов и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы;
 - 12) дежовые (общепроизводственные) расходы;
 - 13) общезаводские (общехозяйственные) расходы;
 - 14) проценты от брака;
 - 15) прочие производственные расходы;
 - 16) итого производственная себестоимость;
 - 17) непроизводственные расходы;
 - 18) полная себестоимость.
- Укрупненная структура затрат на постройку судов по калькуляционным статьям расходов приведена в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Распределение расходов по статьям калькуляции для средних танкерных судов (универсальное судно длиной 150 тыс. т, танкер длиной 26 тыс. т)

| Статьи калькуляции | Средние суда, \$ | | Среднее судно, \$ в основе средних судов | |
|---|------------------|--------|--|--------|
| | структурное | танкер | структурное | танкер |
| Цена судна, в том числе: | 100 | 100 | 137 | 129 |
| материалы, полуфабрикаты собственного производства | 14,1 | 17,9 | 35,3 | 18,9 |
| зakupные изделия и полуфабрикаты, услуги кооперированных предприятий | 4,4 | 9,7 | 7,2 | 10,2 |
| контрагентские поставки | 35 | 27,9 | 36,1 | 28,6 |
| контрагентские работы | 4,9 | 5,8 | 8,8 | 7 |
| основная заработная плата производственных рабочих | 4,7 | 5,9 | 7,1 | 8,1 |
| дополнительная заработная плата и отчисления на социальное страхование | 3,3 | 3,6 | 3,8 | 3,6 |
| расходы на подготовку и освоение производства | 0,3 | 0,2 | 13,9 | 8,1 |
| прочие производственные расходы (контрагентские и эксплуатационные расходы, дежовые, общезаводские расходы) | 15 | 17,8 | 22 | 24,5 |

Продолжение табл. 2.2

| Сырьевые ресурсы | Обработка сырья, % | | Тяжелое сырье, % от массы обработанного сырья | |
|--|--------------------|-------|---|-------|
| | судостроительная | общая | судостроительная | общая |
| | | | | |
| должно использоваться в транспортном судостроении в целях экономии и при прочих оптимальных расходах | 4,6 | 3,8 | 7,1 | 5,4 |
| Прибыль | 18,7 | 9,4 | 14,7 | 14,5 |

2.3.2. Содержание и расчет калькуляционных статей расходов. Сырье и материалы. Включаются затраты на материалы, которые входят в состав вырабатываемых изделий, образуют их основу. Стоимость топлива, расходуемого при испытании судов, включается в эту же статью.

Затраты на материалы

$$M_c = \sum_i \psi_i M_i k_i, \quad (2.9)$$

где i — индекс применяемого вида материалов (сталь, лесоматериалы, изоляционные материалы и т. д.); ψ_i — измеритель стоимости вида материалов, руб/т; M_i — масса материалов i -го вида, т; k_i — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $k_i = 1,1 + \dots + 1,15$.

Распределение стоимости материалов при строительстве морских транспортных судов приведено ниже:

| Вид материала | Доля в стоимости материалов, % |
|--|--------------------------------|
| Черные металлы | 48-68 |
| Трубы, балластики, фланцы | 4-6 |
| Металлы | 2-3 |
| Лесоматериалы | 1-2 |
| Лак, краски | 6-8 |
| Специальные материалы | 4-6 |
| Химические товары, пластмассы, резинопленочные изделия | 8-10 |
| Топливо, сварочные материалы | 1-2 |
| Вспомогательные и прочие материалы | 5-7 |

Из формулы (2.9) следует, что для расчета материальных затрат необходимо знать нагрузку масс судна, удельные нормы расхода материалов и стоимость применяемых материалов. По мере уточнения нагрузки масс уточняются и материальные затраты по судну.

При определении норм расхода материалов следует учитывать, что рассматриваемый вид материала может использоваться в несколь-

ких составленных нагрузки масс. Например, распределение черных металлов по группам нагрузки масс для морских транспортных судов будет следующим:

| Статья нагрузки масс | Доля черных металлов в статье нагрузки масс, % |
|------------------------------|--|
| Металлический корпус | 96-98 |
| Фундаменты и подкрепления | 108 |
| Дельные ящики | 88-92 |
| Изоляция и защита | 48-48 |
| Оборудование поваренной | 23-30 |
| Судовые устройства | 10-15 |
| Облагодительные системы | 8-12 |
| Электрическая установка | 6-8 |
| Электроноригинальные системы | 8-18 |
| Воздухотит | 5-10 |
| Запасные части | 2-4 |
| Снабжение и имущество | 5-7 |

Возвратные отходы. Из затрат по статье „Сырье и материалы“, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов. Под возвратными отходами понимаются остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе преобразования исходного материала в готовую продукцию.

Возвратные отходы учитываются через удельные нормы расхода материалов и их стоимость.

Полуфабрикаты собственного производства. В статью включены стоимость полуфабрикатов, выпускаемых заготовительными и металлургическими цехами предприятия: литья, поковок, штампов, а также затраты по частичной обработке и отделке полуфабрикатов собственного производства.

Затраты на полуфабрикаты собственного производства и затраты на готовые изделия включаются в себестоимость продукции в виде комплексной статьи по производственной себестоимости с учетом общезаводских расходов.

Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги кооперированных предприятий. Статья отражает стоимость готовых изделий и полуфабрикатов, которые требуют затрат на обработку и сборку и приобретаются по кооперации для комплектации выпускаемой продукции.

Контрагентские поставки и работы. Статья включает стоимость механизмов и изделий, поставленных заводом-контрольщиком и готовых для монтажа на судне, а также стоимость контрольных работ по монтажу судового оборудования, электрооборудованию судов и др. в соответствии с Единым перечнем контрагентских поставок и работ.

Для определения затрат на покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используют ведомости заказа оборудования, разрабатываемые в составе технического проекта, в частности ведомости

покупных изделий на поставки и штамповки, контрагентские поставки и другие изделия и полуфабрикаты. Цены на них соответствуют действующим прейскурантам. Если оптовые цены на отдельные виды оборудования отсутствуют, в расчет включаются договорные цены, определяемые, например, по уровню цен аналогичных типов оборудования.

Основная заработная плата производственных рабочих. Планируется и учитывается основная заработная плата рабочих за работу, выполняемую непосредственно по изготовлению продукции. Основная заработная плата производственных рабочих

$$Z_0 = Z_1 + Z_{\text{доп}} - T_{\text{ср}} T (1 + k_{\text{доп}}), \quad (2.10)$$

где Z_1 — тарифный фонд заработной платы производственных рабочих; $Z_{\text{доп}}$ — доплаты к тарифному фонду (выплаты, предусмотренные законодательством о труде или коллективными договорами за переработанное на производстве время; премии на фонда заработной платы, доплаты за работу в ночное время и т. п.); $k_{\text{доп}}$ — коэффициент, учитывающий доплаты, $k_{\text{доп}} = 20 - 40\% Z_1$.

В свою очередь, $Z_1 = T_{\text{ср}} T$, где $T_{\text{ср}} = 0,75 + 0,90$ руб. — средневзвешенная тарифная ставка производственных работ ($T_{\text{ср}} = k_{\text{ср}} T_1$; $k_{\text{ср}}$ — средний тарифный коэффициент работ; T_1 — часовая тарифная ставка I — разряда работ — тарифные ставки приведены в табл. 30); T — норма трудоемкости на постройку судна, нормо-ч.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих. В статье планируются и учитываются предусмотренные законодательством о труде и коллективными договорами выплаты за переработанное на производстве (внеочередное) время; оплата очередных отпусков, выплаты за выслугу лет, оплата за время выполнения государственных и общественных обязанностей и т. п. Эти выплаты принимаются в размере 10—20% основной заработной платы производственных рабочих.

Отчисления на социальное страхование. Расходы идут на удовлетворение общественных потребностей и не являются производственными затратами, а представляют собой форму перераспределения прибавочного продукта.

Отчисления на социальное страхование (страховые взносы предприятий, учреждений и организаций) соответствуют установленным нормам и колеблется в зависимости от характера и условий работы в разных отраслях в пределах от 7 до 20% общего фонда заработной платы. В судостроении отчисления составляют 18,2 (на волеизъявление — 13%), следовательно,

$$O_c = 0,18(Z_0 + Z_{\text{доп}}), \quad (2.11)$$

где 0,18 — норма отчислений на социальное страхование; $Z_{\text{доп}}$ — дополнительная заработная плата производственных рабочих.

Расходы на подготовку и освоение производства. К статье относятся расходы на освоение новых предприятий, произ-

водства, цехов и агрегатов (пусковые расходы); расходы на подготовку и освоение производства новых видов продукции и в новых технологических процессах, в том числе стоимость работ ЦКБ по разработке рабочей проектной документации, расходы на изготовление базового комплекта технологической оснастки, на разработку технологического процесса изготовления нового изделия и т. п., отнесенных в фонд освоения новой техники; отчисления в фонд амортизации за создание и освоение новой техники.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. В статью включаются затраты на содержание, амортизацию и текущий ремонт производственного и вспомогательно-транспортного оборудования, ценных инструментов, цехового транспорта и др., а также затраты на восстановление изношенных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений общего назначения.

Сюда же относят затраты на топливо и энергию для технологических целей, если они не учтены в особых статьях калькуляции, вспомогательные материалы для технологических целей, а также другие затраты, связанные с работой оборудования, но не отраженные в других статьях калькуляции.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования относят к косвенным расходам, так как трудно выделить доле этих расходов, приходящихся на конкретное изделие. Целесообразным приемом является распределение расходов между изделиями пропорционально тарифному фонду заработной платы производственных рабочих исходя из того, что заработная плата пропорциональна трудоемкости изготовления изделий, а трудоемкость отражает затраты времени работы оборудования на их обработку.

Таким образом годовая сумма фонда заработной платы производственных рабочих по среднему расценкам делится между изделиями в таком же соотношении, как и годового фонда времени эффективной работы оборудования. Годовые затраты на содержание и эксплуатацию оборудования распределяются по изделиям в тех же пропорциях.

В себестоимость конкретных изделий расходы включаются пропорционально нормативу и расценке на изделие:

$$P_{\text{об.г}} = S_{\text{об}} Z_1 T, \quad (2.12)$$

$$S_{\text{об}} = (P_{\text{об.г}} / Z_1 T) 100\%. \quad (2.13)$$

Здесь $P_{\text{об.г}}$ — расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, подлежащие включению в себестоимость изделий; $S_{\text{об}}$ — норматив расходов по содержанию и эксплуатации оборудования, % $S_{\text{об}} = 120 + 150 Z_1$; $Z_1 T$ — тарифный фонд заработной платы по изделию T (расценка на изделие); $P_{\text{об}}$ — сумма расходов по содержанию и эксплуатации оборудования по плану в целом; $Z_1 T$ — тарифный фонд заработной платы производственных рабочих цеха.

Например, следует определить сумму расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, подлежащих включению в себестоимость данной единицы,

елье тарифный фонд заработной платы производственных рабочих цеха 130 тыс. руб., стеной рассматриваемая расценка по цеху 325 тыс. руб., расценка за сдельно 220 руб.

Норматив расходов по формуле (2.13) составит $(225-130)/100 = 0,95$ % и в абсолютном выражении войдет по формуле (2.12) $220 \cdot 0,95 = 209$ руб. во общий суммарный расход на содержание и эксплуатацию оборудования.

Метод приводит к правильным результатам лишь тогда, когда все виды продукции изготавливаются на оборудовании примерно одинаковых типов и марок. Если же оборудование различается своей сложностью и стоимостью, то распределение затрат пропорционально заработной плате может привести к серьезным искажениям себестоимости изделий.

Например, изделия проекта А обрабатываются на механизированной линии, которую обслуживают 15 производственных рабочих с годовым тарифным фондом заработной платы 25 тыс. руб. Изделия проекта В обрабатываются на универсальном оборудовании, которое обслуживают 30 рабочих с годовым тарифным фондом заработной платы 45 тыс. руб. Расход на содержание и эксплуатацию механизированной линии, рассчитанные поэлементно, составляют 32 тыс. руб., а по группе универсального оборудования — 46 тыс. рублей.

Норматив расходов по формуле (2.13) $(32 + 46)/(25 + 45)/100 = 0,97$ %. На изделия проекта А при распределении расходов пропорционально заработной плате будет отнесено 25 тыс. руб. $(32 \cdot 1,99)$, т. е. на 7 тыс. руб. меньше, а на изделия проекта В — 47 тыс. руб. $(46 \cdot 1,99)$, т. е. на 7 тыс. руб. больше.

Для обоснованного распределения расходов на содержание и эксплуатацию оборудования необходимо их согласовать не только с арментами работы оборудования, на котором продукция производится, но и со сложностью и стоимостью этого оборудования. Для этой цели разработан метод коэффициента «машин-часов» [22], в соответствии с которым время технологической обработки изделия приводится к одному уровню эксплуатационных затрат.

Износ инструментов и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы. В статью включается стоимость работ НКБ по обслуживанию судов во время постройки в объеме, предусмотренном договором, оплата консультаций, экспертизы, наблюдений Регистра СССР, стоимость энергии всех видов для обслуживания судна, амортизация стальных, свинцовых, расходы на докование судна, поддержание в рабочем состоянии специальной судостроительной оснастки и др. В структуре себестоимости судов данная статья составляет 4—8 %.

Цеховые (общепроизводственные) расходы. К статье относятся заработная плата и отчисления на социальное страхование аппарата управления цехов; амортизация и затраты на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехозяйственного назначения; затраты на опыты, исследования, рационализацию и изобретательство цехового характера, затраты на мероприятия по охране труда и другие цеховые затраты, связанные с управлением и обслуживанием производства.

Общезаводские (общехозяйственные) расходы. Статья включает заработную плату и отчисления на социальное страхование персонала заводоуправления; расходы на служебные командировки; расходы на содержание, текущий ремонт и амортизацию зданий, содержание заводских лабораторий, затраты по охране труда; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы всего завода; расходы по содержанию пожарной механизированной и сторожевой охраны, по производственной практике студентов и пр.

Цеховые и общезаводские расходы также относятся к косвенным расходам. При их распределении между отдельными изделиями полагают, что каждому изделию соответствует доля этих расходов, пропорциональная времени нахождения изделий в цехе или заводе. Расчет ведется пропорционально тарифному фонду заработной платы в части сдельной расценки, приходящейся на изделие:

$$S_{1i} = (Z_i/Z_{\Sigma i})100\%; Z_i = (S_i/100)Z_i; \quad (2.14)$$

$$S_2 = (Z_2/Z_{\Sigma 2})100\%; Z_2 = (S_2/100)Z_2; \quad (2.15)$$

где S_{1i} , S_2 — норматив цеховых и общезаводских расходов, %; $S_i = 90 + 120\%$, $S_2 = 60 + 90\%$; Z_i , Z_2 — цеховые и общезаводские расходы, включаемые в себестоимость изделия i ; $Z_{\Sigma i}$ — тарифный фонд заработной платы производственных рабочих завода.

Цеховые и общезаводские расходы называют условно-постоянными, так как они практически не зависят от изменения объемов производства (пока рост объемов производства не потребует реконструкции действующего производства). На данное положение следует обратить внимание. Как правило, на предприятиях строится несколько судов и распределение косвенных расходов пропорционально заработной плате упрощает расчеты.

Например, трудоемкость постройки судна по сравнению с прототипом, трудоемкость постройки которого составила 375 тыс. норм.-ч, снизилась на 28 % при единичной тарифной ставке производственных рабочих 1,8 руб., нормативе цеховых расходов 120 % и общезаводских расходов 90 %.

В себестоимости судна по формулам (2.14) и (2.15) будут включены следующие расходы, составившие 300 + 2,8 · 2,1 = 504 тыс. руб. для нового судна и 375 + 6,8 · 2,1 = 630 тыс. руб. для судна-прототипа. Экономия составит 126 тыс. руб. Но эта экономия будет лишь в том случае, если и полностью продукция, изготовленной предприятием, возрастает в соответствии со снижением трудоемкости работ. Если такого роста не будет, то доля косвенных расходов, приходящая на одно судно, не изменится и себестоимость увеличится не на 504, а на 630 тыс. руб.

В методике [61 С. 13] указано: «Расчеты снижения себестоимости продукции должны учитывать только те затраты, которые уменьшаются в связи с производством и использованием новой техники. При этом цеховые и общезаводские расходы должны быть скорректированы прямым счетом по изменяющимся статьям (их расчет пропорционально снижению заработной платы не допускается)».

Потери от брака. В статью включаются затраты, связанные с изготовлением недоброкачественных изделий.

Прочие производственные расходы. В статье планируются и учитываются отчисления или расходы на научно-исследовательские и опытные работы, затраты на гарантийное обслуживание и ремонт продукции; другие расходы, не относящиеся ни к одной из указанных выше статей затрат.

Итоговая производственная себестоимость. Статья включает сумму расходов по всем предыдущим статьям и показывает сумму издержек производства на данном этапе.

Внепроизводственные расходы. В статье планируются и учитываются расходы на тару и упаковку продукции на складах готовой продукции, на транспортировку продукции, расходы связанные со сбытом продукции.

Полная себестоимость. В статье суммируются затраты, связанные с производством продукции и ее поставкой заказчику или сбытовой организации.

2.3.3. Расчет цен на судна на основе калькуляционных статей расходов. Цену судна устанавливают исходя из полной себестоимости и прибыли. Прибыль рассчитывают по нормативу рентабельности. Этот норматив для судостроительных предприятий составляет 32 % полной себестоимости C за вычетом материальных затрат, т. е. цена определяется по выражению $\Pi = C + 0,32(C - M_1)$.

Переход предприятий отрасли на самофинансирование потребует изменения норматива рентабельности. Предварительные расчеты показывают, что он должен возрасти в 1,5–2,0 раза.

Как правило, на судостроительных предприятиях одновременно строится несколько судов. Расчет по калькуляционным статьям расходов в целом по судну (котловой метод), обладая простотой, может

| Состав статей | Ориентировочная стоимость судна | Примерно удельные затраты на единицу | | | | | Минимальная себестоимость в общей цене |
|--|---------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|---|--|
| | | Изготовление корпусов и шлюзов в рабочих цехах верфей и монтажной документации | Изготовление днищ и корпусов на верфях и корпусных цехах | Остаточные по принадлежности затраты корпусных цехов | Установочные корпусные цехи на верфях | Итоговая стоимость изделия и затраты на монтаж и доставку | |
| Заработная плата производственных рабочих | 6,4 | 0,5 | — | 1,2 | 0,1 | 3,1 | 8,5 |
| Косвенные расходы | 15,6 | 1,5 | — | 3,5 | 0,2 | 0,2 | 21,3 |
| Контрольные поставки и работы | 38,6 | 2,2 | 3,1 | 8,4 | — | — | 45,3 |
| Специальные и прочие расходы | 10,7 | 2,2 | 3,2 | 8,4 | 6,3 | — | 30,4 |
| Зачисленность себестоимости | 89,7 | 13,8 | 10,7 | 10,6 | 6,6 | 0,5 | 134,9 |
| Планируемые накопления | 10,3 | — | — | — | — | — | 15,9 |
| Проект отставкой цены | 100 | — | — | — | — | — | 150,8 |
| Отставкой цены, утвержденная Госкомитетом СССР | 200 | — | — | — | — | — | 184,3 |

привести к значительным потерям. В табл. 2.3 приведен укрупненный анализ причин, вызывавших рост затрат заводо-строителя.

2.4. Расчет цен на суда по группам конструктивной разбивки

Метод расчета цен на суда по группам конструктивной разбивки активно разрабатывался в 30-х гг. в связи с внедрением цехового хозрасчета, когда результаты работы цеха оценивались при сравнении фактических затрат с утвержденными кредитами на материалы и рабочую силу [48, С. 40]. Свертывание хозрасчетных отношений привело к последующему вытеснению этого метода „котловым” методом и с середины 60-х гг. он практически не использовался. Затратному механизму ценообразования больше удовлетворял „котловый” метод расчета себестоимости — в соответствии с калькуляционными статьями расходов в целом по судну при учете индивидуальных условий постройки судов на каждом предприятии.

Таблица 2.3. Изменение заказной себестоимости, прибыли и отставкой цены, %, при строительстве головного танкера по статьям затрат

| Состав статей | Ориентировочная стоимость судна | Примерно удельные затраты на единицу | | | | | Минимальная себестоимость в общей цене |
|---|---------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|---|--|
| | | Изготовление корпусов и шлюзов в рабочих цехах верфей и монтажной документации | Изготовление днищ и корпусов на верфях и корпусных цехах | Остаточные по принадлежности затраты корпусных цехов | Установочные корпусные цехи на верфях | Итоговая стоимость изделия и затраты на монтаж и доставку | |
| Материалы | 17,7 | 4,7 | — | 8,1 | — | 8,1 | 22,6 |
| Поставки по заказной конструктивной себестоимости | 3,5 | 2,1 | 0,4 | — | — | — | 4 |
| Себестоимость | 100 | 8,5 | — | 19,5 | 0,7 | 1,3 | 130 |

С введением на современных предприятиях полного холастета метод определения цен на суда по группам конструктивной разбивки может стать основой при анализе их производственной деятельности.

2.4.1. Номенклатура групп конструктивной разбивки и их удельное значение в цене судна. В качестве элементов, определяющих цену судна, берутся, как правило, группы конструктивной разбивки судна, используемые при расчете нагрузки масс. Если расчет выполняется на предпроектных стадиях, в условиях ограниченной информации, то по методике ЦНИИМФ (для морских транспортных судов) или ЦНИИЭВТа (для судов внутреннего плавания) в качестве групп конструктивной разбивки принимаются [44, С. 250]: 1) металлический корпус; 2) оборудование корпуса; 3) ЭУ; 4) общие производственные работы.

2.4.2. Расчет цен по группам конструктивной разбивки. В состав укрупненных групп входят следующие элементы: металлический корпус. Группа включает в себя собственно корпус;

оборудование корпуса. В группу входят деловые ящи, дерево, покрытие, обшивка, оборудование помещений, судовые устройства, палубные механизмы, судовые системы, сигнализация, навигационные, электро- и радиоборудование;

энергетическая установка. Группа включает главный двигатель, автоматика, механическое оборудование и трубопроводы ЭУ;

общие производственные работы. Эта группа состоит из общих производственных и вспомогательных работ по судну в целом, доковых работ, сварочных, клепочных и слесарных испытаний.

Стоимость по укрупненным группам рассчитывается умножением характеристики укрупненной группы на удельную стоимость.

В качестве характеристик укрупненных групп приняты следующие: по группе „Металлический корпус” — масса металлического корпуса и фундаментов, по группе „Оборудование корпуса” — масса оборудования корпуса, по группе „Энергетическая установка” — максимальная мощность главных двигателей и масса механического оборудования и трубопроводов, по группе „Общие производственные работы” — водоизмещение порожнего судна.

Измерители стоимости укрупненных групп разработаны для судов различного назначения. Например, для сухогрузных судов с массой корпуса $M_k = 1,4 + 6,55 \text{ тыс. т}$ измеритель стоимости укрупненной группы „Металлический корпус”, млн. руб./тыс. т, определяется по формуле

$$K_{\text{м.к.}} = 0,623 - 0,028M_{\text{м.к.}} + 0,003M_{\text{м.к.}}^2 \quad (2.16)$$

При проектировании судна, когда известны завод-строитель и условия постройки, стоимость каждой группы конструктивной разбивки определяется по калькуляционным статьям расходов. Это повышает точность расчетов по сравнению с „котловым” методом расчета цены судна, так как для каждой конструктивной группы можно

более учесть условия изготовления на заводе-строителе (косвенные расходы, нормы выработки, среднечасовые тарифные ставки по швам предприятия в значительной степени различаются).

Для каждой группы элементов конструктивной разбивки судна цена определяется по следующему выражению:

$$C_i = M_{i, \text{г}} + T_i \cdot \xi_p + P_{\text{конт. пр.}} + \Pi, \quad (2.17)$$

где i — индекс группы конструктивной разбивки; $w_{i, \text{г}}$ — цена единицы „чистой” массы по группам конструктивной разбивки с учетом транспортно-заготовительных расходов (табл. 6б); $T_i = M_{i, \text{г}}/\xi_p$ (табл. 3); $P_{\text{конт. пр.}}$ — косвенные и прочие расходы; Π — прибыль.

2.4.3. Расчет цены судна на основе цен групп конструктивной разбивки. Цена серийно-основанного судна определяется по формуле

$$C_s = C_{\text{м.к.}} + C_{\text{об.к.}} + C_{\text{ЭУ}} + C_p. \quad (2.18)$$

Здесь $C_{\text{м.к.}}$, $C_{\text{об.к.}}$, $C_{\text{ЭУ}}$ — цены укрупненных конструктивных групп „Металлический корпус”, „Оборудование корпуса”, „Энергетическая установка”; C_p — цена укрупненной группы „Работы”.

Особенности судна, оборудования, автоматизация, условий строительства учитываются с помощью коэффициентов. Для расчета цен морских транспортных судов разработаны графики стоимости конструктивных групп в зависимости от массы элементов, входящих в группы, а для главных двигателей в ВРМ — от мощности ГЭУ (рис. 1, 2). Проектная стоимость серийного судна определяется как сумма стоимостей конструктивных групп, в том числе ГЭУ и ВРМ, общих и вспомогательных работ при строительстве судна $C_{\text{ср. в}}$ и остатка $C_{\text{ост. в}}$ и стоимости проектных работ $C_{\text{пр.}}$ (рис. 3), разделенных на число судов и серии n :

$$\Pi = \sum C_i + C_{\text{ср. в}} + \frac{C_{\text{ост. в}} + C_{\text{пр.}}}{n} \quad (2.19)$$

Из формулы (2.19) следует, что алгоритм расчета стоимости судов с использованием групп конструктивной разбивки прост и при наличии использованной нормативной базы легко реализуем на ЭВМ, что подтверждает практика работы ЦНИИМФ¹.

На последующих стадиях проектирования, когда вымывается более подробная нагрузка масс по судну, состав элементов групп конструктивной разбивки расширяется и принимается, например, в соответствии с табл. 2.4.

В таблице представлена структура проектной стоимости судов двух типов по группам конструктивной разбивки (см. также табл. 4, 5В).

¹ В 1987 г. ЦНИИМФ вошло в состав ЦНИИМФ.

Таблица 2.6. Структура проектной стоимости морских транспортных судов по группам конструктивной разбивки

| Звенья групп конструктивной разбивки | Стоимость звеньев групп разбивки, % | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------|
| | Строительные суда | Танкеры |
| Металлический корпус | 21-27 | 35-42 |
| Дельные ячеи | 4,5-8 | 1,4-4,4 |
| Деряно, Паклямен, изоляция | 8,3-18,6 | 5,8-8 |
| Оборудованное оборудование | 2-3,7 | 1,1-1,8 |
| Судовые устройства | 4,8-7 | 6,8-12,2 |
| Палубные механизмы | 5,2-8,6 | 2,7-4 |
| Судовые системы | 3,6-5,1 | 4,7-10 |
| Трубопроводы МЭО | 8,6-11,3 | 9,9-2,4 |
| Металлическое оборудование | 4,5-8,9 | 4,5-7,5 |
| Электрооборудование | 4,1-8,7 | 3,2-5,3 |
| Радио- и навигационное оборудование | 1,3-3,9 | 1,8-1,8 |
| Снабжение | 0,5-1,1 | 3,1-0,5 |
| Энергосистема установка | 9,3-15 | 6,5-9,7 |
| Общая производственная работы | 10-13 | 9,5-10,5 |

Немаловажно то, что сбор статистических данных о затратах по группам конструктивной разбивки чрезвычайно сложен, чем по судам в целом, основное преимущество, которое будет получено при широком использовании данного метода в ценообразовании, – возможность всестороннего анализа трудоемкости и стоимости постройки судов не только одного, но и разных проектов, строящихся как на одном, так и на разных предприятиях [12, С. 190].

Начиная с 1971 г. в отечественной литературе начали широко осваивать и пропагандировать функционально-стоимостный анализ (ФСА) как метод снижения издержек производства. Расчет стоимости судов с использованием разбивки по элементам нагрузки масс является реализацией этого принципа в судостроении на уровне судна.

2.5. Оценка результатов при постройке судна

Экономический эффект, полученный при расчете эффективности нового судна, еще не свидетельствует о заинтересованности судостроительного предприятия в постройке этого судна. Действующий хозяйственный механизм слабо связывает текущие хозяйственные интересы строителей судов с экономическим эффектом, который будет в перспективе реализован у предпринимателя, эксплуатирующего суда.

Знание последствий, которые вызываюся принятыми проектными решениями на судостроительном предприятии, позволит конструктору учесть в решении особенности, накладываемые требованиями заказчика, и облегчить процесс согласования проектной документации.

2.5.1. Влияние процесса постройки нового судна на экономические показатели работы предприятия-строителя. Осуществлен строительство

судна, предприятие должно обеспечить за счет роста производительности труда прирост фонда заработной платы и получить прибыль, достаточную для расчетов с государством и формирования фондов экономического стимулирования.

Новые суда требуют при строительстве:

- 1) новых материалов, комплектующих изделий и контрагентских поставок;
 - 2) новой технологической оснастки;
 - 3) нового оборудования.
- Влияние нововведений на экономические результаты работы предприятия показано на рис. 2.1.

Новые материалы, комплектующие изделия, контрагентские поставки. Все это требует дополнительной координации, что в условиях дефицитности материальных ресурсов предприятию невыгодно. Задержка поставок вызывает дополнительные расходы судостроительного предприятия, срыв плана поставок по

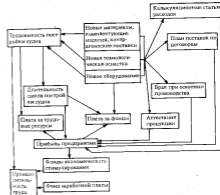


Рис. 2.1. Влияние нововведений на результаты работы предприятия

договорам и соответствующие экономические санкции. В процессе освоения производства, при работе с новыми материалами, комплексными изделиями, контрагентскими поставками происходит рост трудоемкости, снижение производительности труда, увеличение длительности цикла постройки судов и уменьшение общей суммы прибыли, получаемой предприятием. Для снижения указанных отрицательных последствий на головные суда и суда головной серии устанавливаются договорные цены и более высокая норма трудоемкости.

Увеличение длительности цикла постройки судна приводит к росту нормируемых оборотных средств и платы за фонды, осуществляемой из прибыли предприятия (см. п. 8.3).

Новак технологическая оснастка. Новый проект судна предполагает создание технологической оснастки, что требует затрат на ее проектирование и изготовление, вызывает рост фондоемкости производства и увеличение платы за фонды.

Новое оборудование. Новый проект судна сопровождается внедрением новых технологических процессов и нового технологического оборудования. Применение нового оборудования требует реконструкции действующих участков, цехов, что вызывает нежелательные изменения производительности труда и длительности цикла постройки судна. Следует учитывать и то, что рост цен на новое оборудование до настоящего времени опережает рост производительности труда, обеспечиваемый этим оборудованием. Низкие цены преопределяют отвлечение предприятий к выпуску новой продукции.

2.5.2. Влияние цены судна на экономический эффект. Все решения, заключаемые конструктором в проект судна, отражаются на его цене. Совокупность анализируемых параметров, влияющих на цену судна, обозначим как X [1]. Исследуемая целевая функция, в соответствии с формулой (1.19), получит вид

$$Z(X) = C_1 k_m - C_2(X) + \frac{R_1 k_n - R_2(X)}{P_2 + E_m} \quad (2.10)$$

Сравнительная эффективность судов при изменении цены составит

$$\Delta \epsilon_{cp} = \Delta \Pi + \frac{1}{P_2 + E_m} \Delta E \quad (2.11)$$

Здесь $(P_2 + E_m) = 6,0 + 6,2$, а $\Delta E = (0,918 + 0,020)\Delta \Pi$. При этом ΔE обусловливается изменением суммы абсолютной величины амортизационных отчислений по капитальный ремонт и модернизацию судна R_2 , м зависящей от цены судна.

Оценку экономического эффекта к приращению цены судна k_{cp} определяем сроком службы $[P_2 = 1/U_{12}]$ и нормой амортизационных отчислений. Для судов определенных типов эти величины регламентированы, что позволяет по изменению цены судна прогнозировать

изменение сравнительной эффективности. Например, для морских сухогрузных судов при сроках службы 20–25 лет получим

$$\Delta \epsilon_{cp} = k_{cp} \Delta \Pi, \quad (2.12)$$

где $k_{cp} = 1,11 + 1,12$.

Полученные результаты представлены на рис. 2.2. Таким образом, цена существенным образом отражается на экономической эффективности судна.

2.5.3. Тенденции изменения цен на суда. Факторы, влияющие на отдельные составляющие себестоимости судов, можно структурировать следующим образом:

- 1) организации проектирования, качество проектных решений, их технико-экономические обоснования;
- 2) технический уровень предприятия, технологии и организации постройки судна на предприятии;
- 3) цены на материалы, тарифные ставки, транспортные тарифы и т. д.

Первая группа факторов рассмотрена в п. 1.1, 1.4, 5.1, 8.1.

Технический уровень предприятия, технология и организация постройки судов. Эти факторы влияют на производительность труда, сокращение материальных и трудовых затрат на постройку судов. Однако повышение технического уровня связано со значительными капитальными вложениями и, следовательно, с ростом амортизационных отчислений. И здесь важно обеспечить опережающий рост производительности труда над капитальными вложениями. Реальность такова, что цены на оборудование растут значительно быстрее, чем повышается производительность труда. Это ведет к увеличению суммы амортизационных отчислений и других составляющих косвенных расходов, включаемых в себестоимость постройки судна.

Экономически целесообразные соотношения между ростом производительности труда и цен на оборудование находятся по зависимости, аналогичной (2.2), (4.17).

Цены на материалы, тарифные ставки, транспортные тарифы. Начиная с середины 60-х гг. трижды возросли новые префиксы цен на сырье и материалы (1967, 1973, 1982). В результате цены на наиболее широко применяемые материалы и стали возросли (только в 1982 г. на 20–25%). В соответствии с данными табл. 2.2 затраты на сырье и материалы в структуре себестоимости судна составили 20–30%. Рост цен на материалы отражается и на цене контрагентских поставок, стоимости строительно-монтажных работ.



Рис. 2.2. Зависимость переопределенного сравнительного экономического эффекта от изменения цены судна

В последние годы осуществляется переход к новым тарифным ставкам и должностным окладам, повышается роль выплат из прибыли предприятий. При этом зачастую происходит опережение темпов роста заработной платы над производительностью труда, что вызывает в структуре себестоимости судов рост составляющих, связанных с заработной платой.

Известное следствие состоит в том, что 60–70% составляющих в структуре себестоимости судов имеют устойчивую тенденцию к росту и вызывают рост цен на суда. Это подтверждается опубликованными данными по развитию морского и речного флота. Так, в XI пятилетке стоимость 1 т дедвейта морского флота возросла почти вдвое¹, стоимость 1 т тоннажа самоходных сухогрузных судов речного флота возросла в 2,3 раза, танкерного флота – в 1,6 раза [46].

Проведенный А. Ф. Иконниковым анализ изменения цен на морские транспортные суда показал, что начиная с 1965 г. ежегодный прирост составляет 3–4%. Эти данные подтверждаются исследованиями, проведенными ЦНИИ „Румб“ (табл. 2.5).

В основных положениях коренной перестройки управления экономикой (жизельский Планум ЦК КПСС 1987 г.) указано: „В целях обеспечения нормального уровня рентабельности соответствующих отраслей, стимулирования экономики топливно-сырьевых ресурсов повысить цены на сырье и топливо“. При этом за XII пятилетку должна снизиться себестоимость продукции на 9–11%.

Таблица 2.5. Динамика цен 1 т дедвейта/тоннажа перевозимых грузовых транспортных судов

| Показатель | Годы | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Конец 50-х – начало 60-х гг. | Средняя – конец 60-х гг. | Начало – середина 70-х гг. | Середина – конец 70-х гг. | Начало – середина 80-х гг. |
| Цена, действующая на период построения серийного судна, тыс. руб./т | 1,50 | 1,51 | 1,52 | 2,00 | 2,18 |
| Темп роста | 3 | 1,48 | 1,69 | 1,38 | 2,14 |
| В сопоставимых ценах 1982 г., тыс. руб./т | 1,56 | 1,89 | 2,00 | 2,4 | 2,29 |
| Темп прироста, % по сравнению со средним по отрасли к началу периода | – | 21 | 6 | 18 | –4 |
| | – | 21 | 29 | 33 | 47 |

Если обратиться к зарубежному опыту, то увидим, что фактически успеха добились южнокорейские судостроительная промышленность. Южнокорейские суда на 15–20% дешевле японских¹ – это позволяет Корею успешно экспортировать свою судостроительную продукцию в условиях кризиса воспроизводства морского транспорта в капиталистических странах.

ГЛАВА 3

РАСЧЕТ ЗАТРАТ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ

3.1. Расчет эксплуатационных затрат по судну

В экономических обоснованиях проектных решений при проектировании судов обычно издержки в формуле (1.5) представляются собой расходы по эксплуатации судна. Эксплуатационные расходы по содержанию судов определяются на основе нормативов судостроительных расходов или калькулирования затрат.

3.1.1. Номенклатура статей расходов. При калькулировании эксплуатационных расходов судна принята следующая номенклатура статей затрат:

- 1) содержание экипажа с отчислениями на социальное страхование;
- 2) амортизационные отчисления на полное восстановление (репарация) и капитальный ремонт судов;
- 3) текущий ремонт;
- 4) топливо;
- 5) материально-техническое снабжение;
- 6) навигационные расходы и сборы;
- 7) косвенные расходы.

Применительно к речным судам добавляются расходы, связанные с лизингом отстоем судов.

Структура эксплуатационных затрат для морских и речных судов приведена в табл. 3.1, 3.2.

¹ Кореловым Н., Шеймас В. Поступь древетов // Социалистическая индустрия 1988. 30 авг.

¹ Экономическая газета, 1982. № 26.

Таблица 3.1. Доля отдельных статей затрат, % в расчетной себестоимости содержания судна на ходу [4, С. 67]

| Тип судна | Расходы, предусмотренные статьей 604 | | | | Прочие расходы | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------------|-------|-----------------------|---|------------------------|--------------------|
| | на топливо и электроэнергию | на текущий ремонт | на содержание в портах | вита | на содержание экипажа | на содержание судна и на содержание экипажа | на содержание в портах | содержание экипажа |
| Универсальные судна | 29-40 | 3,4-4,5 | 1,4-2,3 | 36-46 | 10-30 | 21-46 | 1,6-4,5 | 2,2-4,3 |
| Торговые суда | 29-36 | 4,3-4,2 | 1,5-2 | 37-45 | 14-30 | 29-35 | 3,7-5 | 3,4-3,3 |
| Линейные | 30 | 3,1 | 1,5 | 37-38 | 12 | 44 | 2,5 | 3 |
| Рейдовые транспорты | 36-45 | 3,2-4,3 | 1,3-2,4 | 44-52 | 9-27 | 24-43 | 1,2-3,9 | 2,3-3,3 |
| Каналы | 37-38 | 4,3-6 | 2,0-2,5 | 44-45 | 13-17 | 30-35 | 2,3-2,7 | 2,5-3,7 |

Таблица 3.2. Доля отдельных статей затрат в эксплуатационных расходах речных судов [40, С. 42]

| Тип судна | Топливо, предусмотренное статьей 5 | | | | Прочие расходы | | | |
|---------------|------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
| | на топливо | на содержание в портах | на текущие расходы | на материалы и расходные материалы | на содержание экипажа | на топливо и на содержание в портах | на содержание судна | содержание экипажа |
| Торговые суда | 24-30 | 4,5-4 | 0,8-1,6 | 36-38 | 14-25 | 16-43 | 3-10 | 8-14 |
| Линейные суда | 17-25 | 4-11 | 0,5-0,9 | 23-26 | 7,5-18 | 13-43 | 5-20 | 5-20 |
| Рейдовые | 30 | 5-14 | 0,4-1 | 34-44 | 17-23 | 18-27 | 1-2,8 | 11-24 |
| Пассажирские | 18-25 | 3-11 | 0,5-1 | 33-37 | 9-19 | 16-37 | 1,5-7 | 8-11 |

3.1.2. Содержание и расчет эксплуатационных расходов судна. Порядок определения отдельных статей регламентируется отраслевыми инструкциями [36, 81] и изложен в работах [6, 44].

Содержание экипажа с отчислениями на социальное страхование. Расходы складываются из основной и дополнительной заработной платы, начисленной на заработную плату, питание, а также части зарплаты, выплачиваемой в неоплаченные дни.

На судах речного флота используется метод определения расходов на содержание экипажа на основе месячного фонда заработной платы по должностным окладам. С учетом зимнего отстоя речных судов расходы на содержание экипажа составят

$$Z_{\text{экипаж}} = \left[\frac{k_{\text{э.р.}} k_{\text{р.}} Z_{\text{м.о.}}}{30,6 k_{\text{р.}} n} \left(k_{\text{э.п.}} + \frac{1,2 T_{\text{отст.}}}{T_{\text{м.о.}}} \right) k_{\text{э.с.}} + \frac{Z_{\text{пит.м.}}}{30,6 k_{\text{р.}} n} + \frac{k_{\text{р.}} Z_{\text{м.о.}}}{30,6 k_{\text{р.}} n} k_{\text{отст.}} k_{\text{э.с.}} \frac{T_{\text{э.о.}}}{T_{\text{м.о.}}} \right] T_{\text{м.о.}} \quad (3.1)$$

Здесь $k_{\text{э.р.}}$ - коэффициент, учитывающий расходы на заработную плату экипажа за период вооружения и развооружения судов, принимаемый равным для самоходных судов 1,04-1,07, для несамоходных судов 1,02-1,02; $k_{\text{р.}}$ - районный коэффициент, учитывающий изменение заработной платы экипажа в зависимости от района плавания; $Z_{\text{м.о.}}$ - месячный фонд заработной платы по должностным окладам за эксплуатационный период при $k_{\text{э.п.}} = 1$; $k_{\text{э.п.}}$ - коэффициент рабочего периода, принимаемый равным для грузовых судов суммарных теплоточасов и танкеров, 0,8, для буксиров и толкачей 0,95 и для несамоходных судов 0,96; $k_{\text{э.с.}} = 1,5$ - коэффициент, учитывающий доплаты и дополнительную заработную плату; 1,2 - отношение количества фактически отработанных дней в навигационный период к количеству рабочих дней в месяце межнавигационного периода (30,6 : 25,4 = 1,2); $T_{\text{отст.}}$ - количество дополнительных дней отстоя, представляемых за работу сверх установленной продолжительности рабочего времени; $k_{\text{э.с.}} = 1,13$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование; $Z_{\text{пит.м.}}$ - стоимость питания 1 чел. за месяц, руб.; n - численность экипажа, чел.; $Z_{\text{м.о.}}$ - месячный фонд заработной платы членов команды, отчисляемых на зимний отстой (90 % навигационных окладов для первого тарифного поста); $k_{\text{отст.}} = 1,2$ - коэффициент, учитывающий прочие расходы за время зимнего отстоя; 30,6 - среднее количество дней в месяце в межнавигационный период; $T_{\text{э.о.}}$ - продолжительность зимнего отстоя, сут.; $T_{\text{м.о.}}$ - время эксплуатации, сут.

Численные значения величин, входящих в формулу (3.1), устанавливаются, основываясь на отраслевых инструкциях и приказах министерства.

Применительно к морскому транспорту такой расчет не обеспечивает высокой точности и требует значительных затрат времени. В связи

с тем для определения расходов на содержание экипажа используют метод удельных показателей. Такие показатели в качестве примера приведены ниже:

| Тип судна | Расходы в сутки | |
|---|-----------------|-----------|
| | руб. | кнл. руб. |
| Сударботная суда, паромы, суда оледенельного назначения | 13,8 | 3,2 |
| Танкеры, навалочные суда, отопительно-исп. | 18,7 | 3,3 |

Для морских судов

$$P_{\text{экип.}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{экип.}} K_{\text{экип.}} - 1,02^t, \quad (3.2)$$

где $\sum_{i=1}^n$ — норма суточного содержания одного члена экипажа, руб./сут; n — численность экипажа, чел.; $K_{\text{экип.}}$ — коэффициент, учитывающий бассейны плавания или порт приписки судна; t — число лет от года установления норматива до года выполнения расчета.

Численность экипажа морского судна в соответствии с типовым штатом расписанием, устанавливается приказами министерства. Численность зависит от типа судна и его дедвейта (при дедвейте до 10 тыс. т примерно 33 чел., до 75 тыс. т около 38 чел. и при большом дедвейте до 45 чел.). Аналогичная численность экипажа характерна и для речных судов.

По уровню среднемесячной заработной платы водный транспорт занимает первое место среди отраслей народного хозяйства. В 1986 г. зарплата составила 272,4 руб./мес против 215,7 руб. по промышленности [71, С. 431].

Численность экипажа судна оказывает влияние на стоимость судна. Стремление обеспечить комфортность условий обитаемости на судне и безопасность плавания вызывает естественный рост стоимости жилой надстройки. На основании статистических данных установлено, что за 20 лет на судах морского флота отечественной постройки стоимость жилой надстройки, приходящаяся на одного члена экипажа, повысилась на 110–130%. Улучшение жилищных условий на судне способствует повышению производительности труда моряков. Определить стоимость жилой надстройки можно с помощью рис. 3.1.

Амортизационные отчисления на полное восстановление и капитальный ремонт судна. Часть стоимости судов ежегодно, в соответствии с изданными амортизационных отчислений, включается в эксплуатационные расходы и относится на себестоимость перевозок. Норма амортизации показывает, какую часть своей стоимости основные фонды переносят на продукт в течение года. Нормы амортизационных отчислений регламентируются и установлены для полного восстановления основных фондов (реновации) и капитального ремонта и модернизации (см. табл. 1.6). В целях своевременного обновления основных фондов, ускорения НТП и прекращения

неэффективного капитального ремонта оборудования планируются введение норм амортизационных отчислений только на полное восстановление основных фондов.

Удельный вес амортизационных отчислений в себестоимости перевозок довольно высок: 30% против 8 в себестоимости продукции машиностроительного комплекса [71, С. 129]. Это предвещает особые требования к эффективному использованию флота (для конкретного судна абсолютная сумма амортизационных отчислений по годам постоянная, поэтому чем выше объем перевозок, тем меньшая доля этих расходов приходится на единицу перевезенного груза).

Анализ статистических данных показывает, что суда большую часть времени простаивают. В табл. 8В приведено среднее ходовое время судов с грузом по пароходствам морского флота, которое составило 46,2%. По судам речного флота ситуация еще хуже, что продемонстрировано ниже [7, С. 351] и в табл. 9В.

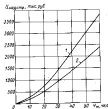


Рис. 3.1. Изменение стоимости надстройки $C_{\text{надст.}}$ от количества экипажа $n_{\text{экип.}}$
1 — суда типа АМТ; 2 — остальные суда

| Тип судна | Удельный вес ходового времени с грузом в зависимости от $T_{\text{ход.}}$, % | | |
|---------------------------|---|------|------|
| | 198 | 198 | 198 |
| Буковые | 37,1 | 34,4 | 33,8 |
| Нефтяные танкеры | 31,0 | 38,5 | 31,4 |
| Сударботные танкеры | 27,4 | 25,1 | 25,1 |

Естественно, что такое использование флота отражается на абсолютной величине прибыли, получаемой пароходствами, и уровне рентабельности, представляющим отношение прибыли к первоначальной стоимости основных фондов C_0 и нормированных оборотных средств $H_{\text{об.т.в.}}$.

$$R = \frac{\Pi}{C_0 + H_{\text{об.т.в.}}} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

Численное значение R изменяется по годам следующим образом [71, С. 624]:

| Вид транспорта | 199 | 190 | 180 | 196 |
|----------------|------|------|------|------|
| Морской | 16,8 | 17,4 | 16,7 | 13,6 |
| Речной | 12,8 | 10,0 | 5,9 | 6,0 |

При росте цен на суда 3-4% в год, среднегодовом удорожании стоимости строительства морских, речных портов, причалов на 8-8,5% за 1961-1960 гг. [47, С. 57] и не улучшающейся работы флота увеличивается знаменатель формулы (3.3) и каждый рубль, вложенный во флот, дает все меньшую отдачу.

На использовании флота отражается и структура основных фондов этих отраслей, которая приведена ниже [47, С. 121]:

| Вид фонды, % в том числе | Морской и речной транспорт | |
|-----------------------------|----------------------------|------|
| | 100 | 100 |
| Транспортные средства | 76,6 | 47,6 |
| Здания и сооружения | 13,7 | 39,4 |
| Машины и оборудование | 6,3 | 11,6 |
| Прочие | 3,5 | 1,4 |

Ускоренное вложение средств в порты позволило бы уменьшать время погрузо-разгрузочных работ и окисдания причалов.

Перечисленные факторы должны учитываться при проектировании судна, т. е. особое внимание следует уделять развитию, связанным с изменением целевой отдачи судов. Этот вывод следует также из формул (4.11), (4.17).

Текущий ремонт судов. Затраты на выполнение профилактических и ремонтных работ финансируются за счет эксплуатационных расходов независимо от того, выполняются ли эти работы судоремонтными заводами, безами капитального ремонта или силами судовых экипажей. К ним относятся расходы на мойку машин и комплектации, профилактическое докование, капитальный межрейсовый, профилактический и поддерживающий ремонт, независимо от того, осуществлялся ли эти работы с выведением или без вывода судов из эксплуатации. Периодичность выполнения указанных работ определяется нормативной документацией.

Расходы на текущий ремонт зависят от назначения, размеров, типа судна, мощности главных двигателей, принятой системы планово-предупредительного ремонта, уровня и условий технической эксплуатации флота и ряда других факторов. На рис. 401 представлены нормативы, разработанные ЦНИИМФом на базе технических нормативов трудоемкости ремонтов судов.

В структуре эксплуатационных расходов содержания судов на ходу затраты на текущий ремонт составляют около 5%.

Топливо. Расходы на топливо и смазочные материалы в структуре эксплуатационных затрат составляют 20-30% и зависят от режима использования судна, сортов потребляемого топлива и вязкости и нормы

их расхода, цен на топливо и расходов по бункеровочным базам. Количество топлива, потребленного судном, различно при движении судна, на стоянках при работе собственных грузовых средств и без их работы, поэтому формула для расчета имеет вид

$$F = 24 \left[t_k \left(\frac{\gamma_1 N_1 C_{ГЗУ} + \gamma_2 N_2 C_{ДП}}{10^6} + \frac{\gamma_3 N_3 C_{ГЗУ}}{10^6} \right) (1 + f_1) \right] + 1,07 \left[t_{ст.р} \left(\frac{\gamma_4 N_4 C_{ДП}}{10^6} + \frac{\gamma_5 N_5 C_{ГЗУ}}{10^6} \right) + t_{ст.} \left(\frac{\gamma_2 N_2 C_{ДП}}{10^6} + \frac{\gamma_3 N_3 C_{ГЗУ}}{10^6} \right) \right]. \quad (3.4)$$

Здесь t_k - ходовое время за рейс, сут; $t_{ст.р}$ - время стоянки под грузовыми операциями, сут; $t_{ст.}$ - время стоянки без грузовых операций, сут; γ_1, γ_2 - удельный расход топлива ГЗУ и вспомогательными ДП, г/кВт·ч; γ_3, γ_5 - удельный расход топлива вспомогательными котлами (ВК), кг/т (пара) · ч; N_1, N_2, N_3 - мощность ГЗУ, ДП и ВК на ходу судна, кВт/т (пара) · ч; N_4, N_5 - мощность ДП и ВК на стоянках с грузовыми операциями; N_6, N_7 - мощность ДП и ВК на стоянках без грузовых операций; $C_{ГЗУ}, C_{ДП}$ - стоимость топлива для ГЗУ и ДП, руб./т; f_1 - доля расходов на смазочные материалы; 1,07 - доля расходов на смазочные материалы ДП.

При рассмотрении вариантов судна с отбором мощности на судовые нужды с использованием валогенератора или утилизируемого котла мощности ДП и ВК на ходу судна соответственно уменьшаются или принимаются равными нулю. Для учета нескольких сортов топлива для ГЗУ определяется цена „условного“ топлива, с учетом доли и цены каждого сорта топлива.

Например, 10% ходового времени ГЗУ работает на топливе марки ДП (в расчете, в начале и конце рейса) и другой марки, 90% времени - на марку М48. Стоимость „условного“ топлива будет

$$C_{\Sigma} = 0,1C_{ДП} + 0,9C_{М48} \quad (3.5)$$

Здесь $C_{ДП}$ - цена топлива марки ДП; $C_{М48}$ - цена мазута.

Материально-техническое снабжение. Расходы составляют на водном транспорте 1,1-2,6% эксплуатационных расходов и включают затраты на приобретение маломощного судового инвентаря и расходных материалов (лакели, красок, моющих средств и т. п.), необходимых для поддержания судна в исправном технологическом состоянии. В среднем расходы могут быть приняты в размере 0,5% стоимости судов при эксплуатации в жюльн бассейнах и 0,6% - при

эксплуатации на Севере и Дальнем Востоке. Нормативы расходов на 1 сут эксплуатации транспортного судна приведены на рис. 4П.

Навигационные расходы и сборы (составляют 1,5–5% расчетной себестоимости содержания судов на ходу). Эти затраты образуют следующие статьи: технические осмотры и освидетельствования судов; расходы на пресную воду, дегазацию и санитарную обработку, очистку танков, приобретение морских карт, книг, навигационных инструментов; почтово-телеграфные расходы, оплата консульского сбора; расходы на стирку белья и спецодежды, оплата буксиров и ледокольного обслуживания.

На основе статистических данных установлены нормативы расходов на сутки эксплуатации судна в зависимости от типа и дедвейта судна (рис. 5П). Навигационные расходы в миллионных рублях, зависят от числа заходов в иностранные порты, приведены на рис. 5П.

Косвенные расходы. Их относят к содержанию грузовых судов и включают в доли текущих расходов. В косвенные расходы включают общекорпоративные расходы пароходства (судовладельца) на административно-управленческий аппарат, содержание морских агентств, санитарные службы, связь, береговые расходы судов и т. п.

Из анализа отчетных данных разработаны нормативы косвенных расходов в следующих размерах:

7,5% прямых расходов сухогрузных судов (без затрат на топливо и смазочные материалы);

4,5% прямых расходов танкеров и навалочников (также без затрат на топливо и смазочные материалы).

Для речных судов косвенные (распределительные) расходы в структуре эксплуатационных расходов составляют от 8 до 40% суммы прямых расходов (табл. 18П), т. е. они значительно выше, чем для морских судов. Это объясняется меньшим объемом транспортной работы речных судов из-за зимнего отстоя. Такая величина распределительных расходов оказывает влияние на расчеты сравнительной экономической эффективности. Если целевая отдача судов различается, например $V_2 > V_1$, то при приведении вариантов в сопоставимый вид цену базового судна и его эксплуатационные расходы изменяет пропорционально росту целевой отдачи, полагая, что для выполнения новой транспортной работы нужно большее количество судов. Соответственно приведенные затраты по базовому варианту будут

$$Z_1 = E_{11} \Pi_1 k_{11} + P_{11} k_{11} \quad (3.6)$$

Но не все эксплуатационные расходы растут пропорционально росту целевой отдачи. Косвенные (распределительные) расходы от изменения целевой отдачи при расчетах сравнительной эффективности судов не изменяются, поэтому формула (3.6) принимает следующий вид:

$$Z_2 = E_{21} \Pi_1 k_{21} + P_{11} (P_{21} k_{21} + P_{11} k_{11}) \quad (3.7)$$

где P_{11} , P_{21} – доли прямых и косвенных расходов в структуре эксплуатационных затрат.

Если при приведении вариантов в сопоставимый вид по целевой отдаче не выделять косвенные расходы из структуры эксплуатационных затрат, то экономический эффект, рассчитанный по разности приведенных затрат, будет завышенным.

3.2. Оценка результатов работ судна

Работа судна отражается на хозяйственных показателях оценки эффективности его эксплуатации. По результатам работы судна преобразуются и определяются при проектировании судна экономической эффект и сравнительная эффективность решений.

3.2.1. Номенклатура показателей оценки эффективности работы судна. Для раскрытия эксплуатационных преимуществ новых судов применяется ряд экономических показателей:

- 1) финансовый результат (прибыль, чистая выручка);
- 2) чистая валютная выручка (при закрытом плавании судна);
- 3) себестоимость единицы работы судна;
- 4) себестоимость одного миллионного рубля чистой валютной выручки (ЧВВ);
- 5) срок окупаемости капитальных вложений в строительство судна;
- 6) экономический эффект от эксплуатации судна;
- 7) сравнительный экономический эффект от постройки и эксплуатации нового судна.

3.2.2. Содержание и расчет эксплуатационных показателей эффективности нового судна. Финансовый результат. Приравнивает собой разность между доходами и расходами при эксплуатации судна, т. е. характеризует прибыль, получаемую от эксплуатации судна,

$$\Pi = \bar{L} - P_{11} \text{ или } \Pi = (\bar{L} - \hat{C}) S, \quad (3.8)$$

где \bar{L} – тариф, фрахтовый ставка и т. п. за единицу транспортной работы судна; \hat{C} – себестоимость единицы транспортной работы судна.

Тарифы считаются платы и сборы, взимаемые за перевозку и исполнение правил их исполнения.

Тарифы на перевозку грузов речным транспортом помещены в прецеденте № 14-01. Тарифы подразделяются по пароходствам, видам перевозок и родам грузов (сухогрузные суда по 69 группам и 244 подгруппам тарифной номенклатуры, нефтеналивные грузы – темные и светлые, буксировка плотов, судов и других плавучих объектов сторонних организаций), видам сообщений, районам плавания, размерам грузовых отправок и по расстояниям перевозок.

Территориальная дифференциация тарифов отражена в их группировке по отдельным пароходствам. Для межбассейновых перевозок с участием смежных пароходств центральных и северо-западных бассейнов

применяется единый общий тариф Волжского объединенного речного пароходства за все расстояние перевозки.

При перевозке грузов на морских участках (кроме экспортных и импортных) плата определяется по тарифу смежного с морем магистрального внутреннего водного пути, повышенному на 25%, или по морским каботажным тарифам.

Плата за перевозки грузов в каботажном морским транспортом ММФ и за перегрузку и выгрузку грузов в морских портах ММФ исчисляется по прейскуранту № 11-01.

Тарифы каботажного плавания разработаны по морским бассейнам: Северный, Балтийский, Черноморско-Азовско-Дунайский, Каспийский, Дальневосточный. В отдельных районах плавания установлены специальные тарифы на перевозку грузов между портами.

Тарифы на перевозки сухих и наливных грузов, грузов в контейнерах разделены по элементам транспортных операций (ставки движимостной и стоимостной операций). Ставки движимостной операции устанавливаются для возмещения расходов флота во время плавания, а ставки стоимостной — для возмещения расходов флота за время стоянки судов в портах.

Ставки движимостной операции по сухогрузам сгруппированы в 14 классов в зависимости от удельного погрузочного объема грузов. Ставки стоимостной операции распределены по группам портов для 16 групп грузов в зависимости от трудоемкости их обработки в портах. Группировка портов произведена с учетом их технико-экономических, времени задержки судов в портах и порослужах по метеорологическим условиям и другим причинам.

По наливным грузам установлены единые ставки движимостной операции. Ставки стоимостной операции установлены для отдельных портов и сгруппированы по категориям наливных грузов.

Тарифы на перевозки грузов в универсальных и специальных контейнерах, а также порожних контейнеров представлены в дополнительных к № 11-01 прейскурантах — 1974/17 и № 1974/19.

Тарифы на перевозки пассажиров в каботажном плавании приведены в прейскуранте № 11-02, тарифы на перевозки экспортно-импортных грузов — в прейскуранте № 11-03.

Чистая валютная выручка. Результатом работы морского транспортного судна при заграничных перевозках грузов является ЧВВ, которая определяется как разность доходов судна в инициальной рубль и затрат инициальной за эксплуатационный период:

$$\bar{C}_{\text{чвв}} = \bar{D}_{\text{чвв}} - \bar{P}_{\text{эк. ион}} \quad (3.3)$$

Структура инициальных расходов приведена в табл. III.

Применение доходов и расходов транспортного судна в инициальной рубль к советским рублям выполняется умножением суммы инициальных рубль на соответствующий коэффициент пересчета.

Себестоимость единицы работы судна. Она определяется как отношение эксплуатационных затрат к количеству выполненной

работы, например к количеству перевезенных тонн груза или выполненным тонно-миль:

$$C_{\text{д}} = P_{\text{эк}}/B \quad (3.10)$$

Себестоимость одного инициального рубля ЧВВ. Определяется отношением затрат в рублях к ЧВВ:

$$C_{\text{чвв}} = P_{\text{эк}}/\bar{D}_{\text{чвв}} \quad (3.11)$$

Срок окупаемости капитальных вложений в строительство судна. Срок окупаемости вложений, планируемых на внедрение новой техники, и дополнительных капитальных вложений рассчитывается по формулам

$$T = K_2/\Pi; \quad (3.12)$$

$$T = K_{\text{доп}}/\Delta\Pi, \quad (3.13)$$

где T — срок окупаемости планируемых капитальных вложений, лет; Π — планируемая абсолютная прибыль от эксплуатации нового судна; T — срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет; $K_{\text{доп}}$ — дополнительные капитальные вложения в новую технику, руб; $\Delta\Pi$ — дополнительная по сравнению с базовой техникой прибыль.

Общая дополнительная прибыль, полученная пароходством в результате введения в эксплуатацию нового судна, определяется по формуле

$$\Delta\Pi = (\Pi_2 - C_2)B_2 - (\Pi_1 - C_1)B_1 \quad (3.14)$$

Сравнительный экономический эффект от эксплуатации судна. Этот эффект рассчитывается по формуле (1.18) с учетом только сферы эксплуатации:

$$\bar{Э}_{\text{ср. эк}} = \frac{H_1(\bar{P}_{\text{пер}}k_{11} + P_{\text{гост}}) - H_2 - E_1\Delta K_2}{P + E_{\text{н}}} \quad (3.15)$$

Сравнительный экономический эффект от постройки и эксплуатации нового судна. Расчет ведется по формулам (1.18) или (1.22).

3.2.3. Влияние изменения эксплуатационных затрат (топлива и расхода топлива) на экономический эффект. Эффективность мероприятий, связанных с изменением расхода топлива (выгоды справедливы и при изменении цены) при эксплуатации судов, оценим по формуле (1.19), используя факторный метод, поскольку изменение сравнительной экономической эффективности происходит лишь за счет данного фактора, т. е. $\Pi_1 = \Pi_2$, $B_1 = B_2$ и $H_2 - H_1 = \Delta\Pi$. Формулу (1.19) получим в следующем виде:

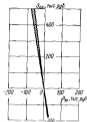


Рис. 3.2. Зависимость нормального экономического эффекта от изменения эксплуатационных затрат (без затрат) $R_{эк}$

Для того чтобы представить экономические последствия принимаемых решений в процессе проектирования судна, необходимо знать структуру затрат и результатов по стадиям его «жизненного цикла».

Закономерности влияния цены судна, его целевой отдачи, эксплуатационных расходов на экономическую эффективность приведены в п. 2.5.2; 3.2.3; 4.3.1. Для анализа затрат на постройку и эксплуатацию судна и прибыли от эксплуатации воспользуемся данными машиностроительной промышленности в соответствии с алгоритмом, изложенными в гл. 7. Результаты расчетов приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Прямая стоимость, эксплуатационные расходы и прибыль от эксплуатации авиационных судов

| Тип и название судна | Прямая стоимость, тыс. руб. | Эксплуатационные расходы, тыс. руб. | Прибыль от эксплуатации, тыс. руб. |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Суднопроектное судно типа: «Летный Дельфин» | 8 760 | 1574 | 1851 |
| «Светлана Петрова» | 5435 | 1684 | 1876 |
| Каждый тип: «Летный Октябрь» | 10 560 | 2682 | 2415 |

$$Z_{\text{э}} = \frac{1}{P_2 + K_{\text{н}}} \Delta R, \quad (3.16)$$

При $E_{\text{н}} = 6,15$ и $1/(P_2 + E_{\text{н}}) = 6,0 + 6,2$ находим $Z_{\text{э}} = (6,0 + 6,2) \Delta R$, т. е. коэффициент, характеризующий соотношение между экономической эффективностью и изменением затрат на топливо, $k = 6,0 + 6,2$, что иллюстрируется рис. 3.2.

При $K_{\text{н}} = 0,10$ и $1/(P_2 + E_{\text{н}}) = 8,5 + 9,1$ получим $Z_{\text{э}} = (8,5 + 9,1) \Delta R$.

Таким образом, уменьшение нормального коэффициента эффективности капитальных вложений повышает экономическую значимость мероприятий, направленных на снижение эксплуатационных затрат.

3.3. Соотношение затрат и результатов по стадиям «жизненного цикла» судна

Полученные результаты позволяют сделать вывод: урон от использования грузоподъемности судов (базовое и сравнимые суда загружаются на 100, 80 % и т. д.) оказывает слабое влияние на сравнительный экономический эффект. Это следует из структуры формулы (1.18), в соответствии с которой экономический эффект рассчитывается по вариантам, приведенным в сопоставимый вид. В свою очередь, финансовый результат (прибыль перевозчика) зависит в значительной степени от загрузки судна (например уменьшение загрузки судна на 30 % уменьшает прибыль перевозчика на 50 %).

Значительное влияние на сравнительную экономическую эффективность оказывает длительность эксплуатационного периода (табл. 3, 12П). Увеличение ее на 1 % по сравнению с базовым вариантом приводит к эффекту для судна девятилет 13500 т, равному 153 тыс. руб., для судна девятилет 5990 т — 96 тыс. руб.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности мероприятий, связанных с увеличением целевой отдачи судна. При этом происходит значительный рост и народнохозяйственного, и хозяйственного эффектов. Принимаемые проектные решения должны способствовать обеспечению максимальной целевой отдачи судов.

ГЛАВА 4

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСОВ СУДОВ

4.1. Выбор узлов корпуса судна

Используя в практике работы нормы и правила проектирования, конструктор может получить ряд решений по корпусу судна. Проектные материалы как по речным, так и по морским судам показывают, что узлы аналогичного функционального назначения выполняются в различных вариантах (рис. 4.1). В работе [113], посвященной исследованию конструктивного выполнения и целесообразности узлов, установлено, что на одну конструктивную группу (бимсове киль, бранит, оконные ребра жесткости и т. д., всего 12 групп) приходится в среднем до 40 вариантов исполнения. Такое положение стало возможным из-за отсутствия критериев, позволяющих оценивать и выбирать лучшие узлы.

При проектировании узлов необходимо исходить из совместного решения задач по обеспечению их надежности и технологичности [17]. В последние годы данной автор начал решать. В 1962 г. ИНИИ им. акад. А. Н. Крылова выпустил Правила проектирования корпусов транспортных судов, где в качестве показателя оценки надежности узлов принят критерий усредненной долговечности и сравнение узлов

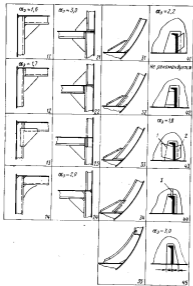


Рис. 4.1. Матрица вариантов резаных по конструкции угла корпуса судна

K_t — эффективный коэффициент концентрации напряжений

одинакового функционального назначения проведено по эффективному коэффициенту концентрации напряжений [86]. В 1986 г. ЦНИИ ТС выпустил методические указания [87], в которых дана сравнительная

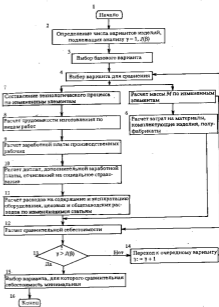


Рис. 4.2. Структурная схема алгоритма оценки проектных резаных по сравнительной безопасности.

y — индекс, номерной код в порядке взятия тела V , вариант T

оценка узлов и по показателям, характеризующим их технологичность, — трудоемкости изготовления и себестоимости. Однако в методических указаниях представляло весьма ограниченное количество рассмотренных узлов и не приводится конкретная методика расчета их трудоемкости изготовления и себестоимости.

Расчет себестоимости узлов требует многочисленных исходных данных, поэтому на практике часто используется расчет по приблизительным, т. е. определяется сравнительная себестоимость. Учет только изменяющихся калькуляционных статей себестоимости обуславливает следующие:

- процесс расчета упрощается и сокращается;
- инженер интересуется не будущей практической стоимостью узла, а соотношения между оценками стоимости сопоставляемых вариантов;
- узлы корпуса судна чаще являются не самостоятельной сборочной единицей, а входят в состав других сборочных единиц.

Термин „сравнительная“ подчеркивает то, что данный вид себестоимости применяется при сравнении и выборе вариантов конструктивно-технологического выполнения изделий. Структурная схема алгоритма выбора варианта конструкции по показателю „сравнительная себестоимость“ представлена на рис. 4.2. Расчет отдельных составных частей калькуляционных статей расходов приведен в п. 2.3.

4.1.1. Кинговые соединения. В конструкциях корпусов судов широко применяются кинговые соединения, конструктивно-технологическое исполнение которых очень разнообразно. Кинга может быть приставной, накрывной, с прямойной или скругленной свободной стороной, с полкой, фланцем, вальцем и секцией или устанавливаться „назобой“ и т. д. Балки набора, соединения которых осуществляются с помощью кинг, могут привариваться друг к другу или иметь технологический зазор. Значительный интерес вызывает возможность использования накрывных соединений.

Преимущество накрывных соединений проявляется в сокращении времени сборочных работ, так как мелкой перекрой можно комплексировать источники сборки и геометрии сопрягаемых изделий. Недостатком является повышенный расход металла, идущего на перекрой (защитокоррозийный участок на рис. 4.3.), меньшая надежность и равной поперечной вибрации, склонность к коррозии.



(Вопросы надежности кинговых соединений проанализированы в работе [92].)

Ниже приведен пример экономического анализа вариантов кингового соединения в соответствии со структурной схемой на рис. 4.2, приведенный для накрывной и приставной кинговых соединений.

Операция 5. Производится расчет массы по измененным элементам. Минимальный перебор для накрывной соединений по Регистру СССР составляет $z_0 = 2,5$ см

Рис. 4.3. Накрывное кинговое соединение

(z_0 — толщина кинга). Масса перекрой (см. рис. 4.3) будет равна

$$M_{\text{пер}} = 7,85(z_0 + 2,5)z_1 + (z_0 + 2,5)l^2.$$

Вариант величины z_1 через полутораметр кинга (используется полутораметр, поскольку в отрезках издратыва времени на сборочных работах время на раскрой кинга берется в зависимости от него — это позволяет проанализировать изменение массы перекрой и трудоемкости работ в зависимости от своего показателя), получим

$$z_1 = 0,585z_{\text{пол}} - (3,34 + 2,33),$$

где $z_{\text{пол}}$ — полутораметр кинга, см.

$$M_{\text{пер}} = z_{\text{пол}}(18,3z_0 + 22,5) - 1,65(2,34 + 2,97). \quad (4.1)$$

Операция 6. Ведется расчет затрат на материалы. При расчете действительных расходов по металлу, идущему на перекрой, вычитаемым в формуле (4.1) можно пренебречь, так как его величина составляет порядка 6 коп. для толщины металла 3 мм и цены металла 180 руб./т (данные соответствуют неколлекторным сталью).

Дополнительные расходы, коп., убавляемые с номинальным перебором,

$$\Delta M_2 = z_{\text{пол}}(0,33z_0 + 6,41)l. \quad (4.2)$$

Операция 7. Составляется экономический процесс по измененным элементам. Изменяемая в технологическом процессе величина лишь та, что при использовании накрывных соединений упрощается процесс сборки. Это влияние отражено в нормативах на сборочные работы.

Операция 8. Производится расчет трудоемкости изготовления по видам работ. Время основной операции установки кинга $T_{\text{ос}}$ в нижнем положении и вытаскивания по дну кинга (для толщин 8–14 мм и полутораметров 0,6–1,2 м) по отрываемым нормативам времени определяется по следующей зависимости (при $z_{\text{пол}}$ измерены в сантиметрах): $T_{\text{ос}} = 0,903z_{\text{пол}}$.

Для сборки накрывных кинговых соединений нормативные устанавливаются коэффициенты 0,8 и величина $T_{\text{ос}}$. Сокращение времени накрывных кинговых соединений по сравнению с приставными $\Delta T_1 = 0,099z_{\text{пол}}$.

Операция 9. Выполняется расчет заработной платы производственных рабочих. Зависимость по заработной плате (жизному труду) производственных рабочих при применении накрывных кинговых соединений составляет

$$Z_{\text{ж.т.}} = \Delta T_{\text{ос}} z_{\text{пол}}$$

где $z_{\text{пол}} = 2,5$ руб./ч — тарифная ставка (берется на данной операции).

Операция 10. Производится расчет заработной платы производственных рабочих, связанных со сваркой отпуском. Паркетировка затрат относится к основным элементам, поэтому учитывается коэффициентом $k_{\text{ж}}$ ($k_{\text{ж}} = 1,5$):

$$Z_{\text{ж.т.}} = \Delta T_{\text{ос}} k_{\text{ж}} z_{\text{пол}}. \quad (4.3)$$

Подстановка в формулу (4.3) численные значения, получим

$$Z_{\text{ж.т.}} = 0,877z_{\text{пол}} z_{\text{пол}}. \quad (4.4)$$

Учитывая, что трудоемкость сварочных работ по установке кинга в 20% выше трудоемкости работ по соединению сборки и для работ в поточном

положении устанавливается коэффициент 1,5 (в сравнении с жестким), расчет ведется для предельных вариантов:

- 1) установка накрывных книц в опущенном положении — минимальная жесткость на оборотных работах определяется по формуле (4.4);
- 2) установка накрывных книц на стальные и поточечные положения — максимальная жесткость на оборотных работах

$$Z_{ж, \text{оп}} = 0,13^2 \alpha_{\text{ж}} \quad (4.5)$$

где $Z_{ж, \text{оп}}$ — жесткость по оборотной плите и отчисляемому на обратное направление при установке накрывных книц на стальные и поточечные положения.

Результаты расчетов по формулам (4.2), (4.4) и (4.5) представлены на рис. 4.4. Операция 11. Выполняется расчет расхода на подкравание и эксплуатацию оборудования, цеховые и общабинские расходы по укрупненным ставкам.

Расходы относятся к основным, и расчет при операционной продукции, выпускаемой цехом, может вестись пропорционально изменению производительности работ (см. п. 2.3). Такой перемерет доступен цехам при реальном росте объема производства. Если производственная программа остается постоянной, то процент расхода пропорционально снижению заработной платы не допускается [8]. С. 133.

В большинстве случаев изменение конструкции узла не ведут к росту количества суров и соединяющихся узлов, выпускаемых заводо-строителем, поэтому данная группа расходов признается неизменной.

Операция 12. Проводится расчет сравнительной самостоятельности. Сравнительная самостоятельность накрывных кницых соединений

$$C_{\text{пр, н}} = Z_{ж, \text{н}} - \Delta M_1 = Z_{\text{н}}(0,672 - (0,33)^2 + 0,41\alpha) \quad (4.6)$$

$$C_{\text{пр, оп}} = Z_{ж, \text{оп}} + \Delta M_1 = Z_{\text{оп}}(0,13 + 0,41\alpha) \quad (4.7)$$

где M_1 — затраты на сырье и материалы.

Расчет по формулам (4.6) и (4.7) показывает, что дополнительные расходы на сварку при приварке книц к стене и жесткости металла больше, чем экономия, получаемая за счет более производительной работы, т. е. накрывные кницы менее эффективны, чем приварные (рис. 4.5).

Приведенный выше пример расчета показывает, что для выбора узлов корпусных конструкций необходимо хорошее знание не только



Рис. 4.4. Дополнительные расходы и жесткость при установке накрывной кницы в опущенном положении



Рис. 4.5. Сравнительная самостоятельность узла с накрывной кницей вместо приварной

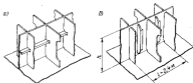


Рис. 4.6. Варианты подрезанных стенок вертикального кила

условий работы конструкции с точки зрения обеспечения их надежности, но и технологии изготовления конструкций на заводе-строителе.

4.1.2. Конструкция вертикального кила и стрингера. Анализ проектных материалов показывает, что в большинстве случаев по стенкам как кила, так и стрингера предусматриваются продольные ребра жесткости (рис. 4.6, а). Такая конструкция, обеспечивая устойчивость большого набора, не позволяет эффективно использовать высокопроизводительное оборудование для автоматической сварки вертикальных швов (четырёхголовочным автоматом) в местах пересечения стенок кила или стрингера с бракетами и флорами. Поэтому актуален вопрос об использовании в конструкции вертикальных ребер жесткости. Но какова экономическая эффективность этого решения? Ответ на вопрос дает расчет сравнительной самостоятельности узла, приведенный в [54, С. 51].

Результаты расчетов для высот двойного ряда 1200, 1400, 1600 мм и шага 800 мм приведены на рис. 4.7. Получено, что при высотах h

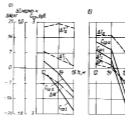


Рис. 4.7. Изменение показателей эффективности при замене горизонтального ребра жесткости на вертикальное: а — вертикальный кил; б — стрингер.

ΔM_1 — изменение массы узла. Высота 1 и 2 — высота и двойная высота вертикального ребра жесткости корпусной

двойного дна до 1200 мм (для стрингера до 1400 мм) более эффективным является подкрепление стенок вертикального килля и стрингера вертикальными ребрами жесткости (рис. 4.6, б). При больших вылетах дополнительные затраты на материал вертикальных подкрепляющих ребер жесткости превышает экономию от снижения трудоемкости сборочно-сварочных работ.

Имеемшие массы элементов, подкрепляющих киль или стрингер, для ширины судов более 17 м составит примерно 0,05 % массы днищевого перекрытия, т. е. величину, незначительную за пределами точности прецизионных расчетов.

Полученные результаты согласуются с Правилами конструирования корпусов транспортных судов, где указано: «Листовые детали флюров и стрингеров должны подкрепляться вертикальными ребрами жесткости для возможности их сварки в вертикальном положении сварочными автоматами. Расстояние от подкрепляющих ребер до линии пересечения связей днищевого набора должно быть не менее 158 мм» [86, С. 26].

4.1.3. Узлы пересечения балок главного направления и перекрестных связей. Одним из условий эффективного использования механизированных линий в корпусостроении является наличие расширенных (свободных) вырезов для прохода перекрестного набора в рамных связях. При выполнении расширенных вырезов для восприятия и передачи части опорной реакции на рамную связь в узел вводятся заделка — элемент 1, 2 либо ребро или кильша — элемент 3 на рис. 4.1. Установка и приварка заделок, несмотря на их значительное количество выполняются вручную.

На практике судостроения известны примеры, когда заделка в рассматриваемом узле отсутствует (судогазовые теплоходы типов «Луна», «Овек» и другие суда). Доказано, что узел оказывается достаточно работоспособным, если площадь сечений $F_{св}$ элементов, воспринимающих и передающих опорные реакции на перекрестные связи, балки либо превышает площадь сечений балок F_0 главного направления $F_{св}/F_0 = 0,8 + 1$.

Попытка исключить ручные операции в узлах данного типа привела к созданию «упрощенного узла с улучшенной формой выреза» (см. рис. 4.1, вариант 45). На принципиальную возможность полного отказа от введения соединительных элементов в местах пересечения балок указывала установка А. И. Бронским большая роль обшивки в передаче поперечных усилий с балок главного направления на перекрестные связи.

В результате проведенных в ИНИИ им. акад. А. Н. Крылова испытаний опытных конструкций упрощенных узлов и узлов с одной заделкой, при которых придавалось много внимания форме и размерам вырезов в упрощенных узлах, ориентации стенок балок относительно выреза и подварке ребер жесткости, сделаны следующие основные выводы [11]:

а) упрощенные узлы с улучшенной формой выреза по показателю работоспособности сопоставимы или превосходят узлы с заделками

(разрушение базовых узлов происходило при 8–15 тыс. циклов, а упрощенных при этом же уровне нагружения — при 21–47 тыс. циклов);

б) наличие усиленного сварного шва в районе прохода ребер через вырез повышает работоспособность упрощенных узлов более чем в 2 раза (с 21 до 47 тыс. циклов).

Данные выводы показывают широкую перспективу применения упрощенных узлов. Отсутствие заделок не только повышает экономическую эффективность узлов данного типа, но и позволяет освободить рабочих от такой непродуктивной работы, как установка и приварка заделок в стесненных условиях. Однако в руководящем документе [86, С. 8] указано: «... В слабо нагруженных конструкциях допускаются узлы со свободным проходом, в которых отсутствуют соединительные элементы и усилие от балки передается на перекрестную связь через наружную обшивку». При этом специальные требования предъявляются к форме выреза.

Такое ограничение на «упрощенные узлы с улучшенной формой выреза» закрывает ту широкую перспективу их применения, на которую было указано ранее. Если заделок не избежать, то следует искать другие конструктивные решения, позволяющие автоматизировать сборочно-сварочные операции при изготовлении корпусных конструкций. В этой связи интересен подход к созданию «безрамной» конструкции корпуса корабля, исключая из традиционной конструкции поперечные рамные связи (флюры, шпангоуты, бимсы) [113]. Опубликованные данные свидетельствуют о том, что использование «безрамной» конструкции позволяет снизить трудоемкость изготовления на 30 % при некотором росте массы конструкции по сравнению с традиционными решениями. Разработка «безрамной» конструкции отражает учет требований технологии изготовления к проектным решениям.

Заслуживает внимания (см. рис. 4.5, 4.7) периодически изменяющаяся себестоимость узлов — для кильных соединений она лежит в пределах 1 руб., для вертикального килля и узлов прохода балок через стенки перекрестных связей — в пределах нескольких рублей [54, С. 52]. В то же время изменение загрузки оборудования для изготовления корпусных конструкций приводит к изменению их себестоимости на десятки и сотни рублей (см. рис. 8.3). Вывод судов в ремонт, где происходит устранение повреждений в узлах, приводит к сложению целовой отдачи и эффективности судов уже на десятки и сотни тысяч рублей (см. рис. 4.19).

Вышеизложенное позволяет сделать следующий вывод: в проектах судов следует использовать узлы, обеспечивающие безремонтную эксплуатацию корпусных конструкций и позволяющие применять при постройке судов высокопроизводительное автоматизированное оборудование.

4.2. Выбор формы корпуса судна

Форма корпуса, определяемая теоретическими чертежами, является одной из наиболее важных и ответственных характеристик проектируемого судна. От формы корпуса зависят следующие свойства судна: мореходные, эксплуатационные, технологические.

При данных соотношениях главных размерений и коэффициентах теоретического чертежа судна возможны различные варианты формы корпуса. В течение длительного времени различные варианты форм привлекают формы корпуса, которые при всем своем разнообразии объединяются под общим названием «упрощенные формы». Эти формы характеризуются наличием различных плоских поверхностей, цилиндрической вставки, что в значительной степени облегчает процесс изготовления корпусных конструкций.

Изменение трудоемкости корпусных работ в случае обычных и упрощенных обводов отражено в табл. 4.1. [24, С. 53].

Таблица 4.1. Трудоемкость постройки судов с различными обводами корпуса, тыс. норматив

| Вид работ | Обычные обводы | Число упрощенных обводов | Плоскостные обводы |
|---|----------------|--------------------------|--------------------|
| Изготовление деталей корпуса | 51 | 35,4 | 30,3 |
| Изготовление узлов, окладов, блочек корпуса, фундаментов и подкреплений | 271,4 | 103,6 | 96 |
| Формирование корпуса на стапеле | — | 136,4 | 138 |
| Трубомонтажные работы | 57,6 | 57,6 | 57,6 |
| Монтаж механизмов, трубопроводов, устройств, электрооборудования | 95 | 91 | 91 |
| Датированные работы | 281 | 261 | 281 |
| Итого (по судну) (%) | 732 (100) | 445 (60) | 445 (60) |
| В том числе по корпусу, % | 330 | 85 | 79 |



Для анализа гидродинамических качеств корпуса судов упрощенных форм проведены десятки исследований, испытания сотни моделей, в результате чего сделан вывод о возможности создания судов, которые по своим мореходным качествам не уступают судам с обычными обводами. Практика эксплуатации подтверждает этот вывод [38].

Упрощение форм способствует на росте сопротивления движению судна при

Рис. 4.8. Зависимость полного увеличенного сопротивления γ от коэффициента обводов δ и скорости судна длиной 150 м

высоких скоростях — рис. 4.8 [99, С. 139], однако для водомещающих судов наблюдается тенденция к снижению эксплуатационных скоростей с целью экономии топлива. Например, снижение скорости судна, имеющей одновальную машинную установку с дизелем типа 23/2 x 36 (модель 61), до 60 % полной скорости приводит к снижению расхода топлива на миль на 57 % первоначального расхода, а при снижении скорости до 40 % полной скорости расход топлива на миль будет составлять уже только 21 % первоначального. Следует учитывать и то, что ресурс одновальной двухвальной установки при снижении скорости судна до 70 % полной может быть увеличен в 2 раза. В результате энергетического кризиса большинство владельцев снизили скорость крупных танкеров до 10–11 уз (при полной скорости около 17 уз), что составляет 70 % полного хода [99, С. 25]. Эффективность указанных мероприятий рассчитывается по формулам (3.16), (4.17).

Влияние упрощенных форм на себестоимость и трудоемкость изготовления корпусов судов, т. е. на результаты работы предприятий, показано ниже на примере судов длиной 140 м и диаметры, соответствующими среднеквадратичному отклонению $\sigma = 23,5$ м:

| Изменяемые параметры | Числовые значения | |
|------------------------------|-------------------|--------------|
| | исходные | используемые |
| Длина судна L , м | 116,5 | 163,5 |
| Ширина судна B , м | 0,130 | 0,130 + 4 |
| Высота борта D , м | 8,685 - 2 | 8,085 + 1,5 |
| Коэффициент обводов δ | 0,64 | 0,8 |
| Шагнет, мм | 32 + 480 | 2,52 + 508 |
| Размер листов, м | 8 x 2 | 10 x 2,4 |

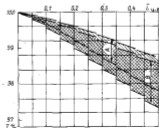


Рис. 4.9. Снижение трудоемкости изготовления корпусов судов при увеличении диаметра вала цилиндрической вставки D , м

4.2.1. Длина цилиндрической вставки. На протяжении цилиндрической вставки форма и размеры поперечных сечений сохраняются неизменными, что влечет за собой уменьшенное количество типоразмеров не только днищевых и бортовых секций, но и составляющих их конструктивных элементов: флоров, стрингеров, штапгоутов, пиктов, ребер жесткости.

Характер влияния относительной длины цилиндрической вставки $\bar{L}_{ц.в.}$ на трудоемкость изготовления корпусов судов Т показан на рис. 4.9 (в базовом варианте $L_{ц.в.} = 0$).

Учет влияния партизности конструкций на трудоемкость их изготовления можно провести по рекомендациям Н. Н. Варварина, который вывел формулу для определения поправочных коэффициентов изменения трудоемкости в зависимости от количества одинаковых конструкций.

Увеличение $L_{ц.в.}$ приводит к повышению количества плоских секций, что делает возможным их изготовление на механизированных линиях. Трудоемкость сборочно-сварочных работ при этом снижается на 38–43%. При исследовании характера изменения трудоемкости и себестоимости корпуса судна длина цилиндрической вставки изменялась до 0,5L или в долях длины секции $l_{ц.в.}$. Трудоемкость изготовления днищевых секций ($L_{ц.в.1} = n \cdot l_{ц.в.}$, где n — целое число, $1 \leq n \leq 5$) снижалась в среднем на 5%, бортовых — на 32%. Трудоемкость изготовления верхней палубы при этом не изменялась, так как форма палубы практически не зависит от $L_{ц.в.}$.

Применение цилиндрической вставки позволяет снизить трудоемкость изготовления корпуса судна в основном за счет уменьшения объема гибочных и сборочных работ [см. формулы (4.8) и (4.9)]. Аналогичные исследования [25] проведены В. А. Голландом для речных судов (рис. 4.10).

Таблица 4.2. Влияние поправочных коэффициентов, учитывающих влияние относительной длины вставки при сохранении формы корпусных конструкций на трудоемкость и себестоимость изготовления секций

| Объемные доли вставки | K_1 | | K_2 | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|---|--|
| | Изменение относительной длины конструкции | Изменение доли на длине плоской секции | Топовые судна | | Средние суда | |
| | | | Изменение относительной длины конструкции | Изменение доли на длине плоской секции | Изменение относительной длины конструкции | Изменение доли на длине плоской секции |
| 1 | 0,62 | 0,75 | 0,95 | 0,54 | 0,77 | 0,92 |
| 2 | 0,27 | 0,49 | 0,87 | 0,88 | 0,58 | 0,66 |
| 3 | -0,10 | 0,26 | 0,81 | 0,82 | 0,38 | 0,49 |

Характер изменения себестоимости корпуса судна при увеличении $L_{ц.в.}$ аналогичен изменению трудоемкости. Так, при $L_{ц.в.} = 0,5L$

Рис. 4.10. Изменение трудоемкости корпусных работ Т в зависимости от $L_{ц.в.}$

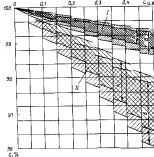


Рис. 4.11. Изменение себестоимости корпусов судов при увеличении $L_{ц.в.}$

И — метод поточности; А — метод механизации

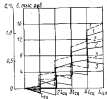


Рис. 4.12. Изменение себестоимости изготовления корпуса стругового судна (в долях от длины судна) при увеличении $L_{ц.в.}$

— при использовании метода поточности; — при использовании метода механизации; — метод поточности с поправкой на гибочные работы. 1 — $\Delta M = 0$; 2 — $\Delta M = -0,6$; 3 — $\Delta M = -0,8$

уменьшение себестоимости корпуса головного судна составляет 2,2–3,8% (для серийного судна 0,7–1,2%), что отражено на рис. 4.11. Расчет изменения себестоимости выполняется в соответствии со структурной схемой на рис. 4.2.

При $L_{\text{д.в.}}$ критной длины секций $L_{\text{д.к}}$ происходит скачок в изменении себестоимости и трудоемкости изготовления. Это объясняется, во-первых, уменьшением количества типовых размеров деталей, узлов и секций при $L_{\text{д.в.}} = nL_{\text{д.к}}$; во-вторых, такое увеличение $L_{\text{д.в.}}$ позволяет дополнительно изготовить две бортовые секции на механизированной линии плоских секций; в-третьих, при этом происходит уменьшение количества свариваемой сборочно-сварочной оснастки, доля которой в экономии себестоимости изготовления днищевых и бортовых секций составляет 40–60%.

Если $L_{\text{д.в.}}$ увеличивается на длину одной секции, то 30–36% снижения трудоемкости и 75% снижения себестоимости изготовления корпуса судна приходится на величину скачка, т. е. на $L_{\text{д.в.}} = nL_{\text{д.к}}$. При условии механизированного изготовления эти величины составляют соответственно 66 и 75%.

Увеличение $L_{\text{д.в.}}$ может привести к изменению массы корпуса и росту себестоимости изготовления. На рис. 4.12 показано изменение себестоимости при возможном увеличении массы секции ΔM . Как видно из рисунка, при увеличении массы секций условие кратности $L_{\text{д.в.}}$ длины секций $L_{\text{д.к}}$ приобретает особое значение, так как в противном случае ($L_{\text{д.в.}} \neq nL_{\text{д.к}}$) может увеличиться себестоимость изготовления по сравнению с меньшим значением $L_{\text{д.в.}}$, критичной длине секций.

4.2.2. Подъем днища. Подъем днища на современных транспортных судах колеблется от 100 до 400 мм. При этом у сухогрузных судов 45% корпусов не имеют подъема днища, а 30 и 20% корпусов имеют подъем 100 и 200 мм соответственно; у танкеров без подъема днища – 50–80% корпусов, а с подъемом – до 15%. Конкретные рекомендации по численному значению подъема нет, но известно, что на сопротивлении воды днищевому судну подъем днища влияния не оказывает.

Наличие подъема осложняет сборку и сварку секций, что отражается на трудоемкости изготовления и себестоимости корпусов судов (рис. 4.13, 4.14). На рисунках следует, что трудоемкость изготовления и себестоимость корпуса зависят от факта наличия подъема днища и практически не зависят от его величины.

4.2.3. Формы скуловых соединений. Радиус скулового закругления значительно влияет на сопротивление воды движению судна, а оказывает главным образом на коэффициент полноты мидель-шпангоута.

Упрощение формы скулы путем замены криволинейной поверхностью скуловых соединений плоскими с продольными шпангоутами (рис. 4.15) не обеспечивает значительной экономии и в большинстве случаев приводит к увеличению трудоемкости изготовления скуловых соединений из-за дополнительных пазов. Чем больше количество слоев, тем менее технологично скуловое соединение.

4.2.4. Форма поверхности корпусных конструкций. Упрощение формы корпуса, связанное с заменой криволинейных форм корпусных



Рис. 4.13. Трудоемкость изготовления корпусов судов при изменении высоты подъема днища $h_{\text{д.в.}}$

A – механизированное изготовление; B – механизированное изготовление и сварка набоу планового изготовления; C – механизированное изготовление корпуса секций (L – длина судна)

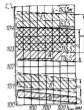


Рис. 4.14. Зависимость себестоимости корпусов судов от $L_{\text{д.в.}}$
 1 – механизированной метод изготовления; E – механизированный метод изготовления; A – головное судно; B – серийное судно



Рис. 4.15. Формы скуловых соединений: а – криволинейная форма; б – прямонаклонная с дугой скоса; в – прямонаклонная с тремя слоями

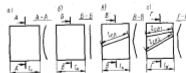


Рис. 4.16. Схема вариантов корпусных конструкций с упрощенными формами: а – исходный вариант; б, в – варианты конструкций с упрощенными формами.

$l_{\text{д.в.}}$ – длина секции; $l_{\text{д.к}}$ – длина корпусной конструкции

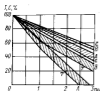


Рис. 4.17. Изменение трудоемкости изготовления и себестоимости конструкций судна с упрощенными формами по отношению к криволинейной форме наружной обшивки

A — механизированный метод изготовления; B — механизированный метод; α_{12} — толщина слоев

плоских секций характер изменения трудоемкости изготовления при изменении L_{c2} сохранится, но снижение трудоемкости изготовления конструкций с упрощенными формами существеннее (см. табл. 4.2).

Для оценки изменения себестоимости ΔC и трудоемкости изготовления ΔT корпусных конструкций и в результате введения упрощенных форм получены зависимости

$$\Delta C = (C_{к0} - C_{к1})K_c, \quad (4.8)$$

$$\Delta T = (T_{к0} - T_{к1})K_c, \quad (4.9)$$

где $C_{к0}$, $T_{к0}$ — себестоимость и трудоемкость изготовления криволинейных корпусных конструкций; $C_{к1}$, $T_{к1}$ — себестоимость и трудоемкость изготовления плоских корпусных конструкций без слоев; K_c , K_t — поправочные коэффициенты, учитывающие влияние относительной длины слоев при упрощении форм корпусных конструкций на себестоимость и трудоемкость изготовления секций (см. табл. 4.2).

Себестоимость и трудоемкость изготовления плоских и криволинейных корпусных конструкций рассчитываются по укрупненным нормативам, например на единицу массы металлического корпуса, за длину стальных кромок и т. д.

Данные, представленные на рис. 4.9–4.14 и 4.17, свидетельствуют об эффективности проектных решений, направленных на упрощение формы корпуса.

4.3. Металлоемкость судов и их экономическая эффективность

Кардинальное ускорение НТП требует, в соответствии с решениями XXVII съезда КПСС, роста темпов снижения металлоемкости, металлоемкости и энергоемкости национального дохода [2, С. 142]. Исходя из поставленной задачи проблему рационального использования металла в судостроении следует понимать шире, нежели снижение металлоемкости судна при его постройке. Необходимо знать влияние металлоемкости конструкций на эффективность судна за весь его «жизненный цикл».

Снижение металлоемкости приводит на стадии постройки судна к уменьшению их стоимости (материальные затраты составляют свыше 60 % в общей структуре затрат на постройку судна — см. табл. 2.2), на стадии эксплуатации — к увеличению целевой отдачи и соответственно прибыли. Однако изменение металлоемкости отражается и на прочностных характеристиках конструкций, что влияет на трудоемкость и объем ремонтных работ. Как показывает практика эксплуатации судов, недостаточная металлоемкость корпуса, снижая его надежность, приводит к значительным затратам на ремонт, увеличению массы корпуса за время службы, сокращению продолжительности эксплуатационного периода [9, С. 111–112]. Естественно, что при этом возрастает надежность, зависящая при прочих условиях от металлоемкости корпусных конструкций и их рационального проектирования, обустраивается она и тем, что запланированные объемы ремонтных работ не выполняются в установленное время, что отражается на целевой отдаче судна и их эффективности. Например, на ремонт транспорте к большим потерям навигационного времени приводит несвоевременная смена судов на зимнего рейсанта и досрочное окончание навигации из-за резкого ухудшения технического состояния корпусов в конце навигации. Во время навигации выполняется до 20 % объема зимнего ремонта флота [9, С. 121].

Оценка металлоемкости корпусов транспортных судов проводится по методике ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова [63]. Относительная величина, характеризующая уровень металлоемкости корпуса проектируемого судна, $U_{РМ}$, определяется зависимостью

$$U_{РМ} = \frac{M_{М,к}}{LBD_0 \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5},$$

где $U_{РМ}$ — показатель уровня металлоемкости корпуса судна; $M_{М,к}$ — масса, соответствующая статье загрузки масс «Металлический корпус» по проектно-технической документации судна; LBD — кубический модуль главных размерений судна, m^3 ; α_1 — коэффициент, зависящий от кубического модуля главных размерений; α_2 — коэффициент, учитывающий влияние ледовых условий на массу металлического корпуса; α_3 — коэффициент, зависящий от отношения L/D ; α_4 — коэффи-

цены, учитывающей полноту корпуса; a_2 — коэффициент, учитывающий массу корпусных конструкций, отсутствующих у судна, с которым проводится сопоставление.

Сопоставительная оценка уровня металлоемкости корпуса проектируемого судна выполняется либо относительно судна-прототипа, либо относительно заданного уровня металлоемкости. Как следует из выведенной формулы, при оценке металлоемкости корпусов судов отсутствуют какие-либо экономические показатели.

4.3.1. **Экономическая эффективность мероприятий, связанных с изменением массы, цены материалов и целевой отдачи судов.** Металлоемкость судна влияет на его цену, целевую отдачу и эксплуатационные расходы. Типичной является ситуация, когда проектные решения отражаются на выборе массы материалов, идущих на постройку судна. Пусть при этом изменяется водоизмещение порожнего судна и на судно принимается на такую же величину больше или меньше груза ΔM .

При уменьшении массы j -й конструктивной группы судна на ΔM_j меняются цена судна на ΔC_j и эксплуатационные расходы на ΔR_j по составляющей „амортизационные отчисления“, т. е.

$$B_2 = B_1 + \Delta M_j; C_2 = C_1 - \Delta C_j; R_2 = R_1 - \Delta R_j.$$

Сравнительная эффективность решений при изменении металлоемкости j -й конструктивной группы судна составит

$$E_{m,j} = C_1 \frac{\Delta M_j}{B_1} + \Delta C_j + \frac{1}{R_1 + E_{11}} \left(R_1 \frac{\Delta M_j}{B_1} + \Delta R_j \right). \quad (4.10)$$

Наибольшей металлоемкостью обладает конструктивная группа „Металлический корпус“, поэтому дальнейшее изложение проведено применительно к ней.

В конечном счете формула (4.10) принимает следующий вид:

$$E_{m,k} = k_{m,k} \Delta C_k. \quad (4.11)$$

Определение численного значения $k_{m,k}$ проводится с использованием известных зависимостей и статистических данных для судов.

Например, для морских сухогрузных судов составляющие формулы (4.10) принимают следующий вид:

$$\frac{C_1}{\Delta C_k} \frac{\Delta M}{B_1} = \frac{k_{11} M_k}{\Delta M_k} \frac{\Delta M}{Q} = A, \quad (4.12)$$

где k — коэффициент, показывающий соотношение между ценой судна и ценой металлического корпуса ($k = 3,2 + 4,0$ — см. табл. 2.4); c — цена единицы массы корпуса; M_k — масса корпуса; Q — грузоподъемность судна ($M_k/Q = 0,35 + 0,40$).

После соответствующих подстановок получаем $A = 1,12 + 1,50$. Далее

$$\frac{\Delta R_1}{\Delta C_k} = \frac{\Delta M}{B_1} = \frac{C_1 \Delta M}{\Delta C_k B_1} = \frac{R_1}{C_1} = B. \quad (4.13)$$

Исходя из данных табл. 3.1 и 3.2 амортизационные отчисления по судну составили примерно 3% эксплуатационных расходов (2/3 идет на полное восстановление и 1/3 на капитальный ремонт и модернизацию судна). При этом эксплуатационные расходы без амортизационных отчислений на полное восстановление составят 76% эксплуатационных расходов ($R_1 = 0,76 R_{\text{эксп}}$). При норме амортизационных отчислений на капитальный ремонт и модернизацию 2% $R_{p,m} = 0,02 C_1 = 0,12 R_{\text{эксп}}$. Тогда $B_{\text{эксп}} = (1/6) C_1$ и $B_1 = 0,125 C_1$.

Сделаем соответствующие подстановки, получим $B = 0,125$. В формуле (4.13) остается соотношение $\Delta R/\Delta C_k$, которое при принятой норме амортизационных отчислений на капитальный ремонт и модернизацию $R_{p,m} = 2\%$ составит 0,02, учитывая, что

$$\Delta R = R_{p,m} \Delta C_1 - R_{p,m} \Delta C_2 = R_{p,m} \Delta C_k = 0,02 \Delta C_k. \quad (4.14)$$

Экономический эффект при изменении массы корпуса (цены) и соответствующем изменении целевой отдачи определяется по выражению (при $E_{11} = 0,15$):

$$E_{m,k} = (2,9 + 3,4) \Delta C_k. \quad (4.15)$$

Графическое отображение полученных результатов представлено на рис. 4.18.

Использование формулы (4.15) позволяет оперативно оценивать эффективность проектных решений, связанных с изменением массы и соответствием провозоспособности судна.

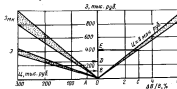


Рис. 4.18. Сравнительная экономическая эффективность мероприятий, связанных с изменением цены и целевой отдачи судна

Матриер, у которого стоимость массы корпуса и соответственно цену на 48 тыс. руб. (показ К в табл. 4.13). Экономический эффект от данного мероприятия при сохранении массы корпуса и грузоподъемности судна 0,35 составил 2,9·40 = 116 тыс. руб. — средняя 88. При расходе предполагалось, что изменение массы корпуса (например, ее увеличение) привело бы к соответствующему снижению цены судна. При использовании высокопрочных сталей или других материалов наряду со снижением металлоемкости, ростом целевой отдачи можно увеличить стоимость судна. При этом для оценки экономической эффективности следует использовать поправочный метод. В соответствии с формулой (2.12) определяются отрезательный эффект, связанный с ростом цены судна, а затем показателем положительный эффект от роста целевой отдачи судна. Сопоставление полученных величин дает экономический эффект.

Следует, в соответствии с приведенными выше, влияние целевой отдачи судна на его экономическую эффективность.

При росте целевой отдачи на ΔB и $C_0 = C_1$ привлекательности равными, так как эффект от изменения цены судна учитывается отдельно) $H_1 = H_2$, формула (1.19) принимает вид:

$$\Delta_2 = \frac{\Delta B}{K_1} \left(\Pi_1 + \frac{1}{\rho_2 + K_2} K_1 \right), \quad (4.16)$$

откуда

$$\Delta_2 = \Pi_1 \frac{K_1 + \Delta B}{K_1} - \Pi_1 + \frac{H_1(K_1 + \Delta B/K_1) - H_2}{\rho_2 + K_2},$$

$$\Pi_1(K_1 + \Delta B/K_1) - \Pi_1 + \Pi_1 \Delta B/K_1;$$

$$H_1(K_1 + \Delta B/K_1) - H_2 + H_1 \Delta B/K_1.$$

С учетом полученных ранее значений $H = 4,2201$ и $1/(\rho_2 + K_2) = 4 + 6,25$ (см. табл. 1.8), а также обозначен Δ_2 и Π_1 выдают

$$\Delta_2 = (1,72 + 1,74) \frac{\Delta B}{K_1} \Pi_1. \quad (4.17)$$

Значит предположение марок материалов для судового универсального судна длиной 8 м, руб. привело к росту цены судна на 200 тыс. руб., но позволило увеличить металлоемкость перевозимого груза и рост целевой отдачи на 3% (показ С). Однако экономическая эффективность этих мероприятий?

Рост цены судна приводит к отрицательному экономическому эффекту, который в соответствии с формулой (2.12) составил $\Delta_1 = -1,12 \cdot 200 = -224$ тыс. руб. (показ D).

Рост целевой отдачи судна дает положительный экономический эффект, который в соответствии с формулой (4.17) составил $\Delta_2 = 1,73 \cdot 0,03 \cdot 2000 = 415$ тыс. руб. (показ E).

Результативный экономический эффект $\Delta_2 = 415 - 224 = 191$ тыс. руб. (показ G).

4.3.2. Металлоемкость корпусных конструкций, затраты на ремонт и экономическая эффективность судна. При существующей практике определения ремонтных расходов их величина возрастает с увеличением

массы корпуса. Это связано с предположением, что при увеличении массы корпуса растут его главные размерения и соответственно объем ремонтных работ и стоимость судна. Поскольку расходы на амортизацию (в том числе на капитальный ремонт) и текущий ремонт определяются пропорционально цене судна, затраты на ремонт растут с увеличением металлоемкости и стоимости судна. Указанное противоречит фактическому повышению прочности и долговечности корпуса при увеличении его металлоемкости. В исследованиях, проведенных под руководством Г. В. Бойцова [8, 9] и В. В. Колоскова [40], затраты на ремонт связываются с относительной металлоемкостью судна. Такие зависимости позволяют выделить затраты на ремонт из эксплуатационных расходов и связать отдельные составляющие формулы (1.18) с относительной металлоемкостью корпуса судна, определить сравнительную эффективность решений. Формула расчета эффективности принимает следующий вид:

$$\Delta_{(1)} = \frac{\Pi_1}{K_1} M_{(1)} - \Pi_{(1)} + \frac{1}{\rho_2 + K_2} \left(\frac{H_2}{K_1} R_{(1)} - H_{(1)} \right), \quad (4.18)$$

где $\eta = M_2/M_1$ — относительная металлоемкость корпуса судна.

Последующие расчеты выполняются при ряде допущений:

цена судна, связанная с конструктивной группой „Металлический корпус“, изменяется пропорционально массе корпуса;

при увеличении массы корпуса грузоподъемность судна уменьшается на такую же величину;

зависимость эксплуатационных расходов от относительной металлоемкости имеет вид

$$H_{(1)} = H_0 + H_{(1)} \eta, \quad (4.19)$$

где H_0 — эксплуатационные расходы без учета расходов за амортизационные отчисления на полное восстановление судна, его капитальный ремонт и затрат на текущий ремонт (или составляющие учетом $H_{(1)}(0) = H_{(1)}(0)$ — затраты на ремонт, зависящие от относительной металлоемкости).

Исследования [8, 9] показали, что определяющим критерием прочности для морских транспортных судов является критерий предельной прочности. В соответствии с этим критерием зависимость ремонтных затрат от относительной металлоемкости приведена на рис. 4.19. Она определяется по следующему выражению:

$$H_{(2)} = H_{(2)} k_{(2)}(\eta); \quad k_{(2)}(\eta) = P^{\eta}; \quad (4.20)$$

$$a = \frac{k_{(2)} \eta^{\alpha} (1 - \bar{a}_{(2)}) + \bar{a}_{(2)} \eta^{\alpha} (k_{(2)} - 1) + \bar{a}_{(2)} - k_{(2)}}{(1 - \bar{a}_{(2)} \eta^{\alpha}) (1 - \bar{a}_{(2)})}$$

Здесь $H_{(2)}$ — затраты на ремонт для базового судна, т. е. при $\eta = 1$;

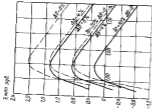


Рис. 4.21. График зависимости эффекта от относительного уровня ремонт Z_0 и относительной степени износа

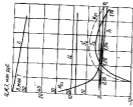


Рис. 4.22. Влияние методики расчета затрат на уровень на относительный эффект.

$Z_0 = 100$ тыс руб, $\sigma_r = 0.8$ тыс руб.



Рис. 4.15. Зависимость затрат на ремонт от относительной металлоемкости конструкции судна

$K_{P(1)}$ — коэффициент, отражающий зависимость затрат на ремонт от относительной металлоемкости; P — заданная вероятность расчетной деформации переменной составляющей нагрузки; $K_{P(2)}$ — принятый в расчетах коэффициент запаса прочности; m — степенной показатель, характеризующий изменение предельной нагрузки конструкции в зависимости от ее металлоемкости; $\sigma_{ст}$ — относительное (в долях от предела текучести) напряжение от статической нагрузки, относенное к коэффициенту допускаемых напряжений.

С использованием формул (4.18)–(4.20) проведена расчет для судна типа „Дальний Дождевик“. Результаты обработки на рис. 4.20. Приняты следующие значения исходных величин: $Z_0 = 8000$ тыс. руб., $\sigma_{ст} = 0.8$, $m = 1.5$, $K_{P(2)} = 1.2$, $P = 10^{-7}$ и рассмотрены два варианта моделирования с учетом ремонтных затрат:

а) ремонтные затраты и эффект определяются в зависимости от металлоемкости в соответствии с существующей методикой, т. е. пропорционально массе корпуса (прямой с наклоном „1“ изображает линейную зависимость);

б) ремонтные затраты, и соответственно с критерием относительной прочности¹, связаны с относительной металлоемкостью элементностью (4.15), что изображено на рис. 4.20 кривыми с наклоном „2“.

Изменение надежности корпуса судна (первопричинами ремонта) отражены на нижней схеме судна, которая связана со статической эффективностью формулой (4.17). Учет изменения целевой оценки иллюстрируется рис. 4.21 при равной доле ремонтных затрат в структуре эксплуатационных расходов судна (18 и 20 %) и различным изменением целевой оценки (0, 4, 8 %).

На изменение целевой оценки может повлиять собственный рост относительной металлоемкости корпуса. Рассмотрим ситуацию, когда с увеличением массы корпуса грузоподъемности судна сохраняется неизменной, но водоизмещение увеличивается. При этом изменяются ходовые качества судна и для равенства целевых оценок требуются рост мощности ГЭУ.

При использовании данных, приведенных в работе [99], оценивается изменение коэффициента ослоного сопротивления при росте водоизмещения судна.

Пример, приведенный расчет для универсального судна типа „Трехпалубный“ показал, что рост массы корпуса на 10 % увеличивает коэффициент остаточного сопротивления на 3,2 % т. е. требуется мощность на преодоление сопротивления значительно. Подобными факторами при расчете эксплуатационных затрат по судну, как правило, пренебрегают (например, падением скорости на волнении, увеличением шероховатости поверхности корпуса от коррозии и обрастания), хотя их влияние весьма существенно, что показано на рис. 4.22. Следует учитывать и то, что увеличение мощности ГЭУ производится дискретно при коэффициенте использования мощности 0,85–0,95.

Выделенное соотношение свидетельствует о том, что учет влияния относительной металлоемкости конструкций на затраты, связанное с их ремонтом, а также на изменение целевой оценки судна существенно образом отражается на результатах оценки экономической эффективности. Результаты, приведенные на рис. 4.21, свидетельствуют о целесообразности роста массы корпуса судна на 4%. Этот

¹ Учет упругостной долговечности и коррозионного износа не отражен существующим образом на характере зависимостей, изображенных на рис. 4.20.



Рис. 4.22. Изменение металла в зависимости от времени эксплуатации, оборудования судовых котлов, коррозии корпусов и обшивки [30, С. 19].

1 — судно строено через пять лет от постройки (линия Восточная Африка-Индия); 2 — судно строено через семь лет от постройки (Вьетнам); 3 — судно для перевозки массовых грузов через пять лет от постройки.

выход продукции для судов Постройки 60х гг., так как зависимость изменения затрат на ремонт от относительной металлоемкости конструкции [6], показанная на рис. 4.23, построена на основе ретроспективного анализа.

При проектировании затрат на ремонт можно воспользоваться данными, представленными в работе [12, С. 48], где приводится зависимость отношения суммарных затрат на ремонт к первоначальной стоимости судна от его срока службы (см. рис. 6П). Относительные затраты на ремонт для различных конструктивных групп судов и периодов срока службы, приведенные в работе [105, С. 192], представлены в табл. 13П.

4.3.3. Тенденции снижения металлоемкости судов. Интенсификация процесса производства предполагает достижение конечных результатов при значительном сокращении трудовых и материальных затрат. Каждый процент сэкономленных затрат на материалы в народном хозяйстве составляет около 6,4 млрд. руб. [103].

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении работы по экономии топлива, энергии, сырья и материалов в народном хозяйстве» 1981 г. содержится четкая система мероприятий, направленных на их рациональное использование. На период до 2000 г. поставлена конкретная задача по снижению металлоемкости почти в 2 раза, причем за XII пятилетку удельная металлоемкость машин и оборудования должна быть снижена на 12–18% [2, С. 274, 286].

Основами перестройки листового и профильного проката в судостроительной отрасли промышленности является коруэстроение. В связи с этим вопросы снижения массы корпуса всегда являлись актуальными для судостроителей.

Анализ тенденций в проектных решениях, направленных на снижение металлоемкости корпусов судов (см., например, [67]), показывает, что их можно сгруппировать по следующим трем направлениям, представленным в табл. 4.3:

- 1) рациональный выбор главных размерений и обводов корпуса судна;
- 2) использование новых материалов с более высоким отношением прочности к удельному весу и высокой коррозионной стойкостью;
- 3) рациональное конструирование корпуса судна.

Таблица 4.3. Основные пути снижения металлоемкости при проектировании судов

| Рациональный выбор главных размерений и обводов корпуса судна | Использование новых материалов с более высоким отношением прочности к весу и высокой коррозионной стойкостью | Рациональное конструирование корпуса судна |
|---|--|--|
| Пересмотр традиционных соотношений длины и ширины судов (увеличение относительной длины к ширине). Применение «средней» формы корпуса | Применение сталей повышенной прочности. Использование титана, алюминия и других сплавов и материалов | Применение продольной и диаметральной систем набора. Выделение деформационной и трубчатой конструкций. Выделение узлов корпуса с минимальными коэффициентами концентрации напряжений |

По каждому из путей снижения металлоемкости приведем примеры, подтверждающие их эффективность.

Рациональный выбор главных размерений и обводов корпуса судна. Пересмотр традиционных соотношений длины и ширины судна был реализован при постройке японского танкера «Азия мору» (1961). По сравнению с однотипными судами длина судна между перпендикулярами была уменьшена на 3,8%. Такое уменьшение длины с одновременным увеличением ширины судна позволило сократить массу корпуса на 6,2% или 650 т, а стоимость постройки на 2,5%.

У нефтенавалочного судна «Борис Бутoma» $L/B=4,12$ вместо традиционного 7,0–7,2. Увеличение длины этого судна с одновременным увеличением ширины и коэффициента обшей полноты до $\delta=0,841$ позволило снизить массу корпуса приблизительно на 2% [67].

В Японии, Франции, США широко используется «средняя» форма корпуса. Фирма «Тридинг энд транспорт компания» (США), например, разработала танкер «средней» формы. При этом, как отмечается в [48, С. 60], расходы на сталь для корпуса снизились примерно на 10%.

Оценка эффективности рационального выбора главных размерений определяется, исходя из изменения массы, вместимости, скорости судна, по рассмотренным ранее формулам (2.22), (3.16), (4.17).

Использование новых материалов с более высоким отношением прочности к удельному весу и высокой коррозионной стойкостью. В результате применения сталей повышенной прочности расчетная масса металлического корпуса составляет 9–12% для сухогрузного судна грузоподъемностью 10 тыс. т и 14–20% для танкера грузоподъемностью 25 тыс. т, в зависимости от объема замены обшивки углеродистой стали высокопрочной [44, С. 194]. Применение высокопрочных сталей стало обычным явлением в практике проектирования морских транспортных судов, поэтому для оценки резервов снижения металлоемкости целесообразно вести отсчет от предела прочности $\sigma=300$ МПа. Ограничивая



Рис. 4.13. Тенденция изменения стоимости корпуса с увеличением предела текучести прокатанной стали.

..... металл, — титановый сплав

на применение сталей повышенной прочности накладывает соотношение цен на различные марки сталей и требования к минимальным толщинам корпусных конструкций — рис. 4.23 [14].

Проблема использования сталей связана и с коррозионным износом. По оценкам [50], при ежегодном плавании морского флота по водозащитному на 1 млн. т (масса корпусов 250 тыс. т) применение эффективных средств защиты позволило бы обеспечить экономию металла порядка 40 тыс. т. Однако при существующей эффективности средств противокоррозионной защиты следует не только снижать строительные толщины, но в ряде случаев и покрывать их [4]. Это подтверждается следующими примерами:

на ремонт ледокола типа «Москва» почти за 25 лет эксплуатации израсходовано 2500 т стали, для сухогрузного судна типа «Амугама» за такое же время потребуется около 420 т металла;

на теплоходе «Иван Черныш» дефектация после 12 лет эксплуатации выявила необходимость замены одной трети наружной обшивки (900 м²). Что же касается балластных танков и цистерн, то использование для защиты от коррозии только протекторов совершенно не решает проблемы, а применение для этой цели обычных судовых красок обеспечивает защитный эффект только в течение 10–15 % срока службы судна.

Кардинальные решения проблемы для проектировщика — это замена традиционных материалов новыми, обладающими рядом замечательных свойств, в том числе высоким удельным и установившимся прочностью, коррозионной стойкостью. К таким материалам относят алюминий, титан, композиционные материалы, характеристики которых приведены в табл. 4.4. В работе [3, С. 202] приведены следующие

Таблица 4.4. Сравнительные характеристики некоторых полимеров и металлов [89, С. 97]

| Материал | Плотность, г/см ³ | Предел прочности на растяжение, кПа |
|--|------------------------------|-------------------------------------|
| Углеродистая сталь | 7,8 | 420 |
| Нержавеющая сталь | 7,9 | 1050 |
| Алюминий | 2,8 | 450 |
| Титан | 4,7 | 1400 |
| Стеклопластик на эпоксиднополиэфирном связующем | 1,77 | 34,4 |
| Стеклопластик на стирольном полиэфирном связующем | 1,85 | 628 |
| Стеклопластик на эпоксидном связующем | 1 | 678 |
| Пластик, армированный углеродными волокнами, на эпоксидном связующем | 1,70 | 1500 |

данные: если в настоящее время на каждую тонну стали производится в среднем около 0,1 т пластмассы и 0,02 т алюминия, то к концу века это соотношение составит 1:10,06, а если рассмотреть этот процесс в динамике, то на 1 % прироста мирового производства стали будет приходится 3,5–4 % производства пластмассы и 2,5–3 % — алюминия.

Алюминий нашел широкое применение на судах с динамическими принципами поддержания, но не используется на водозащитных судах, хотя они являются основными потребителями металла. Являясь коррозионно-стойкими, сплавы на основе алюминия имеют низкий удельный вес и высокую прочность. Объем использования этих сплавов будет определяться прогрессом в области технологии изготовления конструкций.

«Металлом века» называют титан, обладающий абсолютной коррозионной стойкостью. Бронза и латунь, а также все другие сплавы на основе меди и никеля, нержавеющая сталь, алюминий, и магний, уступают ему по своим характеристикам. Титан обладает также самой высокой удельной прочностью из других распространенных металлов, стоек против эрозии и кавитации, немагнитен. Основное препятствие к его использованию — пока еще высокая стоимость¹. Разработчики новой техники еще мало применяют титан в проектируемых изделиях. Отсутствие запяток от промышленности сдерживает развитие способов производства новых сплавов.

Композиционные материалы называют материалами XXI в. К ним относят материалы из металлической или неметаллической основы (матрицы) с различным распределением в ней упрочнителей. В качестве последнего могут выступать всевозможные волокна и даже кристаллы. Применение этих материалов в машинах, оборудовании, сооружениях позволяет снизить массу конструкций на 25–50 %, трудоемкость изготовления в 1,5–3 раза; энергоемкость производства в 8–10 раз; металлоемкость в 1,6–3,5 раза.

С помощью композитов можно в 1,5–3 раза увеличить ресурс техники, сократить до минимума потери от коррозии, на движущихся машинах снизить расходы топлива.

Объем использования композиционных материалов пока невелик, что накладывает отпечаток на цены исходных материалов, технологичность изготовления, уровень механизации и автоматизации работ. К большому сожалению в области композитов готовятся США и Япония, где действуют национальные программы. Материалы этого типа сегодня с успехом применяют в Японии с высокой гарантией надежности продукции машино- и приборостроения [32, С. 73].

На смену стальному судостроению может прийти только судостроение композитное, однако произойдет это, то имеющейся оценке

¹ Удельная высокая стоимость титановых и алюминийевых сплавов, технологические сложности при изготовлении конструкций, А. А. Шарубин делает вывод о том, что использование композиционных материалов в судостроении никогда не наступит [73, С. 31], хотя область применения несколько расширилась.

[73. С. 32], не так скоро и в первой половине XXI в. сталь по-прежнему останется основным конструкционным материалом, хотя доля ее использования по массе уменьшится с 99 до 80–85 %.

Приведенные ниже данные показывают структуру производства стали и синтетических смол и пластических масс в СССР по отношению к производству в США, %¹:

| Материалы | 196 | 197 | 198 | 197 |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Сталь | 71 | 95 | 142 | 203 |
| Синтетические смолы и пластмассы | 18 | 17 | 17 | 19 |

Если говорить о пластмассах инженерно-технического назначения, то оставание составляет 20–50 раз².

Рациональное конструирование корпуса судна. Отдавая должное вопросам рационального проектирования конструкций судна, следует учитывать, что изменения в конструктивных решениях оказывают на массу металлического корпуса меньше влияния, чем изменение главных размерений, системы набора и предела текучести материала.

Приведем результаты исследований по воздействию «безрамной» конструкции на стоимость постройки судна, проведенных в США [114].

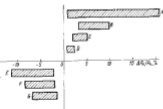


Рис. 4.14. Ориентировочная оценка факторов, влияющих на изменение центра тяжести корпуса судна.

A — удаление подкрепления B — удаление переборок C — увеличение обшивки корпуса D — изменение поперечного сечения E — изменение стелы переборочной прочности F — изменение расчетного метода проектирования G — удаление бортов и карнизов

При поиске приемлемого расстояния между переборками осуществили 37 вариантов расчетов на прочность, массу и положение абсциссы центра тяжести для двух классов кораблей: 22 варианта — для FFG-7 и 15 — для DD-963. Результаты расчетов показали, что «Безрамный» модуль на 6,8 % тяжелее и на 14,8 % дешевле, чем традиционный.

Количественное влияние различных мероприятий на металлоемкость корпусных конструкций проанализировано в исследованиях, проводимых под руководством Г. В. Бойцова (рис. 4.24).

Анализ тенденций изменения металлоемкости судов показывает, что только ошибка суммарных затрат металла на постройку и поддержание судов в работоспособном состоянии с учетом последствий изменения целевой задачи может дать ответ об оптимальной металлоемкости проектируемых конструкций.

4.4. Предпосылки стандартизации корпусных конструкций

Исследование проблем комплексной стандартизации в судостроении, осуществляемое под руководством А. Я. Васильева [16. С. 65], позволило сделать вывод об необходимости создания в судостроении системы взаимосвязанных стандартов, обеспечивающих комплексное проектирование и всего оборудования на ограниченное число стандартных конструктивных и функциональных модулей. Создание стандартов на главные размерения судов и на размеры их конструктивных элементов обеспечивает разработку системы взаимосвязанных стандартов в судостроении. Этот вывод, сделанный в середине 70-х гг., не изменил положений деп. Стандартизации корпусных деталей, не говоря о более крупных сборочных единицах, в отрасли нет (исключение составляет ОСТ на катках).

Выделяются следующие основные объекты стандартизации [95]: терминология и условные обозначения, шпалты, правила проектирования и методы расчета деталей и узлов корпуса, единая система стандартизации данных корпусостроения, типовая технология изготовления, сборки и испытания корпусных конструкций.

Приведем сведения, позволяющие представить предпосылки осуществления системы комплексной стандартизации по уровням «детали и узлы», «секция и блоки», «корпус судна».

4.4.1. Уровень «детали и узлы». Как указывалось в п. 4.1, на одну конструктивную группу узлов приходится в среднем до 40 вариантов их исполнения. Такое многообразие отражается на эффективном применении средств механизации и автоматизации для изготовления узлов и надежности при их эксплуатации, так как, меняя конструктивное исполнение, можно в 2–3 раза изменить статическую прочность и в 5–10 раз усталостную прочность [108. С. 33].

Основной предпосылкой стандартизации деталей и узлов корпусных конструкций является то, что абсолютное уменьшение массы, трудоемкости и себестоимости изготовления узлов одного функцио-

¹ Аргументы и факты. 1988. № 27.

² Социалистическая индустрия. 1986. 29 мая.



Рис. 4.25. Условие датского корпуса на уровне проставки

1 — ширина; 2 — высота проставки набора (длина)

алеского или гофрированного листа и приваренного набора). Доказана принципиальная возможность формирования из модуль-панелей судов внутреннего плавания, а также возможность их широкого использования для надстроек морских судов¹. Оценка уменьшения типоразмеров сборочных единиц показала, что по сравнению с традиционным формированием конструкций корпуса сокращение составляет порядка 2–3 раза, а для различных конструкций надстроек — от 2,5 до 4 раз.

Столь значительное сокращение числа типоразмеров и соответствующий рост партионности изготавливаемых конструкций позволяет перейти от единичного и мелкосерийного типов производства к среднесерийному и повысить загрузку технологического оборудования.

В 40-х гг. была предпринята попытка изготовления корпусов внутренних судов внутреннего плавания из типовых секций, собираемых из модуль-панелей размерами 560 мм и 960 x 1280 мм. При этом планировалось снижение трудоемкости работ в 2,2–2,5 раза [97]. В настоящее время при строительстве брызгоплощадок используются модуль-панели размерами 1575 x 12000 мм.

Проектирование корпусов судов из модуль-панелей требует пересмотра технологии изготовления судовых конструкций (рис. 4.25): места соединения панелей также придется рассматривать как самостоятельные изделия — малые конструктивные модули, что уже нашло отражение в отраслевых методических указаниях [87].

4.4.2. Уровень «секции и блоки». Единой точкой зрения относительно возможности предметной стандартизации на данном уровне нет. Специалисты утверждают [96], что применительно к сложным

нального назначения неизменно (см. п. 4.1) и практически не влияет на изменение этих показателей по корпусу в целом.

В работе [18] указан следующий путь стандартизации узлов. На основе анализа технологичности узлов одного функционального назначения отбираются технологичные узлы и оцениваются их надежность (с помощью модельных и натурных экспериментов, математического моделирования с использованием метода конечных элементов и т. д.); для узлов, удовлетворяющих требованиям технологичности и наиболее надежным, разрабатываются ряды типоразмеров и осуществляется стандартизация.

К рассматриваемому уровню относят и модуль-панели, на которых формируются более крупные сборочные единицы (модуль-панели — это элемент конструкции, состоящий из одного

диаметрными сооружениями, к которым относятся корпуса судов, предметная стандартизация распространяется не на уровни, а только на характерные типы элементов конструкций, в данном случае на детали и узлы. В. С. Дорин и В. П. Соколов указывают, что корпус проектируется состоящим из типовых деталей, узлов и конструкций, причем это делается не с целью упрощения системы, а для облегчения подготовки производства и процесса сборочно-монтажных работ [29]. Очевидно, именно данный фактор и предостерегает положительные отзывы экспертов [23] относительно возможности сборки корпусов судов с применением стандартных секций (95,2% положительных отзывов) и блоков [87, 45]. Весьма обстоятельные исследования, проведенные Г. М. Невахиным, по вопросу разбивки корпуса судна на блоки и секции показали, что в пределах одного типа судна оптимальная длина секции практически не изменяется [76].

Предпосылки для стандартизации секций создает и специфика комплексно-механизованного производства, так как в его условиях длина секции должна соответствовать длине заказного листа (см. рис. 4.12).

Для реализации возможностей применения модуль-секций² и модуль-блоков³ на морских судах различных архитектурно-конструктивных типов в ЛКЕ разработаны примеры модульных конструкций танкеров, нефтерудовозов, универсальных сухогрузных судов. Сравнительное исследование конструкций танкеров и нефтерудовозов и анализ требований Правил Регистра СССР к этим судам позволили унифицировать конструкции бортовых танков и донных секций танкеров и нефтерудовозов, которые различаются только толщинами листов и номерами профилей набора. Танкеры, нефтерудовозы и универсальные суда для перевозки навалочных грузов в диапазоне дедвейта 40–240 тыс. т спроектированы всего с пятью кормовыми функциональными модулями [15].

В судостроении широко используется формирование надстроек из функциональных модулей судовых помещений (ФМСП).

Под ФМСП понимается конструкция, материально организованная пространство, приспособленное для жизни и деятельности людей. ФМСП предварительно изготавливаются и полностью оборудуются для последующего монтажа на судне, что позволяет комплектовать надстройку в более короткие сроки и с меньшими затратами труда.

В 1976 г. шведская и норвежская фирмы совместно разработали функциональные модули — жилые секции для транспортных судов, фирма «Фарт» заводским способом изготовила рулевую рубку, радиорубку, камбузы, кладовые, каюты экипажа, душную, а также модули трапов с прилаженными к ним стеньгами и палубными. Известны также японский и испанский опыты формирования надстроек из

¹ На основе этих исследований разработаны руководящие технические документы на типоразмерный ряд модуль-панелей.

² Модуль-секция — часть корпуса или надстроек, формируемая полностью или частично из модуль-панелей.

³ Модуль-блок — объемная часть корпуса или надстроек, формируемая полностью или частично из модуль-секций и модуль-панелей.

модулей и опыт немецких и финских фирм по изготовлению модулей санблоков.

Частым случаем модульного формирования надстроек является применение различных модульных систем обшивки судовых помещений. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о возможности комплексной стандартизации и использования модульного принципа на уровне «секций и блоки».

4.4.3. **Уровень «корпус судна».** Исследования, проведенные под руководством А. В. Брошниково, показали, что при изменении общепроектных характеристик судна (главных размеров, коэффициента общей полноты) и довольно широким интервале (на $\pm 10\%$ от оптимального значения) приведенные затраты отклоняются от минимальной величины на 1–2% [16, С. 78]. Аналогичные результаты получены в «машинных экспериментах» В. М. Вайкина, подтверждающих слабую зависимость приведенных затрат от оптимального значения при определенных значениях массы, вместимости, устойчивости, скорости и других величин [83]. Все это указывает на возможность разработки дискретных рядов главных размеров.

Исследования, проведенные по судам речного флота, показали целесообразность формирования корпусов судов различных видов из модульных конструкций. Эффективная область их применения при существующих технологиях и организации корпусостроения соответствует значимым относительным массам модуль-секций в составе корпуса, превышающим 0,15–0,20 [25].

4.5. Эффективность комплексной стандартизации в судостроении

Постройка судов из стандартных сборочных единиц отразится на использовании металла, идущего на корпуса судов, производительности труда, организации производства и затратах в течение «жизненного цикла» судна.

4.5.1. **Использование металла.** Коэффициент использования металла в судостроении, несмотря на ведущиеся работы по экономии металла, все еще остается достаточно низким. Введение средств автоматизации в корпусобработывающее производство и применение математических методов при раскрое металла не отразились существенно образом на его расходе. Это связано с единичным и мелкосерийным типом производства на судостроительных предприятиях и тем, что размеры судов и сборочных единиц, входящих в состав корпуса, не увязаны с параметрами листового и профильного проката. Чтобы добиться металлосберегающих решений при постройке корпуса судна, требуется увязать размеры сборочных единиц (модуль-панелей) с поставленным металлом. Исследования, проведенные в ЛКИ (Г. В. Бакин, О. М. Березинский), показали, что при использовании ОСТов на шпацию и листовую прокатку возникает значительные отходы металла. Возможность получения металла только определенных размеров

ограничивает использование модульного принципа. Например, при модернизации судна типа «Иван Скуридин» был разработан вариант комплектования корпусных конструкций из модуль-панелей двух габаритов. От варианта пришлось отказаться из-за отсутствия возможности получения листов нужных размеров.

Идеальным был бы вариант поставки металла для модуль-панелей в «двухкратный размер». Вопрос о поставке металла в «чистый» размер решается уже длительное время, но пока не нашел своего решения.

4.5.2. **Производительность труда.** Технический прогресс в корпусостроении задержался на этапе многооперационной технологии, требующей для своей реализации многопозиционных линий. Низкая загруженность линий и их высокая стоимость не позволяют добиться, как планировалось, 2–2,5-кратного роста производительности труда. Из-за малоперационным технологиями, дающим толчок к росту производительности труда, были бы централизованное производство модуль-панелей¹ и более крупных сборочных единиц и специализация судостроительных предприятий как сборочных верфей.

В США в период массового строительства судов типа «Либерт» изготовленные корпусные конструкции (секции) являлись сами по себе фирмой, территориально удаленные от места сборки судов на расстоянии от 5 до 450 км. Аналогичная ситуация наблюдалась и в Германии в годы второй мировой войны при строительстве подводных лодок.

Весьма перспективным направлением в росте производительности труда является функциональная специализация предприятий, что легче осуществить при переходе на комплектование судов из стандартных сборочных единиц. Опыт современных высокоразвитых стран убедительно доказывает, что полнотное функциональное обособление и решения возникают в условиях функционального обособления и специализации данного производства, строго функционального подхода к конструкторским и технологическим решениям [104, С. 69].

Новым технологичным, позволяющим резко повысить производительность труда, являются новые конструкторские решения. Результатом стандартизации должны стать технические требования к технологическому оборудованию, которое, в свою очередь, влияет на конструкцию оборудования, и показатель пример, приведенный Н. Смеляковым [94, С. 186] после досадной автоматической сборки легковых автомобилей, где автоматизация сборки потребовала изменить конструкцию кузова, кресла, порядок сборки. К таким же примерам относятся разработка «Берингой» конструкций кораблей в США [114].

4.5.3. **Организация производства.** Уровень организации производства предопределяет различную эффективность использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов. В строительстве также

¹ Применимый для изготовления панелей сборочно-монтажный агрегат типа ССА можно рассматривать как оборудование, осуществляющее многооперационный технологический процесс. В агрегате совмещаются функции литья и обкатки и приварки набора.

полагают, что внедрение модульного принципа и укрупнение элементов позволяет повысить целенаправленность и самоуправляемость больших производственных систем [5, с. 14]. Стандартизация ограничивает рост производственной информации, упрощает связь между изготовителями судов и оказывает самое непосредственное влияние на качество и эффективность как самих судов, так и процессов их постройки и эксплуатации. Это положение применительно к рыбопромысловым судам исследовалось под руководством В. В. Подляского [89]. Был сделан вывод о том, что преимущества применения крупных сборочных единиц, создаваемых на модульном принципе (объемные насыщенные конструкции, монтажные и комбинные блоки), заключающиеся в достижении высокой надежности крупных сборочных единиц, резком сокращении транзитных сроков деталей и мелких сборочных единиц, направляемых непосредственно на судно, смещении центра тяжести работ на ранние этапы производства.

Преимущества новых технологических процессов могут быть полностью реализованы при изменении организационных условий. Развитие средств труда, в свою очередь, влияет на организационные формы процесса производства. Применение модуль-панелей позволяет использовать сборочно-сварочные агрегаты для установки и приарки набора, повышающие производительность труда в 2-4 раза. Естественно, что при этом потребности одного предприятия в модуль-панелях будут уменьшены. То же наблюдалось при внедрении станков для сборки и сварки тавров.

Несоответствие производственной мощности оборудования потребностям производства сдерживает научно-технический прогресс в сборочно-сварочном производстве, снижает его фондоемкость. Долгое использование производственных возможностей современного оборудования предполагает развитие межзаводской кооперации.

Вопрос о специализации даже на уровне модуль-панелей требует анализа последствий по всей технологической цепочке изготовления корпусных конструкций. Исследования показывают, что в условиях низкой загрузки оборудования на последующих технологических операциях [53] целесообразно выделить в отдельное производство модуль-панели. Такое выделение разгрузит сборочные агрегаты типа АС, нагрузка которых и так мала. Поэтому специализация производства должна базироваться на пересмотрении всего технологического процесса изготовления корпусных конструкций, на решении комплекса проектных, технологических и экономических задач.

4.5.4. Эффективность использования модульного принципа постройки судов. Оценка экономического эффекта от внедрения модульного принципа постройки судов (на различных стадиях проектно-конструкторского цикла) проведена под руководством Л. В. Брегава. Результаты этой оценки (по нижнему пределу) приведены ниже:

| Источники экономии | Экономия, % |
|---|-------------|
| Снижение затрат на проектирование..... | 8,7 |
| Снижение затрат на постройку судна..... | 12,1 |

| в том числе: | |
|---|------|
| сокращение трудоемкости обработки деталей, сборочно-сварочных и монтажных работ на основе повышения конструктивно-технологичности сборочных единиц продукции..... | 3,2 |
| установка высокопроизводительного оборудования (установки только крупнотоннажные)..... | 3,7 |
| высокая надежность оборотного средства..... | 2,5 |
| снижение затрат на формирование надстроек из металла..... | 0,7 |
| Модульная эксплуатационная затрат..... | 3,5 |
| Итого..... | 14,3 |

Решение отдельных задач, связанных с оценкой экономической эффективности при изменении цены, целевой оценки, эксплуатационных затрат по судну и т. п. при внедрении модульного принципа, проводится с использованием подходов и алгоритмов, изложенных в справочнике (см. п. 2.5.2, 3.2.3, 4.3.1).

ГЛАВА 6

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

5.1. Особенности, состав и содержание технико-экономического анализа при проектировании СЭУ и их элементов

Судовая энергетическая установка (СЭУ) представляет собой совокупность трех крупных оставших частей: пропульсивного комплекса (пропульсивной установки), электроэнергетической установки (судовой электростанции) и вспомогательной ЭУ. Тип СЭУ, ее состав, особенности компоновки, уровня основных параметров элементов оказывают существенное влияние на показатели транспортировки грузов, определяя, с одной стороны, уровень проектной стоимости и эксплуатационных затрат судна и, с другой стороны, его проходимую способность за конкретный период.

Высокие темпы технического прогресса в области энергетики, и в частности судовой энергетики, сложные взаимосвязи основных характеристик судна и СЭУ предопределяют необходимость обоснованного выбора ее типа, состава, параметров тепловых схем, конструкторских и технологических решений в процессе проектирования судов различного эксплуатационного назначения. На основе системного подхода должны изучаться и экономически обосновываться масса установки и габаритные размеры, мощность главного двигателя как по уровню, так и по структуре ее использования, стоимость СЭУ в целом и по составу

ным ее элементам, численность и квалификация экипажа, ремонтопригодность и экологическая чистота, уровень автоматизации и эргономическое характеристики и многое другое. При всем разнообразии проблем, возникающих при проектировании СУ и требующих тщательной экономической проработки, существует ряд принципов, правил и процедур, позволяющих упростить экономические расчеты.

В рамках ТЭА СУ, так же как и при анализе судна в целом, реализуется следующие цели:

выбор конкретного технического решения на основе предметной экономии труда (сравнительная эффективность);
определение экономически рациональных границ принимаемых решений;

нахождение предельно допустимых затрат;
оценка абсолютной эффективности принимаемых решений;
оценка уровня экономической прогрессивности новой техники.

Достижению любой из перечисленных целей ТЭА связано с выполнением условий, важнейшим из которых является формирование определенного состава и объема исходной информации. Последний зависит от стадии создания СУ и характера инженерного решения (общее, частное, локальное [21, 44]), а также от тех специфических особенностей, которыми сопровождается процесс создания СУ. К ним относятся следующие:

ряд характеристик СУ, таких, например, как тип и мощность, тип передачи крутящего момента на винт, расположение МКО, выбор компоновки, уровень автоматизации производственных процессов, вместимость топливных цистерн и т. п., обосновывается на этапе формирования конструктивного типа судна;

выбор оптимального сочетания параметров тепловой схемы постоянно сопряжен с необходимостью принимать во внимание ограничения и допустимые условия, сформированные при обосновании общих решений по установке и судну в целом, а неизбежные отступления от них анализировать на более высоком уровне, чем само частное решение (на уровне судна, группы судов, флота);

позитивное обоснование, т. е. по мере роста объема и качества исходной информации уточняется ранее принятые решения, конкретизируется комплексом установок механизмами и оборудованием; СУ не является самостоятельной товарной единицей и экономическая информация о ней создается в процессе ТЭА;

ряд частных технико-экономических решений формируется в кооперирующихся с ними машиностроительных предприятиях, ориентированных на особенности судостроения.

5.1.1. Состав технико-экономического анализа. В соответствии с основными задачами, решаемыми в рамках ТЭА СУ и ее элементов, проектирование последовательно выполняет следующее:

1) обосновывает необходимость нового проектирования системы, установки, узла исходя из анализа функциональных особенностей данного вида техники, ее конкурентоспособности на мировом рынке, технического уровня, степени использования заменяемой техники и т. п.;

2) формирует конкурирующие варианты;
3) показывает основные преимущества и недостатки конкурирующих вариантов, последствия использования этих вариантов на основе информации о размере серии или годовом выпуске изделий, о характеристиках сферы их применения (структура времени использования, гидрометеоусловия, набор режимов, возможные топливные композиции и т. п.);

4) обеспечивает сопоставимость вариантов на основе соблюдения точности полезного эффекта, выбирает базовый вариант;

5) обосновывает критерий экономической эффективности и выбирает показатель или систему показателей, эквивалентных выбранной форме критерия и обеспечивающих сравнимую формулировку;

6) рассчитывает экономическую эффективность и выбирает предпочтительный вариант из рассмотряемых и проекте решений;

7) определяет устойчивость выбранного решения и, если она неудовлетворительная, корректирует исходные характеристики.

5.1.2. Содержание технико-экономического анализа. Основное необходимости нового проектирования. При разработке СУ и их элементов важно использовать уже апробированные решения. Отказ от них влечет за собой неоправданные расходы средств и времени. В то же время стремление к максимальной конструктивной и технологической прогрессивности не должно мешать поиску более эффективных решений. Необходимо диалектическое согласование противоречивых тенденций.

Перечень и краткое описание конкурирующих вариантов проекта. ТЭА базируется на оценке эффективности нескольких вариантов решения одной и той же проблемы, и связи с чем и ставится задача их вычлениния и дальнейшего описания, достаточного для последующих задач ТЭА.

Основные преимущества и недостатки конкурирующих вариантов. Прежде чем приступить к количественной оценке эффективности конкурирующих решений, необходимо выявить их достоинства в сферах производства и эксплуатации изделий. Составление недостатков и преимуществ разработанных вариантов выполняется с использованием оценок „лучше-хуже“, „больше-меньше“ и т. д. Качественный анализ ведется на основе знаний и опыта разработчиков проекта и привлеченных к нему экспертов. Затраты времени на анализ незначительны. Выбор варианта считается обоснованным, если преимущества очевидны по всем рассматриваемым характеристикам. В противном случае все последствие применения вариантов-альтернатив, получившие качественную оценку, подтверждаются изучено как объекты формализации и последующей количественной оценки. Полнота качественного анализа в большой степени преопределяет успешность выполнения ТЭА в целом.

Обеспечение условий сопоставимости и выбор базового варианта [37]. Показатели экономической эффективности от андерпроя проектируемого средства (турбин, парогенераторов, двигателей внутреннего сгорания, установок с любым из перечисленных двигателей) определяются как сравнительные значения.

Размер их зависит от базы сравнения. В качестве базового варианта принимается любой из конкурирующих (сравниваемых) вариантов проектируемой техники.

При определении технико-экономической эффективности нового оборудования в качестве базы сравнения принимается лучшее известное в мировой практике оборудование, индустриальное или разрабатываемое и достаточно апробированное на практике. Лучшим и технико-экономическом отношении считается такое средство, применение которого позволяет получить необходимые производственные результаты с наименьшими народнохозяйственными затратами. При этом объектом для сравнения может быть не только машина, однотипная с проектируемой, но и машина иного типа, выполняющие одинаковое функциональное назначение.

При сравнении вариантов турбин, газотурбинных, паротурбинных, парогазовых, атомных и других ЭУ и их элементов приращение к тождеству по объему выполненной работы имеет следующую особенность: по вариантам обеспечивается равный энергетический результат, т. е. должны быть одинаковыми размеры установленной мощности, годовой выработки энергии, паропроизводительности.

Сопоставимыми по качеству являются варианты изделий, обеспечивающие исполнение в полном соответствии с поставленными техническими условиями, например по отсутствию брака, жаропрочности, точности и чистоте обработки. В этом случае к параметрам, обеспечивающим условие сопоставимости, должны относиться мощность, работа, производительность и т. д.

Если варианты оборудования различаются по уровню надежности, их сопоставимость необходимо обеспечивать прямым путем, аналогично приведению вариантов к тождеству по объему производимой продукции. При этом учитывается наличие резервного оборудования.

В практике технико-экономических расчетов применяется также косвенный путь достижения сопоставимости вариантов с разным уровнем надежности. Он состоит в том, что по варианту с более низким уровнем надежности учитываются ущерб, нанесенный народному хозяйству в результате недоработки продукции.

Для сопоставимости вариантов большое значение имеют также одинаковая степень достоверности исходных данных и полнота научных исследований при разработке сравниваемых вариантов.

Обоснование критерия экономической эффективности. Проблема выбора критерия эффективности при оценке альтернативных решений рассмотрена в гл. 1.

Расчет экономической эффективности и выбор предпочтительного варианта. Расчеты экономической эффективности и лимитной цены производятся по формулам (1.18) и (2.1).

Проверка выбранного решения на устойчивость. Варируя проверяемый параметр, определяем диапазон его значений, при котором сохраняется преимущество выбранного варианта. Например, при обосновании типа ЭУ на ранних стадиях проектирования наибольшей неопределенностью характеризуется стоимость установки.

В связи с этим расчет критерия экономической эффективности при нескольких значениях стоимости ЭУ позволяет определить зону устойчивости конкретного решения по отношению к изменению стоимости. Полный состав содержания ТЭА ЭСУ даст перечень событий, приведенный в табл. 16.П.

5.2. Оценка капиталовложений на создание ЭСУ

5.2.1. Состав капитальных вложений.

Капитальные вложения по каждому варианту ЭСУ представляют собой следующую сумму затрат: прямых — в предприятии-изготовителе продукции, сопряженных, отсутствующих и вложенных в науку как предпроектировочную сферу.

Для вычисления сравнительной экономичности проектируемого оборудования достаточно рассчитать по вариантам только реально идущие вложения. К ним относятся капитальные вложения в само судно (группу судов) или в его ЭУ (если все остальные конструктивные элементы судна не изменяются). Прямые капитальные вложения определяются с учетом приведения вариантов к тождественным производственным результатам.

Под сопряженными понимаются капитальные вложения в отрасли, которые обеспечивают судовладельцев постоянно возобновляемыми элементами оборотных средств (топливом, запасными частями) и основными фондами (оборудованием, конструкциям и т. п.).

Сопутствующими называются капитальные вложения в те отрасли и объекты, которые территориально и функционально связаны с прямым объектом вложений. Этот вид капитальных вложений учитывается при существенном различии их величин по вариантам.

Вложения, связанные с выполнением научно-исследовательских работ (НИР), представляют собой затраты в лабораторное оборудование, экспериментальные установки, аппараты, здания и сооружения лабораторий, стенды. Эти вложения учитываются в расчете, если создание проектируемой машины или конструкции предшествует выполнению специальных научных исследований.

Каждая составляющая капитальных вложений охватывает вложения как в новые, так и в используемые средства.

5.2.2. Расчет прямых капитальных вложений, руб., определяются по формуле

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n K_i \eta_i, \quad (5.1)$$

где i — порядковый номер вида оборудования, принимаемого к сравнению; K_i — капитальные вложения в оборудование, руб./ед.; η_i — количество единиц оборудования i -го вида, необходимого для производства годового объема работ.

Капитальные вложения в единицу нового оборудования рассчитываются по формуле

$$K_1 = C_0(1 + k_1 + k_m) + K_{\text{НИР}} + K_{\text{м.п.}} \quad (5.2)$$

где C_0 — оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.; k_1 — коэффициент, учитывающий эксплуатационные расходы по доставке оборудования на судно; k_m — коэффициент затрат на монтаж оборудования; $K_{\text{НИР}}$ — предпроизводственные затраты на НИР, предшествующие созданию данного оборудования, а доля, приходящаяся на единицу оборудования, руб./ед.; $K_{\text{м.п.}}$ — затраты на подготовку производства оборудования, а тем числе на его проектирование, руб./ед. (представляются отдельным слагаемым, если не учтены в полной себестоимости оборудования по статье расходов, связанных с освоением производства).

Значения коэффициента k_1 и k_m принимаются по данным проектной практики. Например, для паротурбинного оборудования в зависимости от мощности затраты на монтаж по отношению к его стоимости составляют 5–15 % [37].

Определение оптовой цены оборудования и ее основной составляющей — полной себестоимости осуществляется различными методами (см. гл. 2).

5.2.3. **Использование относительной формы зависимости затрат от технико-эксплуатационных параметров СЭУ.** Большая часть элементов СЭУ принадлежит к достаточно разным параметрическим рядам. Выпуск новых изделий в области судового энергомашиностроения, как правило, не расширяет ряд, а дополняет его новыми элементами, что создает предпосылки вычлечения и количественного описания связи технических и стоимостных параметров на основе методов параметрического ценообразования. Указанные методы реализуются в двух формах:

1) в виде абсолютных зависимостей

$$C_i = f(\Pi_i); \quad (5.3)$$

2) в виде относительных зависимостей

$$\bar{C}_i = f(\bar{\Pi}_i); \quad (5.4)$$

Базой для формирования относительных зависимостей являются абсолютные значения стоимостного и технических параметров одного из изделий параметрического ряда $\bar{C}_i = C_i/\bar{C}_1$, $\bar{\Pi}_i = \Pi_i/\bar{\Pi}_1$, где \bar{C}_1 — индекс базового изделия, за которое выбирается представитель параметрического ряда с минимальными значениями потребительских свойств или их эквивалентов; $\bar{\Pi}_1$, $\bar{\Pi}_i$ — значения параметров i -го и базового изделий.

Относительная форма имеет следующие преимущества:

а) зависимость относительных параметров обладает более очевидной и ясной экономической интерпретацией, чем взаимосвязь абсолют-

ных значений тех же параметров. Она описывает относительные изменения стоимости и части потребительских свойств, выраженной простотой главного потребительского свойства или его эквивалента. В качестве такого эквивалента выступает мощность, производительность, поверхность контакта с рабочим телом (для теплообменных аппаратов), масса изделия;

б) взаимосвязь более стабильна во времени, малочувствительна к изменениям цен внутри параметрического ряда. Если цены изменяются для всех членов параметрического ряда в одинаковых масштабах от их начальных значений, то форма связи относительной цены и относительного технико-эксплуатационного параметра не изменится. Если изменения в ценах не подчиняются правилу пропорциональности, то относительная их взаимосвязь претерпевает небольшие отклонения, которыми в большинстве случаев пренебрегают [21, 112].

При использовании относительной формы зависимости стоимостная модель любого элемента ЭУ может быть представлена в виде

$$\bar{C}_i = \bar{f}(\bar{\Pi}_i = \bar{\Pi}_1) \bar{f}(\bar{\Pi}_i) / \bar{f}(\bar{\Pi}_1), \quad (5.5)$$

где \bar{f} — индекс цены элемента установки в текущем году по сравнению с базовым.

Применяемые при сопоставлении цен базового и нового изделий центральные (основные) показатели потребительских свойств являются лишь частью совокупности, характеризующей потенциальную потребительскую стоимость. В связи с этим изменение стоимости изделия существенно отстает по темпу от изменения уровня одного или нескольких потребительских свойств. Игнорирование этого обстоятельства, нарастающего в допущении прямо пропорциональной связи между ними, приводит к завышению уровня цен на новые и модернизируемые изделия.

Уточнение формулы верхнего предела цены. Отечественная и зарубежная практика котельного достаточно большое количество наблюдений о характере и форме связи стоимостных и потребительских характеристик изделий, которые необходимо использовать при расчетах лимитной цены, а также экономического эффекта. Совершенствование расчетов этих показателей сводится к двум моментам:

использованию реальных индексов потребительских свойств вместо простого отношения производительности;
введение корректирующего множителя, с помощью которого отражается степень реального использования учитываемого потребительского свойства.

Формула верхнего предела цены имеет вид

$$\bar{C}_{\text{л.п.}} = \bar{C}_1 (\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n k_{\Sigma} + \frac{(\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n) \bar{H}_1 - \bar{H}_2}{1/\bar{T}_2 + E_n} + \frac{E_n \Delta K_1}{1/\bar{T}_2 + E_n}) \quad (5.6)$$

Здесь $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ — индексы цен (затрат), найденные в зависимости

от индекса соответствующего (1-го, 2-го, ..., n-го) потребительского свойства и скорректированные на степень использования зависимого свойства в конструкции свойства, т. е. $\alpha_i = \alpha^i$ при $\beta_i = \alpha^i$ — индекс цены в функции относительной величины j-го потребительского свойства при его полном использовании; β_j — степень использования j-го потребительского свойства ($0 < \beta_j < 1$).

Сущность изделия α , заключаясь в следующем: требуется установить цену на изделие (турбину), значение мощности которого принимается мощностью базового изделия N_0 и составляет 2000 кВт. Надо найти оптимальное и лучшее КПД. Таким образом, необходимо учесть такие потребительские свойства. В соответствии с формулой необходимо увеличить цену базовой турбины на N_0/M_0 раз, т. е. удвоить и сложить ее с эквивалент по толщине стенок лопатки. Пусть цена турбины в 1000 кВт оценивается 50 000 рублей, а годовая экономия по толщине стенок лопатки покрывает затрат — 1000 руб., $T_{\text{пол}} = T_{\text{пол}0} = 20$ лет.

Пусть $\beta = 1$, $M_0 = 8$. По формуле (3.6) цена новой турбины

$$C_{\text{н.н.}} = 50 \cdot 10^3 \frac{2 \cdot 10^3}{10^3} \frac{0,05 + 0,15}{0,05 + 0,15} \frac{10^3}{8,25 + 0,15} = 105 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

С учетом реально сложившейся, дательной наиболее сильной зависимости как от мощности так и

$$C_{\text{н.н.}} = 50 \cdot 10^3 \cdot 1,3 \frac{0,05 + 0,15}{0,05 + 0,15} \frac{1000}{0,05 + 0,15} = 70 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

Как видно из сопоставления, разница очень существенная. Она заметна и при расчете сравнительной экономической эффективности, определенной по формулам (1.18) и (1.19).

Коэффициент $\alpha_i = 1,3$ получен из эмпирической зависимости [112], связывающей относительную (к базисному изделию) цену с относительной мощностью. Коэффициент β_j учитывает степень использования j-го потребительского свойства. Зависимые в конструкции и реализованные в ней отдельные потребительские свойства часто оказываются избыточными в силу отклонения реальных условий эксплуатации техники от предположимых. Тогда создается минимальное качественное преимущество, которое не должно увеличивать уровня цены, хотя и отражаются на индивидуальных издержках производства. Применительно к судовому машиностроению такими потребительскими свойствами могут быть мощность главного двигателя, мощность судовой электростанции, степень автоматизации, долговечность отдельных узлов и т. п.

Например, пусть $\beta = 1$. Знак, $N_0 = 1000$ кВт, $\beta_1 = 1,3$, $C_0 = 50$ тыс. руб., $T_{\text{пол}} = 20$ лет, $N_1 = 2000$ кВт, $\beta_2 = 0,8$, $\Delta N = 1000$ руб. Тогда индекс мощности $J_M = 2000/1000$, а индекс цены J_C по той же эмпирической зависимости будет равен 1,3. С учетом степени использования мощности индекс мощности будет $J_M = (1000 \cdot 0,8 + 2000) : 1000 = 1,8$, а индекс цены $J_C = 1,25$. Верхний предел цены определяется как

$$C_{\text{н.н.}} = 50000 \cdot 1,25 \frac{0,05 + 0,15}{0,05 + 0,15} + \frac{1000}{0,05 + 0,15} = 67 \text{ 500 руб.}$$

Таким образом, предприятие-строитель или предприятие-проектировщик может проконтролировать обоснованность лимитов, а следовательно, и договорных цен на комплектующие оборудование.

Аналогичные подходы разрабатываются и для оценки сравнительной эффективности судов в целом.

5.3. Оценка затрат на создание СЭУ и ее элементов на разных стадиях проектирования

Определение затрат на создание СЭУ затруднительно, потому что как товарная единица она нигде не выступает и калькуляция на нее не составляется. Для предварительной оценки этих затрат на СЭУ проводятся различные укрупненные расчеты, образующие группу нормативно-параметрических методов. Применительно к СЭУ наиболее перспективным является сочетание регрессионного и агрегатного методов (см. п. 2.2.3, 2.2.4.). На основе первого формируется набор локальных моделей целостной оценки стоимости отдельных элементов СЭУ во взаимосвязи с важнейшими технико-эксплуатационными параметрами; на основе второго — агрегатная модель затрат на создание СЭУ любого типа и составе в широком диапазоне варьируемых параметров. В модели затрат на установку кроме стоимости комплектующих ее элементов учитываются затраты судостроительного предприятия по сборке, монтажу, наладке и испытаниям СЭУ. В моделях обоих типов с помощью индекса цен учитывается фактор времени.

Модель затрат на установку как совокупность затрат на ее элементы и их монтаж представляется в виде

$$Z_{\text{СЭУ}} = \sum_i (J_{\text{эл}i} \alpha_i Z_i + \beta_i b_i) + Z_{\text{сб}} + Z_{\text{исп}} \quad (5.7)$$

где i — количество элементов СЭУ; α_i — количество единиц i-го элемента в составе СЭУ; $J_{\text{эл}i}$ — индекс затрат по i-му элементу; Z_i — абсолютная величина затрат на создание базового элемента с учетом качественных параметров; β_i — относительная величина затрат на создание i-го элемента; a_i , b_i — коэффициенты, учитывающие серьезность (год выпуска) и организационно-технический уровень производства i-го элемента СЭУ; $Z_{\text{сб}}$ — затраты на сборку, монтаж и испытания установки, наладку и грубопроезд; $Z_{\text{исп}}$ — стоимость прочих (неучтенных в локальных моделях) элементов СЭУ.

Затраты на сборку, монтаж и испытания установки определяются как

$$Z_{\text{сб}} = R \sum_i T_i(M_i) \alpha_i \quad (5.8)$$

где k — коэффициент, учитывающий косвенные расходы; $T_i(M_i)$ — трудоемкость монтажных работ i -го элемента СЭУ, зависящая от его массы M_i ; t_i — стоимость работы i -го элемента.

Результаты расчета затрат на создание СЭУ и их элементов используются:

при планировании затрат на СЭУ и их элементов на разных стадиях проектирования;

в качестве расчетной базы для установления цен, так как правильное определение затрат предопределяет достоверность и обоснованность цен;

для контроля за использованием и соблюдением технически обоснованных норм расхода основных материальных, трудовых и денежных ресурсов, основных производственных фондов и оборотных средств, закрепленных за предприятием;

при технико-экономическом обосновании выбора СЭУ на разных стадиях проектирования и расчета экономической эффективности различных типов СЭУ;

для оценки затрат на функцию с помощью полученных моделей затрат на СЭУ и их элементы при проведении ФСА.

5.3.1. **Общие положения.** Исходной информационной базой для формирования модели затрат являются префакторанты на изделия судового энергомашиностроения за ряд лет, технические условия на изготовление данной продукции, соответствующие ГОСТы, нормативно-справочные материалы предприятий-изготовителей и каталоги цен изделий за несколько лет.

При реализации модели затрат используется следующая экономико-математические методы определения затрат:

агрегатный, состоящий в суммировании затрат на отдельные элементы, входящие в состав СЭУ;

регрессионный анализ, состоящий в нахождении эмпирической зависимости затрат на создание элементов СЭУ от их технико-эксплуатационных параметров;

метод структурной анализа, основанный на наличии сходства рассматриваемых элементов в СЭУ в отношении их количественных и качественных характеристик.

Предпосылкой использования регрессионного анализа является тот факт, что большинство элементов СЭУ образуют параметрические ряды.

Для выделения технико-эксплуатационных параметров, существенно влияющих на уровень затрат при изготовлении установки, необходим отбор факторов, который проводится в два этапа. Первый этап — отбор существенных факторов, которые связаны с уровнем затрат. Из избранных параметров исключаются взаимозависимые параметры, слабо связанные с затратами. Отбор продолжается до тех пор, пока число оставшихся параметров позволит применить метод корреляционно-регрессионного анализа.

Например, из множества технико-эксплуатационных параметров УПГ типа КУП выбраны пять наиболее существенных: M — масса изделия; Π — паропро-

водительность; T , T' — температура газа на выходе из парогенератора, K , $^{\circ}\text{C}$; p — рабочее давление пара в конденсаторе; F — производительность конденсатора с рабочим телом, м^3 .

Параметр M тесно связан с параметрами p , Π , F , T , поэтому в дальнейшем расчеты использовать в едином выражении массу и остальные параметры невозможно, так как при увеличении массы увеличивается и производительность конденсатора, а значит, и паропроводительность. Параметры Π и F тесно связаны с параметром p (коэффициентом паровой корреляции равен 0,881), и в расчеты включаются только один из этих параметров, предпочтительно Π (паропроводительность), поскольку коэффициенты паровой корреляции между ними и параметрами T ниже, чем между F и T , p .

На основе обработанной информации об отдельных объектах строится эмпирическая линия регрессии, большая часть которой представляется в виде степенной функции, а в некоторых случаях — в виде линейной [7].

5.3.2. **Результаты оценки затрат на создание СЭУ и их элементов.** Модели затрат на создание элементов СЭУ приведены ниже. Для наиболее сложных дорогостоящих элементов построены многофакторные модели, для мелких, конструктивно более простых, — двухфакторные, связывающие уровень затрат с параметром производительности элементов.

Кроме стоимостных целостных моделей элементов установки предполагаются зависимости определения затрат на отдельные крупные узлы элементов, что позволяет оценивать затраты на элементы СЭУ на стадиях конструкторской проработки узлов.

Приводимая ниже формула представляет собой универсальную модель затрат на создание СЭУ, полученную на основе формулы (5.7) [при расчете затрат на конкретную установку требуется корректировка формулы (5.9) с учетом новых элементов, отсутствующие элементы не рассматриваются]:

$$Z_{\text{СЭУ}} = (J_{\text{из}} / J_{\text{из}0}) \left(\sum_{i=1}^n 3_i \bar{3}_i + 3_{\text{бб}} \right) = (J_{\text{из}} / J_{\text{из}0}) [(m_1 3_1 \bar{3}_1 + \dots + m_{14} 3_{14} \bar{3}_{14}) + 3_{\text{бб}}] \quad (5.9)$$

где $J_{\text{из}}$, $J_{\text{из}0}$ — индексы затрат на изделие-электрическую установку (СЭУ) или парогурбинную установку в текущем и базовом периодах; 3_i — абсолютное значение затрат базового изделия параметрического ряда; $\bar{3}_i$ — относительное значение затрат; m_1, \dots, m_{14} — число элементов одного наименования в составе установки; $3_1 \bar{3}_1$ — затраты на производство базового изделия параметрического ряда и относительные затраты на главные судовые двигатели; то же с индексом 2 — для вспомогательных судовых двигателей; $i=3$ — для главных Π ; $i=4$ — для вспомогательных Π ; $i=5$ — для паровых турбин; $i=6$ — для вспомогательных и утилизационных парогенераторов; $i=7$ — для конденсаторов; $i=8$ — для насосов; $i=9$ — для сепараторов; $i=10$, $i=11$ — для подогревателей и охладителей воды, топлива, масла; $i=12$ — для испарителей; i — для сорбителей; $i=14$ — для фильтров

топлива и масла; $i = 15$ - для эжекторов; $i = 16$ - для изомайеров; $i = 17$ - для холодильников топлива и масла; $i = 18$ - для компрессоров; $i = 19$ - для прочих элементов СЭУ.

Затраты на сборку, монтаж и испытание установки определяются по формуле (5.8).

При использовании развернутой модели (5.5) следует придерживаться ряда рекомендаций:

1. Оценка затрат на сборку, монтаж и испытание установки $Z_{об}$, определять общую трудоемкость работ завода-строителя, тыс. норм-ч, по одной из эмпирических зависимостей, представленных ниже:

$$T_1 = \sum_{i=1}^n T_i = 1,726 M_{СЭУ}^i \quad (5.10)$$

или

$$T_2 = 19,3 (N_{СЭУ} / 1000)^{0,85} \quad (5.11)$$

Здесь $M_{СЭУ}$ - масса установки, т; $N_{СЭУ}$ - мощность установки, кВт.

2. Затраты на пайку и трубопроводы $Z_{п}$ учитывать экспертным путем (в долях от общей величины $Z_{об}$ или $Z_{СЭУ}$).

3. Индекс затрат увеличивать применительно к установке в целом, считая, что динамика затрат на ее создание характеризуется динамикой цен на главные двигатели. Численные значения индексов определяются либо по приведенным ниже уравнениям либо по табл. 5.1:

Таблица 5.1. Эмпирические зависимости цен J_z на главные двигатели

| Год | Двигатели судовые | | Год | Двигатели авиационные | |
|------|-------------------|-------|------|-----------------------|-------|
| | Турбины | ДВС | | Турбины | ДВС |
| 1965 | 1 | - | 1978 | 1,244 | 0,929 |
| 1966 | 1,152 | - | 1979 | 1,247 | 0,930 |
| 1967 | 1,153 | 1 | 1980 | 1,252 | 0,931 |
| 1968 | 1,154 | 0,929 | 1981 | 1,254 | 0,932 |
| 1969 | 1,154 | 0,93 | 1982 | 1,931 | 1,295 |
| 1970 | 1,154 | 0,933 | 1983 | 1,932 | 1,297 |
| 1971 | 1,337 | 0,932 | 1984 | 1,933 | 1,298 |
| 1972 | 1,339 | 0,933 | 1985 | 1,938 | 1,303 |
| 1973 | 1,252 | 0,934 | 1986 | 2,114 | 1,344 |
| 1974 | 1,252 | 0,935 | 1987 | 2,104 | 1,387 |
| 1985 | 1,248 | 0,936 | 1988 | 2,178 | 1,452 |
| 1976 | 1,244 | 0,937 | 1989 | 2,226 | 1,479 |
| 1977 | 1,245 | 0,938 | 1990 | 2,388 | 1,528 |

для турбин

$$J_z = 1,206 + 0,047y + 0,004y^2,$$

$$J_z = 1,866 + 0,070y + 0,002y^2;$$

для ДВС

$$J_z = 0,942 + 0,013y + 0,002y^2,$$

$$J_z = 1,024 + 0,022y + 0,002y^2.$$

Здесь J_z - порядковый номер года в соответствующем интервале.

Приведены расчет затрат на ДЭУ маломощного двигателя с мощностью главного двигателя 2580 кВт. Исходные данные составили: стоимость выкупа на нее в соответствии с формулой (5.9) могут быть представлены в виде

$$\begin{aligned} Z_{СЭУ} = (J_{СЭУ}^2) & (0,2 \cdot 3_1 + 3 \cdot 3_2 + 4 \cdot 3_3 + 4 \cdot 3_4 + 2 \cdot 3_5 + 16 \cdot 3_6 + 5 \cdot 3_7 + 5 \cdot 3_8 + \\ & + 2 \cdot 3_9 + 3 \cdot 3_{10} + 3_{11}) = (J_{СЭУ}^2) (2(1,62N_1 + 0,563n_1) - 0,737n_2 + 3 \cdot 1,98N_2)^{0,85} \times \\ & \times n_2^{-1,07} + 4 \cdot 0,538N_3^{0,78} + 2 \cdot 0,031n_4^{0,85} + 5 \cdot 0,402n_5^{0,85} + 5 \cdot 0,488n_6^{0,85} + \\ & + 3 \cdot 0,032M_7^{0,85} + 4 \cdot 0,468M_8^{0,85} + 5 \cdot 0,245M_9^{0,85} + 9(-0,226n_{10} + 1,386n_{11}) + \\ & + 2 \cdot 18,932F_1^{0,78} + 49,594F_2^{0,85} + 2 \cdot 0,842M_{12}^{0,85} + 3_{13}). \end{aligned}$$

Значения индексов затрат на дизель-энергетические и паротурбинные установки, рассчитанные до 1990 г., приведены в табл. 5.1. Согласно эвристической оценке $Z_{об}$ принята равной 30% среднего затрат на элементы установки. В результате расчетов получено, что затраты на СЭУ маломощного двигателя $Z_{СЭУ} = 841,56$ тыс. руб.

Наименование элемента СЭУ

Модель затрат

Турбины:

для привода генератора без об-
борки пара $32,842(J_{СЭУ}^2) / (30)^{0,85} = 6,841$

$35,032(J_{СЭУ}^2)$

$4,577M_7^{0,85}$

для привода генераторов с обо-
ркой промежуточными наборами
пара $31,851(J_{СЭУ}^2)$

$3,733M_8^{0,85}$

Парогенераторы:

утилизационные типа КЭП $3,425M_9^{0,85}$

$3,716M_{10}^{0,85}$

$240 \cdot 187N_1^{0,85} / (30)^{0,85} = 4,306$

$121,107(J_{СЭУ}^2) / (30)^{0,85} = 2,719$

то же с неэкстремальными $16,561(J_{СЭУ}^2) / (30)^{0,85} = 1,449$

$38,761M_{12}^{0,85}$

$80,849(J_{СЭУ}^2) / (30)^{0,85}$

водотурбины $8,075M_3^{0,85}$

вспомогательные типа КАВ $31,127(J_{СЭУ}^2) / (30)^{0,85}$

| Наименование элемента СЭУ | Модель затрат |
|--|--|
| Автоматизация типа КАР | $5,254 \cdot N^{0,511}$ |
| Электроболе | $9,822 \cdot r_1 \cdot N^{0,2}$ |
| Автоматизация типа КАР | $1,9232 \cdot N^{0,714}$ |
| Двигатели: | |
| двухтактные блочные | $1,088 \cdot N^0$ $276,2N + 9,63e - 7,37e$ $131,21N + 4,45e$ $147,18N^0,7$ |
| четырёхтактные блочные | $183,801N - 20,9 \cdot 10^6 \cdot N^{-0,5} - 0,58 \cdot 1,489$ $78,274(N - 13) \cdot 1,031$ |
| Двигатели для автоматизированных танкеров | $1,04(N \cdot 10^9)^{0,5} - 0,2(N \cdot 10^9)^{-0,5} - 1,31$ $1,28(N \cdot 10^9)^{0,5} - 0,2(N \cdot 10^9)^{-0,5} - 1,02$ $1,12(N \cdot 10^9)^{0,5}$ |
| Двигель генераторы: | |
| судовые блочные для судовых автоматизированных установок | $26,264N + 3,388 \cdot N^0$ $0,578N^0,78$ |
| Сепараторы типа СК, ССК | $0,4773N$ $(0,216N^0 + 1,306e) \cdot 10^{-1}$ $0,08124 \cdot N^{0,611}$ $0,08124 \cdot N^{0,784}$ |
| Подогреватели типа ПМ | |
| Холодильники масляного типа МКД | |
| Осушители воды: | |
| типа ТК | $8,0517N^0,77$ $8,0521 \cdot N^{0,77} \cdot r_2 \cdot 10^{-1} - 0,1N$ $5,0224 \cdot N^{0,410}$ $5,4212 \cdot N^{0,197}$ |
| Экономизаторы: | |
| циркуляционные блочные | $(1,34810,091N + 48,427r) \cdot 10^{-2}$ $899,878N^0,97$ |
| Холодильники водяные | $6,229 \cdot N^{0,711} \cdot 12^{-1}$ |
| Маслоохладители типа МММ | $6,420 \cdot N^{0,611} \cdot 10^{-2}$ |
| Осушители типа ОПВ | $2 \cdot 10^{-1} \cdot N^{0,611} \cdot 10^{-1} - 39^{-1} \cdot 0,184 - 1,85$ $1,155r - 1,48(N \cdot 10^9)^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot 1,24$ |

Здесь N — мощность, тыс. кВт; r_1 — диаметр, МПа; M — масса, т; F — поверхность, площадь в рабочем состоянии, м²; t — температура, °C · 10⁻¹; P — паропроизводительность, т/ч; λ — высота паропровода, м; d_0 — удельный расход топлива, г/кВт.

На рис. 7–17 и в табл. 14–19И приводятся графики зависимостей стоимостных характеристик ряда элементов СЭУ от их технико-эксплуатационных параметров, а также типовые структуры затрат на создание отдельных агрегатов.

5.4. Реализация экономических расчетов на разных стадиях проектирования СЭУ и их элементов

5.4.1. Обоснование выбора главного двигателя для ДЭУ малотоннажного танкера. Обоснование ведется в соответствии с п. 5.1.1. Необходимость нового проектирования. Новое проектирование, т. е. отказ использовать в будущем уже созданные образцы рассматриваемой техники, обусловлено в данном случае интенсивным ростом цен на жидкое топливо. Расходы на топливо могут быть существенно сокращены на основе разнообразных мероприятий, среди которых наиболее перспективными являются уменьшение удельного расхода топлива, т. е. повышение тепловой эффективности двигателя,

и расширение использования более дешёвых сортов топлива. На современных судах морского флота и в качестве главных двигателей используются в основном малосерийные дизели с наддувом, которые могут работать на топливах различной вязкости — от дистиллятных (дизельных) топлив до высоковязких мазутов. Их основные технико-экономические характеристики находятся на уровне современных достижений мировой индустриальной промышленности. До последних лет на морских судах для работы главных двигателей в основном использовались дизельные топливные, которое имеет высокую стоимость и дефицит в топливном балансе страны, а для смазки цилиндров — импортные цилиндровые масла, так как отечественные масла не обеспечивают нормальной работы главных двигателей из-за образования нагара в цилиндрах. Быстрое развитие морского флота потребовало решения ряда технических проблем для снижения затрат на перевозку грузов морскими транспортом.

Совершенствование конструкции и рабочего процесса двигателя благодаря наддуву является одним из перспективных направлений улучшения его эксплуатации, и это, безусловно, оправдывает частичную конструкторскую переработку устаревшей конструкции.

Краткое описание вариантов конкурентов. Объектами ТЭА являются главные двигатели внутреннего сгорания, предназначенные для использования в составе ГЭУ малотоннажных танкеров, имеющих мощность 14 у. Основные технико-эксплуатационные характеристики двигателей и частотно-установок и судна приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Исходные данные для расчета эксплуатационно-экономических показателей судов и их ЭУ при выборе главного двигателя

| Характеристика | Сравнительные варианты | |
|---|------------------------|-------------------|
| | 141 300 (проект) | 141 304К (проект) |
| Чистая грузоподъемность судна D_n , т | 1580 | 1580 |
| Протяженность кругового рейса L , миль | 5080 | 5080 |
| Тип установки | ДВС | ДВС |
| Вид топлива | МС | МС |
| Удельный расход топлива $d_{уд}$, кг/(кВт · ч) | 0,23 | 0,2 |
| Судовой расход топлива $D_{суд}$, кг/сут | 6356 | 5768 |
| Запас топлива, $D_{зап}$, кг | 52 208 | 47 508 |
| Скорость судна: | | |
| полной ход, в, уз | 14 | 14 |
| экономической ход $V_{эко}$, уз | 13,4 | 13,4 |
| Моторное устройство, ч | 25 800 | 40 800 |
| Срок службы двигателя $T_{ср}$, лет | 15 | 20 |
| Мощность судовой электростанции, кВт | 308 | 308 |
| Судовой расход топлива на волеужное судно, кг/сут на одну $D_{во}$, кг | 8,9 | 8,32 |
| на стоянке с использованием грузовых насосов $N_{ст}$ | 1,21 | 1,21 |

Основные преимущества и недостатки конкурирующих вариантов. Применение в составе ЭУ двигателя с усовершенствованной конструкцией и рабочим процессом связано с использованием разнообразных форм проявления его потребительских свойств в сфере эксплуатации и в сфере производства. Рассмотрим обе сферы последовательно.

В сфере эксплуатации двигателя в составе СЗУ последние применения нового двигателя такие:

- снижение удельного расхода топлива;
- использование более дешевых сортов топлива;
- повышение надежности и долговечности двигателей, обусловленное конструктивным воздействием;
- снижение тех же показателей в связи с применением более тяжелых сортов топлива;
- возможности реализации более высокой степени автоматизации устройств.

В сфере производства выпуск нового двигателя может привести к снижению затрат на изготовление двигателя из-за снижения его массы и металлоемкости и к увеличению затрат на изготовление двигателя в результате усложнения конструкции и ее обработки.

Обеспечение сопоставимости вариантов. Установка с двигателем ДР 43/61 сопоставима с установкой, основанной двигателем 6Н 36/45 в силу следующих причин:

- оба двигателя — газодизель;
- мощность двигателей одинаковая;
- используемое топливо в рассматриваемых вариантах имеет приблизительно одинаковую теплотворную способность;
- целевое назначение совпадает.

Выбор критерия экономической эффективности. В качестве критерия экономической эффективности могут использоваться годовые приведенные затраты либо удельные годовые приведенные затраты.

Расчет экономической эффективности. При сопоставлении вариантов технических решений выполняются расчеты сравнительной экономической эффективности капитальных вложений.

Расчет капитальных вложений и текущих расходов по вариантам, приведенным предварительно в сопоставимый вид, и есть содержание технико-экономического обоснования. Приведем такой расчет.

В рассматриваемом примере капитальные вложения в оба варианта представляют собой только сумму прямых вложений. Сопряженные, сопутствующие вложения и вложения в науку как предпроектировочную сферу повариантно одинаковы и не требуют количественной определенности в сравнительных расчетах.

Капитальные вложения в СЗУ по вариантам определяются на основе укрупненной оценки затрат, заключающейся в применении таких методов параметрического ценообразования, как удельные показатели, регрессионный анализ и др. В соответствии с этими методами СЗУ разбивают на несколько конструктивных групп: двигатель, редуктор, механическое оборудование и трубопроводы. Стоимость главного двигателя определяют по эмпирической зависимости,

полученной на основе корреляционно-регрессионного анализа и связывающей центральное потребительское свойство двигателя — мощность — с затратами на его изготовление в условиях серийного производства. Стоимость редуктора и механического оборудования находят с помощью метода удельных показателей в предположении несложности структуры затрат на создание ДЗУ данного типа. Стоимость самой установки определяют как сумму стоимостей ее составных элементов, скорректированную на величину расходов на транспортировку и монтажные работы (табл. 5.3, 5.4).

Таблица 5.3. Расчет стоимости СЗУ

| Характеристика | Расчетная формула, единицы | Удельные значения по вариантам | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|--------|
| | | Базисный | Проект |
| Мощность главного двигателя N , тыс. кВт | Задана | 1,5 | 1,5 |
| Частота вращения главного двигателя n , об/мин | Задана | 250 | 375 |
| Удельная стоимость главного двигателя $C_{гд}$, руб./кВт | См. рис. 15П | 136,5 | 68,4 |
| Соответствующая стоимость главного двигателя $C_{гд,з}$, тыс. руб. | $C_{гд,з} = C_{гд} \cdot N$ | 205 | 102,6 |
| Рентабельность главного двигателя $r_{гд}$ | Задана | 0,2 | 0,2 |
| Стоимость зема главного двигателя $Ц_{гд,з}$, тыс. руб. | $Ц_{гд,з} = C_{гд,з}(1 + r_{гд})$ | 315,6 | 165,3 |
| Доля стоимости главного двигателя в стоимости ДЗУ | См. табл. 30П | — | 55 |
| Доля стоимости редуктора в стоимости ДЗУ | См. табл. 30П | — | 10 |
| Стоимость редуктора $Ц_{ред}$, тыс. руб. | Задана | — | 30 |
| Доля стоимости механического оборудования в стоимости ДЗУ | См. табл. 30П | — | 35 |
| Стоимость механического оборудования $Ц_{м,з}$, тыс. руб. | Задана | 105 | 105 |
| Стоимость ДЗУ $Ц_{ДЗУ}$, тыс. руб. | $Ц_{ДЗУ} = Ц_{гд,з} + Ц_{м,з}$ | 420,6 | 300 |
| Стоимость корпуса с оборудованием $Ц_{к}$, тыс. руб. | Задана | 764 | 800 |
| Полная стоимость судна $Ц$, тыс. руб. | $Ц = Ц_{к} + Ц_{ДЗУ}$ | 1211,9 | 1178,9 |

Таблица 5.4. Расчет эксплуатационно-экономических показателей

| Показатели | Удельные значения по вариантам | |
|--|--------------------------------|--------|
| | Базисный | Проект |
| Основная и дополнительная заработная плата с начислениями и другие расходы по содержанию экипажа, руб. | 78 201 | 65 997 |
| Годовые амортизационные отчисления, тыс. руб. | 103 | 84 |

Продолжение табл. 5.4

| Показатели | Расходные показатели по вариантам | |
|--|-----------------------------------|---------|
| | Базовый | Проект |
| Расходы на снабжение, тыс. руб. | 5,8 | 5,9 |
| Накладные расходы производства, тыс. руб. | 12,933 | 11,343 |
| Расходы на топливо, тыс. руб. | 54,25 | 81,09 |
| Общая годовая сумма судовой эксплуатационных расходов, тыс. руб. | 394,58 | 320,45 |
| в том числе: | | |
| расходы на СЭУ | 236,5 | 173,45 |
| общие расходы судна | 158,08 | 147,0 |
| Собственность перевозок: | | |
| на 1000 т·миль, руб./тыс. т·миль | 3,44 | 2,81 |
| на 1 т груза, руб./т | 17,33 | 14,34 |
| Общая сумма прибыли, тыс. руб. | 43,794 | 121,918 |
| Рентабельность судна, % | 2,35 | 6,55 |
| Сумма дополнительных (+) или высвобождаемых (-) капитальных вложений в проектные варианты по сравнению с базовым ($\beta = 1,2$ - коэффициент, учитывающий влияние сопряженных капитальных вложений), тыс. руб. | - | +186,2 |
| Годовые затраты, тыс. руб. | 699,8 | 538,1 |
| Годовые издержки (+) или перерасход (-) по эксплуатационным затратам в объеме перевозок проектного варианта, тыс. руб. | - | +161,7 |
| Годовые издержки (+) или перерасход (-) по производственным затратам, тыс. руб. | - | +102,7 |

Проанализировав приведенные выше расчеты и сравнив рассмотренные варианты, можно сделать предварительный вывод о том, что замена производимая в составе ЭУ, привела к повышению экономической эффективности последней. Повышение экономической эффективности достигнуто за счет следующих технических факторов: уменьшения удельного расхода топлива, повышения надежности, снижения металлоемкости главного двигателя.

Определение устойчивости выбранного решения. В данном случае проверка на устойчивость проводилась по одному параметру - стоимости главного двигателя. Это было обусловлено тем, что возможные отклонения фактических затрат на его создание от проектных предполагались наиболее значительными (до +30 %). Критерий экономической эффективности рассчитывался при трех значениях стоимости главного двигателя: проектной, т. е. полученной по эмпирической зависимости, и увеличенной на 15 и на 30 %. Проверка показала, что в принятом диапазоне изменения стоимости главного двигателя преимущество выбранного решения сохраняется, т. е. оно оказалось устойчивым по отношению к стоимости главного двигателя.

5.4.2. Обоснование мощности СЭУ при модернизации судна. Предполагается, что при проектировании СЭУ находящегося в эксплуатации

судна не удалось добиться соответствия мощности СЭУ, укомплектованной главным двигателем существующего двигателя судна на заданной длине. Задача сводится к проверке ранее реализованного решения на оптимальность и определение отклонений управительных параметров (скорость судна с грузом, мощность главного двигателя) от их оптимальных значений по рассматриваемому варианту судна. Решение ведется в соответствии с п. 5.1.1.

Необходимость в решении подобной задачи может возникнуть при модернизации судна, его СЭУ, скандной главным образом с возможностью формирования мощности главных двигателей благодаря совершенствованию их технических и эксплуатационных характеристик. Например, для ДВС применение или модернизация турбонаддувочного агрегата может привести к существенному (20-30 %) увеличению мощности самого ДВС.

Краткое описание вариантов-конкурентов. В данном случае рассматриваются при определенных ограничениях и допущениях варианты использования базового судна, возникающие при укомплектовании его ЭУ с отличающейся от базового значением мощностью. Варианты эти - типотетические, диапазон отклонения мощности достигает 26 %; всего рассматривается пять значений мощности, в том числе максимальная и минимальная. Исходные данные, характеризующие рассматриваемый объект, а также данные нормативно-справочного характера приведены ниже.

Последствия применения вариантов-конкурентов. Изменение мощности СЭУ приводит к согласованному изменению скорости движения судна. Поскольку имеется постоянный значительный дефицит в транспортных средствах, изменение скорости судна приводит к следующим разнонаправленным последствиям:

- с увеличением мощности СЭУ, необходимой для обеспечения возрастной скорости, растут одновременно затраты, связанные с увеличением стоимости СЭУ, причем темпы роста по главному двигателю и по остальному механическому оборудованию существенно отличаются;

- возрастают эксплуатационные расходы, пропорциональные цене судна;

- изменятся пропорционально мощности расходы на топливо и смазку за один рейс;

- уменьшается ходовое время рейса;

- увеличивается количество рейсов за тот же эксплуатационный период, что влечет за собой увеличение годовой провозоспособности и транспортной работы;

- возрастает валовой доход при сохранении фрахтовых ставок.

Таким образом, создается предпосылка для решения оптимизационной задачи, решение которой заключается в отыскании области значений варьируемого параметра, при которой еще сохраняется рост полезной работы по отношению к росту суммарных затрат.

Обоснование критерия экономической эффективности. При условии неограниченности объема перевозок (первое допущение) сопоставимость рассматриваемых вариантов может быть обеспечена применением удельных показателей, характеризующих соотношение полезного эффекта и затрат, обусловленных эмит эффектом. В качестве таких показателей могут быть удельные годовые приведенные затраты (относимые к провозной способности и к транспортной работе) и рентабельность перевозки. Применение двух критериальных оценок имеет смысл при исследовании экспортно-импортных или смешанных перевозок. Тогда показатели рентабельности будут иметь иную экономическую природу, чем удельные годовые затраты, ибо, ограничивая много, чем во внутренних перевозках, принцип формирования фрахтовой ставки как цены перевозки. Решение, таким образом, должно опираться на анализ двух показателей, избранных в качестве критерия экономической эффективности.

Расчет экономической эффективности. Расчет сравнительной экономической эффективности выполнен применительно к судну типа „Муром“. Алгоритм расчета приведен ниже:

Элементы расчета Числовые значения

| | |
|--|----------|
| Дальность плавания L , тыс. миль | 32 |
| Число грузоподъемности B , т | 11500 |
| Коэффициент использования грузоподъемности $k_{гр}$ | 0,75 |
| Скорость на испытаниях с грузом v | 17,2 |
| Коэффициент использования расчетной скорости $k_{р}$ | 0,965 |
| Тип ГСУ | ДВС |
| Число и мощность главных двигателей $n \times M$ | 1 x 9000 |
| Расход условного топлива на все суда судна, $M_{уд}$: | |
| а) на ходу $B_{уд}$ | 51,5 |
| б) на стоянке с использованием грузовой скорости A | 3,1 |
| в) на стоянке без использования грузовой скорости $A_{уд}$ | 2 |
| Длины сползающего времени с использованием грузовой скорости в суммарном сползающем времени $T_{сп}$ | 0,79 |
| Численность экипажа n , чел. | 30 |
| Эксплуатационный период $T_{экп}$, сут. | 120 |
| Прямая стоимость Π , тыс. руб. | 6375 |
| Амортизация T_a в год, % стоимости судна | 6,8 |
| Продолжительность круглогодичной работы судна, тыс. миль | 33 |
| Фрахтовая ставка, руб/т: | |
| на прямой рейс f | 13 |
| на обратный рейс f' | 18 |
| Суммарное подображение ценной массы экипажа z , руб. | 16,4 |
| Вход топлива (ДМ и ДЛ, %): | |
| а) на ходу | 96 и 4 |
| б) на стоянке | 68 и 4 |
| Валовые нормы грузовой работы, $M_{гр}$: | |
| а) в суммарном периоде $A_{гр}$ | 2080 |
| б) в эксплуатационном периоде $A_{гр, экп}$ | 1709 |
| Грузовая стоимость ввозимого груза, % стоимости судна | 2 |
| Годовая стоимость судового обслуживания s , % стоимости судна | 0,5 |
| Косвенные расходы k , % от стоимости экипажа | 270 |
| Оптовая цена 3-го топлива $\Pi_{3, оп}$, руб.: | |
| а) марки ДЛ | 60 |

| | |
|--|------|
| Оптовая цена 3-го топлива $\Pi_{3, оп}$, руб.: | 29,5 |
| б) марки ДМ | 270 |
| Оптовая цена 1-го условного топлива $M_{1, оп}$, $\Pi_{1, оп}$, руб. | 2,5 |
| Порядковый коэффициент от валовых и минимальных рублей $k_{вал}$ | |
| Расход топлива в эксплуатационном периоде $k_{исп}$, % от среднего валового расхода | 0,15 |

Расчет ведется в следующем порядке:

1. Относительная (к базовому варианту) скорость судна

$$\bar{v}_i = v/v_0$$

Здесь i — номер варианта

2. Расчетная скорость, уз.

$$v_i = \bar{v}_i v_0$$

3. Относительная мощность СГУ

$$\bar{N}_i = \bar{v}_i^3$$

4. Мощность СГУ N_i , кВт.

$$N_i = \bar{N}_i N_0$$

5. Суммарный расход топлива на базу

$$B_{уд, i} = A_{уд, i} \bar{N}_i$$

6. Стоимость главных двигателей $\Pi_{Д, i}$, тыс. руб.

$$\Pi_{Д, i} = \hat{C} N_i$$

где \hat{C} — удельная стоимость главного двигателя, руб./кВт (см. 5.10).

7. Стоимость эксплуатационного обслуживания $\Pi_{экп, i}$, тыс. руб. (см. 5.10).

8. Стоимость СГУ, тыс. руб.

$$\Pi_{СГУ, i} = \Pi_{Д, i} + \Pi_{экп, i}$$

9. Разность между стоимостью СГУ базового и принятого вариантов, тыс. руб.

$$\Delta \Pi_{СГУ} = \Pi_{СГУ, 2} - \Pi_{СГУ, 1}$$

10. Цена судна, тыс. руб.

$$\Pi = \Pi_{1, 2} + \Delta \Pi_{СГУ}$$

11. Ходовое время рейса, сут.

$$T_{р, i} = L/\bar{v}_i v_0$$

12. Стоимость ходового времени за рейс с использованием грузовой скорости, сут.

$$T_{гр, i} = 2k_{исп} D(\Pi_{СГУ, i} + F_{экп, i})$$

13. Суммарное стоимостное время за рейс

$$T_{ср, i} = T_{гр, i} \bar{N}_i + \Delta T_{гр, i} / \bar{C}$$

где $\Delta T_{гр, i}$ — поправка к стоимостному времени рейса на расчете дано судна на 60% промежуточную буксировку.

410
620
290
890
950

14. Объем продаж рейса, сут.

$$T_p = T_k + T_{op}$$

15. Число рейсов за год

$$n = T_{op} / T_p$$

16. Годовая провозная способность в оба направления, тыс. т.

$$Q = 2k_p D n$$

17. Транспортная работа за год, млн тонна.

$$Q^* = k_{sp} Q$$

18. Суточные эксплуатационные расходы $\hat{P}_{эк}$ (без учета ГСМ), руб.:
а) сопоставимо экипажа

$$Z_{экипаж} = 2nT$$

б) амортизационные отчисления

$$P_{ам} = P_{ам} T \frac{f}{100} \quad \frac{64}{100} \cdot \frac{4}{1}$$

где $P_{ам}$ — суммарная норма амортизационных отчислений;

а) отчисления на остаток рейса

$$K_{оп} = k_{оп} T_{оп} 10^4$$

$$k_{оп} = \frac{2}{100} \cdot \frac{4}{1}$$

б) отчисления на судовой снабжение

$$Z_{суд} = c_{суд} T_{оп} \cdot 10^4$$

85

в) навигационные расходы $Z_{нав}$

г) косвенные расходы

$$P_{кос} = Z_{экипаж} \cdot 10^{-4}$$

19. Стоимость суточного расхода топлива и смазки, руб.:

а) на ход

$$\hat{P}_{т, х} = P_{т, х} D_1 + (3,12 \cdot 10^{-6} N + 8,8 D_{т, х} \cdot 10^{-4})$$

б) на стоянке с грузовой операцией

$$\hat{P}_{т, ст} = P'_{т, ст} D_2 + (2,34 \cdot 10^{-6} N + 11,3 D_{т, ст} \cdot 10^{-4})$$

в) на стоянке без грузовой операции

$$\hat{P}'_{т, ст} = P''_{т, ст} D_3 + (3,57 \cdot 10^{-6} N + 9,6 D_{т, ст} \cdot 10^{-4})$$

20. Всего эксплуатационных расходов за рейс $P_{эк, х}$ тыс. руб.:

а) на ходу

$$P_{эк, х} = \hat{P}_{эк} + P_{т, х} T_{п}$$

б) на стоянке с грузовой операцией

$$P'_{эк, ст} = (\hat{P}'_{эк} + P_{т, х}) T_{ст}$$

в) на стоянке без грузовой операции

$$P''_{эк, ст} = (\hat{P}''_{эк} + P'_{т, х}) T'_{ст}$$

Итого за рейс

$$P_{эк, р} = P_{эк, х} + P'_{эк, ст} + P''_{эк, ст}$$

21. Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.

$$P_{эк} = P_{эк, р} n$$

22. Собственность перевозчика 1 т груза, руб.

$$\hat{C} = P_{эк} / Q$$

23. Собственность перевозчика 1000 тысяч, руб.

$$\hat{C} = P_{эк} / Q^*$$

24. Капитальные вложения на 1000 тысяч, руб.

$$\hat{K} = K / Q^* \quad \text{ц}$$

25. Прямые затраты на 1000 тысяч, руб.

$$\hat{Z} = K_{оп} \hat{K} + \hat{C} \quad E_H = 0,15^*$$

26. Суточный валовый доход, тыс. руб.

$$D = 0,5 D_1 + f_1 / Q^*$$

27. Суточный доход судна в валютных рублях с учетом расхода валюты и иностранных портов, тыс. руб.

$$D_{\Sigma} = k_{оп} D - P_{порт} D$$

28. Прибыль (чистый доход) судна за год, тыс. руб.

$$\Pi = D_{\Sigma} - P_{эк}$$

29. Коэффициент рентабельности (к фондам)

$$R = \Pi / K \quad \text{ц}$$

30. Относительные (к базисному варианту) прямые затраты

$$\bar{Z} = \hat{Z} / \hat{Z}_0$$

31. Относительный коэффициент рентабельности

$$\bar{R} = R / R_0$$

По результатам расчета, представленным в табл. 5.5, строится график в координатах N - R и N - Z . Расчетные точки соединяются линией регрессии, на которой любым доступным способом определяются лучшие значения N , соответствующие $R_{\text{опт}}$ или $Z_{\text{опт}}$.

Таблица 5.5. Расчет технико-экономических показателей СЗУ

| Показатели | Вариант | | | | |
|--|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | V |
| 1. Относительная скорость сузда на F | 0,86 | 0,94 | 1,0 | 1,08 | 1,12 |
| 2. Расчетная скорость v уз | 14,9 | 16,3 | 17,3 | 18,9 | 19,4 |
| 3. Относительная мощность СЗУ N | 0,634 | 0,634 | 0,83 | 1,0 | 1,25 |
| 4. Мощность СЗУ N , кВт | 979 | 1470 | 9800 | 11 253 | 12 608 |
| 5. Суточный расход топлива на ходу $D_{\text{топ}}$, кг | 32,8 | 42,8 | 51,5 | 64,4 | 72,2 |
| 6. Стоимость главных двигателей $D_{\text{дв}}$, тыс. руб. | 289 | 356 | 342 | 373 | 378 |
| 7. Стоимость механического оборудования $D_{\text{об}}$, тыс. руб. | 600 | 880 | 900 | 1289 | 1380 |
| 8. Стоимость СЗУ $D_{\text{СЗУ}}$, тыс. руб. | 889 | 1116 | 1242 | 1573 | 1678 |
| 9. Разница между стоимостью СЗУ каждого варианта и СЗУ 3-го варианта $\Delta D_{\text{СЗУ}}$, тыс. руб. | -353 | -126 | 0 | 331 | 436 |
| 10. Строительная стоимость сузда D , тыс. руб. | 6022 | 6249 | 6275 | 6796 | 6811 |
| 11. Хозяйное время за рейс $T_{\text{р}}$, сут | 37 | 35 | 32 | 30 | 29 |
| 12. Стойкое время за рейс с использованием грузовой среды $T_{\text{гр}}$, сут | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 |
| 13. Суточное сложное время за рейс $T_{\text{р}}$, сут | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| 14. Объем работы рейса $T_{\text{р}}$, сут | 68 | 66 | 62 | 61 | 60 |
| 15. Число рейсов за год n | 4,7 | 4,8 | 5,87 | 5,2 | 5,4 |
| 16. Грузовая провозная способность в оба направления Q , тыс. т | 796,7 | 823,5 | 829,4 | 881,5 | 915,3 |
| 17. Транзитная работа за год Q^* тыс. тоннокм | 5178,6 | 5288,4 | 5586,1 | 5729,1 | 5949,5 |
| 18. Суточные эксплуатационные расходы (без учета ГСМ), тыс. руб. а) содержание экипажа $Z_{\text{экипаж}}$ | 444,6 | 444,6 | 444,6 | 444,6 | 444,6 |
| б) амортизация R | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| в) текущий ремонт $R_{\text{тр}}$ | 95 | 95 | 99 | 483 | 486 |
| г) расходы на топливо $Z_{\text{топ}}$ | 96,3 | 97 | 98,7 | 180,3 | 181,6 |
| д) эксплуатационные расходы $Z_{\text{эксп}}$ | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 |
| е) основные расходы $Z_{\text{осн}}$ | 1209,4 | 1209,4 | 1209,4 | 1209,4 | 1209,4 |
| Итого | 3608 | 3620 | 3662 | 3683 | 3685 |
| 19. Стоимость суточного расхода топлива и смазки, руб.: а) на ходу $F_{\text{топ}}$ | 1827,7 | 1329,8 | 1622,3 | 2014,6 | 2258,3 |
| б) на стоянках с грузовой операцией $F_{\text{ст}}$ | 143,0 | 143,2 | 143,5 | 143,7 | 144,1 |

Продолжение табл. 5.5

| Показатели | Вариант | | | | |
|--|---------|---------|--------|---------|---------|
| | I | II | III | IV | V |
| 20. Стоимость суточного расхода топлива и смазки, руб.: а) на стоянках без грузовой операции $F_{\text{ст}}$ | 92,4 | 92,4 | 92,5 | 92,5 | 92,6 |
| 20. Всего эксплуатационных расходов за рейс $F_{\text{эксп}}$, тыс. руб.: а) на ходу $F_{\text{топ}}$ | 127,66 | 121,9 | 120,76 | 126,97 | 128,267 |
| б) на стоянках с грузовой операцией $F_{\text{ст}}$ | 49,36 | 49,41 | 49,57 | 49,63 | 49,69 |
| в) на стоянках без грузовой операции $F_{\text{ст}}$ | 21,33 | 21,35 | 21,41 | 21,44 | 21,46 |
| Итого за рейс | 188,35 | 190,67 | 191,75 | 196,45 | 199,427 |
| 21. Годовые эксплуатационные расходы $F_{\text{год}}$, тыс. руб. | 884 | 925 | 969 | 1019 | 1077 |
| 22. Себестоимость перевозки 1 т груза C , руб. | 1,11 | 1,13 | 1,12 | 1,15 | 1,17 |
| 23. Себестоимость 1000 т-миль C , руб. | 8,17 | 8,174 | 8,173 | 8,177 | 8,181 |
| 24. Капитальные вложения на 1000 т-миль K , тыс. руб. | 1,089 | 1,135 | 1,143 | 1,125 | 1,09 |
| 25. Прямые затраты на 1000 т-миль Z , тыс. руб. | 0,348 | 0,35 | 0,344 | 0,355 | 0,344 |
| 26. Суточный валютный доход D , тыс. руб. | 8 763,1 | 8 940,6 | 9 453 | 9 695,4 | 10 065 |
| 27. Суточный доход сузда и сравнения рублей с учетом расходов валюты и иностранной валюты $D_{\text{р}}$, тыс. руб. | 196 215 | 198 056 | 20 087 | 20 603 | 21 388 |
| 28. Чистый доход сузда за год (рублями) P | 17 137 | 18 091 | 19 418 | 19 582 | 20 331 |
| 29. Коэффициент рентабельности основных фондов (коэффициент эффективности капитальных вложений) Π | 2,87 | 2,91 | 2,99 | 3,03 | 3,12 |
| 30. Относительные приведенные затраты (к 3-му варианту) Z | 1,01 | 1,01 | 1 | 1,02 | 1,02 |
| 31. Относительный коэффициент рентабельности основных фондов (к 3-му варианту) Π | 0,95 | 0,97 | 1 | 1,01 | 1,04 |

5.4.3. **Обоснование состава СЗУ.** Рассматривается выбор состава СЗУ для сузда с горизонтальной грузообработкой действом 12 310 т, расчетной скоростью 17 уз, автономностью по запасам ГСМ 30 сут, эксплуатируемого на линиях Пенningrad-Западная Европа и Пенningrad-Ваннагуа-Бразилия.

В результате предварительного анализа СЗУ сузда данного класса, расчетов ходовых и загрузки судовой электростанции и судовой дизельгенераторной установки сложившимися и представленными

рассмотрены два альтернативных варианта установки. Сравнение проводится с базовым вариантом (табл. 5.6).

Таблица 5.6. Основные исходные данные для расчета эксплуатационно-экономических показателей судна с различным по составу СУ*

| Характеристики | Варианты | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | МОД ¹ 45/120-7 | МОД КЭРН 40/18-10 | | СОД ² 40/18-10 | |
| | Судно проект 180Т | Судно проект 360Т | Удельная мощность | Судно проект 360Т | Удельная мощность |
| Длина судна, т | 12 300 | 12 300 | 13 470 | 12 200 | 13 450 |
| Расчетная скорость, уз | 37,3 | 18,1 | 17,3 | 18,1 | 17,3 |
| Грузоподъемность судна, т | 31 480 | 32 165 | 33 600 | 32 398 | 34 368 |
| Число главных двигателей | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| Мощность, кВт: | | | | | |
| главных двигателей | 7940 | 10 600 | 10 900 | 10 600 | 10 600 |
| ДГ | 4500 | 3800 | 3800 | 3800 | 3800 |
| ВГ | — | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 |
| Изменение массы, т | 0 | -21 | 2168 | -63 | 1120 |
| Изменение стоимости, тыс. руб. | 0 | 765 | 2180 | 1538 | 2860 |
| Удельный расход топлива, г/кВт·ч: | | | | | |
| главных двигателей | 198 | 177 | 177 | 226 | 216 |
| вспомогательных ДГ | 214 | 208 | 208 | 208 | 208 |
| ВГ | 78 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Эксплуатационный период, сут | 330 | 325 | 325 | 325 | 325 |
| Доля расходов на масло, % | 2,8 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 7,1 |

¹ МОД — малооборотный двигатель
² СОД — среднеоборотный двигатель

Вариант I. Двухвальная установка с прямой передачей мощности на ВЭГ от дизелей марки 6БКРН 45/120-7. В состав СУ входят четыре вспомогательных дизель-генератора (ВДГ) марки ДГР 2А 500/500 и аварийный дизель-генератор (АДГ) марки АДГФ 200/1500. Потребность в электроэнергии на стоянке без грузовых операций и на ходовом режиме обеспечивается двумя ВЭГ, на стоянке с грузовыми операциями и при съеме с якоря — тремя ВЭГ. На ходу судно снабжается паром от двух УЭГ марки КУП-165, работающих на выхлопных газах главных двигателей и от одного из двух установленных УЭГ марки КУП-20, работающего от выхлопных газов ВЭГ. На стоянке судно обеспечивается паром от ВЭГ марки КАВ 4/7 и УЭГ марки КУП-20. Предусматривается использование главным двигателем и ВЭГ в качестве основного топлива экспортного мазута марки М2,5 и ВЭГ — легкого топлива марки ДП-0,5.

Вариант II. Двухвальная дизель-редукторная установка с передачей мощности от четырех дизелей марки 6БН 40/46 через два суммирующих редуктора марки НДБ-2901 на ВЭГ. Предусматривается отбор

мощности на два валогенератора переменного тока ГМС14-41-12ВМ мощностью 500 кВт каждый. В результате расчета ходкости и необходимой мощности на ште вазынено, что для достижения заданной скорости каждый главный двигатель должен развивать мощность 2300 кВт.

Потребность судна в электроэнергии на ходу обеспечивается двумя валогенераторами, на стоянке без грузовых операций — двумя ВЭГ марки ДГР 500/500, с грузовыми операциями — тремя из двух ВЭГ и одним ДГР 1А 200/750. При съеме с якоря работают два валогенератора и один ДГР 2А.

На ходу судно обеспечивается паром от двух УЭГ КУП-240, работающего на выхлопных газах главных двигателей, на стоянке — от одного ВЭГ КАВ 4/7 и одного судна КУП-20.

В качестве основного топлива предполагается использовать тяжелое топливо марки ДТ, для вспомогательных ДГ — легкое топливо марки ДП-0,5, а для ВЭГ — экспортный мазут марки М2,5. В состав судовой электростанции входит также аварийный ДГ марки АДГФ 200/1500.

Сопоставление этих вариантов ведется с СУ базового судна типа «Сергей Киров», имеющего главный двигатель марки 6БКРН 45/120-7.

Все анализируемые варианты СУ рассматриваются применительно к корпусу базового судна, а также проектируемые — в удлиненном на 9,6 м корпусе. Таким образом, анализируются пять эксплуатационных вариантов, образующих две группы сопоставимых по транспортной работе вариантов. Кроме того, сохраняется возможность попарного сравнения каждой модификации вновь разрабатываемых вариантов с базовым.

В качестве критерия экономической эффективности при сравнительной оценке вариантов использованы годовые приведенные затраты, отнесенные к годовой транспортной работе. В качестве справочных характеристик рассчитывалось окушение капитальных затрат, показатель вальной эффективности, лимитная цена судна и некоторые другие. Результаты расчета приведены в табл. 5.7. Как видно из

Таблица 5.7. Расчет эксплуатационно-экономических показателей судна с различным по составу СУ (варианты эксплуатации 1 — основная, вариант 2 — альтернатива)

| Характеристики | Варианты | | | | |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| | МОД 45/120-7 | МОД КЭРН 40/18-10 | | СОД 40/18-10 | |
| | Судно проект 180Т | Судно проект 360Т | Удельная мощность | Судно проект 360Т | Удельная мощность |
| Ходовое время, сут | 279,28 | 276,46 | 272,54 | 276,27 | 273,37 |
| | 291,77 | 293,85 | 293,75 | 293,73 | 293,63 |

Продолжение табл. 5.7

| Характеристики | Варианты | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | МОС 42378 61120-7 | | | СОД 601 404 | |
| | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) |
| Число рейсов, в год | 13,50 | 14,15 | 13,38 | 14,14 | 13,38 |
| | 6,48 | 6,81 | 6,47 | 6,80 | 6,46 |
| Ежедневные затраты, тыс. руб. | 31 400 | 32 165 | 33 600 | 32 930 | 34 260 |
| | 31 400 | 32 165 | 33 600 | 32 930 | 34 260 |
| Затраты на топливо, тыс. руб. | 629 | 562 | 562 | 963 | 960 |
| | 426 | 393 | 393 | 679 | 679 |
| Содержание экипажа, тыс. руб. | 157,4 | 157,4 | 157,4 | 157,4 | 157,4 |
| | 157,35 | 157,35 | 157,35 | 157,35 | 157,35 |
| Амортизационные отчисления, тыс. руб. | 1862 | 1897 | 1862 | 1942 | 2027 |
| | 1862 | 1897 | 1862 | 1942 | 2027 |
| Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб. | 4157 | 4178 | 4257 | 4538 | 4700 |
| | 3977 | 3868 | 3985 | 3585 | 3785 |
| Объем перевозок груза, тыс. т | 94,66 | 99,29 | 106,34 | 96,64 | 104,71 |
| | 78,74 | 73,67 | 79,21 | 73,94 | 79,50 |
| Транспортная работа за год, млн т·км | 3378 | 287 | 425 | 398 | 426 |
| | 444 | 460 | 563 | 469 | 585 |
| Прибыль, тыс. руб. | 16 369 | 17 358 | 18 616 | 17 115 | 18 259 |
| | 5867 | 18 487 | 13 256 | 9993 | 10 822 |
| Себестоимость перевозки, руб./т | 43,82 | 42,68 | 76,64 | 45,22 | 46,95 |
| | 72,5 | 58,7 | 65,47 | 75,5 | 79,7 |
| Себестоимость перевозки, руб./тыс. т·км | 18,98 | 18,52 | 18,68 | 11,31 | 11,01 |
| | 13,41 | 18,81 | 16,39 | 17,89 | 13,46 |
| Годовые приведенные затраты, руб./тыс. т·км | 23,42 | 22,67 | 21,86 | 23,69 | 23,69 |
| | 22 | 21 | 20,32 | 20,32 | 22,49 |
| Создание удельных приведенных затрат | 180 | 96,8 | 93,34 | 131,17 | 98,5 |
| | 180 | 96,83 | 92,38 | 131,82 | 98,47 |
| Годовой экономический эффект, тыс. руб. | 0 | 1342 | 1642 | -880 | 75 |
| | 0 | 1738 | 1188 | -788 | 568 |
| Дополнительная цена судна, тыс. руб. | 31 400 | 33 354 | 35 796 | 32 498 | 34 714 |
| | 31 400 | 33 755 | 32 545 | 32 487 | 35 047 |

Продолжение табл. 5.7

| Характеристики | Варианты | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | МОС 42378 61120-7 | | | СОД 601 404 | |
| | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) | удельн. расход топлива (МЭТ) |
| Средн. эксплуатационная капиталовложения, тыс. руб. | 1,92 | 1,85 | 1,8 | 1,92 | 1,88 |
| | 3,35 | 3,08 | 3,06 | 3,3 | 3,17 |

результатов, на обеих линиях лучшим остается вариант с малооборотным двигателем, причем он эффективней в случае удлиненного корпуса. Вариант со среднеоборотным двигателем в зону положительной эффективности попадает только на второй линии, хотя порядок ранжирования вариантов по приоритету остается неизменным в обеих эксплуатационных ситуациях.

5.4.4. Обоснование целесообразности применения тяжелых сортов топлива в СДУ. Конструкция современных малооборотных двигателей, наиболее широко распространенных на морских судах, позволяют при сравнительно небольших изначальных и текущих дополнительных затратах с достаточной надежностью применять тяжелые сорта топлива.

Целесообразность применения мазутов в судовых дизелях определяется за более низкой стоимостью мазута по сравнению со стоимостью дизельного и моторного топлива, а также за необходимостью экономить дефицитные легкие нефтепродукты.

Тяжелые топлива, являющиеся остаточным продуктом переработки нефти, отличаются более высокой вязкостью, значительной коксованностью, высокой температурой застывания, низким цетановым числом, загрязненностью посторонними примесями (вода, механические примеси и др.), большой зольностью, наличием вредных для двигателя сернистых, азотистых и фосфорных примесей. Для снижения вязкости тяжелых мазутов до уровня вязкости дизельного топлива требуется высокий подогрев (90–150 °С) с соответствующим расходом тепла.

Рассматриваются три сорта отечественного жидкого топлива: дизельное топливо марки ДЛ-0,2; моторное топливо ДТ; котельный мазут марки М40.

По прейскуранту № 84-02 на нефтепродукты (оптими цен) промышленность) стоимость дизельного топлива марки ДЛ-0,2 составляет 68 руб./т, моторного топлива марки ДТ – 57 руб./т, мазута марки М40 – 34,5 руб./т (по состоянию на 01.01.1987 г.).

В тех случаях, когда для работы малооборотных судовых двигателей применяется высококалорийное топливо с повышенным содержанием серы (свыше 1 %), продукты сгорания вызывают усиленную коррозию деталей цилиндропоршневой группы, увеличенный их износ и

повышенное загаоробразование. Это предотвращается применением антипаровых масел более высокого качества очистки с хорошими противокислотными, антикоррозийными, антипенными и моющими свойствами.

Выбор рациональных сортов топлива и масла для обеспечения надежной и длительной работы судовых дизелей является одной из важнейших проблем улучшения их эксплуатации.

При переходе с дизельного на тяжелое сорта топлива увеличивается издержки содержания в связи с увеличением количественного расхода топлива, установкой и ремонтом дополнительного оборудования, увеличением объемов ремонта двигателя, а также дополнительными затратами на смазочные материалы и подогрев топлива.

Применение различных топлив и масел при работе главных двигателей приводит к изменению:

цен судна (вследствие установки дополнительного оборудования для подготовки топлива);

сроков службы деталей гидродвигательной группы и топливной аппаратуры и, следовательно, затрат на их текущий ремонт;

периода между моточислами и, как следствие, длительности среднегодового эксплуатационного периода;

расходом на топливо и смазку, моточислами, ремонт дополнительного оборудования, подогрев и др.;

трудозатрат судового экипажа по обслуживанию СЭУ.

При технико-экономических расчетах увеличение удельного расхода топлива ДТ и мазута М40 по сравнению с расходом дизельного топлива ДЛ принимается соответственно 102,5 и 110% (по данным ЦНИИМФ).

Стоимость дополнительного оборудования, по данным ЦНИИМФ, находится в пределах 17–30 тыс. руб. при переходе на моторное топливо и 25–50 тыс. руб. при переходе на мазут. Это составляет от 0,5 до 1,0% стоимости судна. Дополнительные издержки на ремонт этого оборудования – 4,0–8,0 тыс. руб. в год.

Применение тяжелых топлив связано с повышенным износом деталей цилиндропоршневой группы, топливной аппаратуры и топливных насосов. По данным ЦНИИМФ, эти дополнительные издержки составляют 40–60 тыс. руб. в год при использовании мазута М40. Использование моторного топлива не влечет за собой увеличения затрат на ремонт двигателей, если при этом применяется качественное масло. При переходе на тяжелые сорта топлива требуются специальные, более дорогостоящие масла.

Использование тяжелых сортов топлива с учетом разницы в ценах и в количественном расходе масла вызывает увеличение издержек на смазку в 1,5–1,7 раза при переходе на моторное и в 2–2,5 раза при переходе на мазут.

Подогрев более вязких тяжелых топлив приводит к дополнительным издержкам в размере 1,0–1,5 тыс. руб. на судно в год.

В табл. 5.8, 5.9 приведен расчет эффективности использования различных видов жидкого топлива для сухогрузного судна действом

Таблица 5.8. Основные характеристики различных сортов жидкого топлива

| Характеристика | Дизельное топливо ДЛ-4,1 | Моторное топливо ДТ | Тяжелый мазут М40 |
|------------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|
| Плотность, т/м ³ | 45 | — | — |
| Вязкость при 50 °С, °СУ | — | 5,0 | 35 |
| Кислотность, % | < 0,3 | < 3,0 | < 8,5–12,0 |
| Щелочность, % | < 0,05 | < 0,04 | < 0,12 |
| Содержание серы, %: | | | |
| серы | < 0,3 | 4–8,5 | < 0,5(1,0) 2,0 |
| водой | — | < 0,34 | < 1,5 |
| Механические примеси, % | — | < 0,1 | < 0,8 |
| Температура, °С: | | | |
| испарения (в закрытом титне) | > 42 | > 65 | — |
| застывания | > -30 | > -5 | > -18 |

Таблица 5.9. Результаты расчета эксплуатационно-экономических показателей судна в 50° при использовании различных сортов топлива

| Показатели | Дизельное топливо ДЛ-4,2 | Моторное топливо ДТ | Тяжелый мазут М40 |
|---|--------------------------|---------------------|-------------------|
| Цена судна, млн. руб. | 4,5 | 4,52 | 4,55 |
| Расход топлива на ходу главного двигателя, т/сут | 31,4 | 34,2 | 36,7 |
| Затраты на топливо и смазку на ходу, руб./сут | 200,3 | 201,4 | 1307,2 |
| Затраты на содержание экипажа, тыс. руб. | 185 | 106 | 166 |
| Затраты на топливо для вспомогательных нужд, тыс. руб. | 40 | 40 | 40,5 |
| Амортизационные отчисления, тыс. руб. | 803 | 805 | 815 |
| Навигационные и прочие расходы, тыс. руб. | 95 | 95 | 95 |
| Аренда расходов, тыс. руб. | 1042 | 1045 | 1086 |
| Затраты на топливо и смазку для вспомогательного двигателя, тыс. руб. | 465,9 | 490,5 | 281 |
| Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб. | 1907,9 | 1655,5 | 1367 |
| Годовой экономический эффект, тыс. руб. | — | 53,4 | 140,9 |

13 тыс. т, скоростью 17 уз и мощностью главного двигателя 6,5 тыс. кВт. Полное время рейса судна 31 сут, из которых 19 сут – холостое время и 12 – стоимостное (при дальности 7500 миль). Число рейсов за год – 10,6 при длительности эксплуатационного периода 330 сут и холостого времени за год – 202 сут.

Приведенный расчет экономической эффективности, обусловленной переходом малооборотных дизелей на тяжелые сорта топлива, показывает, что экономия в общей сумме расходов по судну в целом незначительна при переходе на моторное топливо и существенно в

случае использования мазута. При переходе на тяжелые сорта топлива высвобождается дефицитное дизельное топливо, необходимое для других нужд народного хозяйства.

Соизмерение цен на различные виды отечественного топлива особенно стимулирует применение котельных мазутов, но существующими методами сепарации невозможно гарантировать качественную очистку их от воды, золы и механических примесей.

Из трех рассмотренных сортов топлива для судов, имеющих систему топливподготовки, наиболее эффективным является моторное топливо ДТ.

5.4.5. Обоснование выбора судовой системы. В качестве примера приводится обоснование состава элементов системы углекислотного пожаротушения для судов с площадью с объектами закрываемых помещений до 4000 м². Система предназначена для тушения пожаров посредством углекислого газа объемом способом в машинных, котельных и насосных отделениях, помещениях АДУ и пожарных дизель-генераторов, в сухотрубах и рефрижераторных трюмах, кладовых, производственных и других помещениях, предусмотренных правилами Регистра.

При проектировании следует предусматривать дистанционный и ручной пуск системы со станции углекислотного пожаротушения или только ручной (по согласованию с заказчиком). Проектирование, таким образом, должно сделать выбор варианта исполнения системы и обосновать его экономическую целесообразность.

Рассматривается ситуация, когда дополнительные затраты на реализацию дистанционного пуска могут быть достаточно точно оценены, данные же вероятности возникновения пожара и стоимость ликвидации его последствий неизвестны, и смысл в нем устанавливается величина ущерба, эквивалентная дополнительным инвестиционным затратам.

Система углекислотного пожаротушения состоит из следующих основных элементов: баллонов для хранения углекислого газа; пусковых баллонов (при дистанционном управлении системой); коллекторов; трубопроводов; выпускных сопел; пусковых и сигнальных устройств.

Элементный состав систем обоих исполнений приведен в табл. 5.10, из которой ясно, что при переходе к дистанционному пуску часть элементов системы с ручным пуском заменяются, а один — добавляется.

Таблица 5.10. Элементы системы пожаротушения с ручным и дистанционным управлением (+ — наличие элемента, — отсутствие)

| Наименование элемента системы | Вариант | |
|--|----------------------|-----------------------------|
| | с ручным управлением | с дистанционным управлением |
| Баллон стальной 40-150 | + | + |
| Головка выстрельная | + | + |
| Клапан инверсионный проходной стальной штуцерный | — | + |
| Труба стальная бесшовная сигнального коллектора | + | + |

Продолжение табл. 5.10

| Наименование элемента системы | Вариант | |
|--|----------------------|-----------------------------|
| | с ручным управлением | с дистанционным управлением |
| Оско сигнального свистка | + | + |
| Система сигнальный катушный | + | — |
| Клапан стальной двойной проходной | + | — |
| Блок углекислотный | + | — |
| Привод пусковой рычажной | + | — |
| Труба стальная бесшовная обрешеченная коллектора | + | + |
| Клапан инверсионный проходной стальной катушный | + | + |
| Труба стальная бесшовная распределительного коллектора | + | + |
| Манометр типа МПТС _д -100-СМД-218 | + | + |
| Клапан пусковой катушный | + | — |
| Клапан проходной стальной | + | — |
| Труба стальная бесшовная выпускного трубопровода | + | — |
| Сигнал звуковой | + | — |
| Вспомогательное устройство клапанное объемного тушения | + | — |
| Пневмоцилиндр 113-32 x 250 | — | + |
| Баллон стальной 12-100 | — | + |
| Клапан запорный с пневмоуправлением обратный, нормально закрытый | — | + |
| Клапан запорный проходной катушный штуцерный | — | + |
| Труба стальная бесшовная пускового коллектора | — | + |
| Манометр типа МПТС _д -100-СМД-180 клапанности 2,5 | — | + |
| Труба стальная бесшовная пускового трубопровода | — | + |

Таблица 5.11. Исходные данные и результаты расчета экономической целесообразности применения дистанционного пуска системы углекислотного пожаротушения

| Характеристики и показатели | Вариант | |
|--|-----------------|------------------------|
| | с ручным пуском | с дистанционным пуском |
| Количество углекислого газа, кг | 2430 | — |
| Коэффициент заполнения баллона | 8,675 | 8,675 |
| Число баллонов | 99 | 90 |
| Количество стальных пожаротушения | 1 | 1 |
| Объем и количество пусковых баллонов, л | — | 2 x 11,4 |
| Расчетный объем выхлопного пневмоцилиндра, м ³ | 3580 | 3880 |
| Дополнительные капитальные вложения в производство системы, руб. | — | 5900 |
| Срок службы системы, лет | 20 | 20 |
| Норма рентабельности общепромышленной | 0,25 | 0,25 |

| Характеристика показателя | Вариант | |
|---|----------------------|-----------------------------|
| | с ручным управлением | с дистанционным управлением |
| Экономия текущих затрат, эквивалентная достигнутой максимальной нагрузке: | | |
| при $E_{\text{н}} = 0,15$ | — | 1080 |
| при $E_{\text{н}} = 0,1$ | — | 750 |

Выбор критерия экономической эффективности. Так как выбор варианта системы пожаротушения не влияет на основные эксплуатационно-технические характеристики судна, оценка экономической целесообразности каждого из решений может быть проведена на основе сопоставления годовых приведенных затрат по вариантам, а в условиях ограниченной технической и экономической информации — на основе сопоставления приростов единовременных и текущих затрат рассматриваемых систем. Условие сопоставимости обеспечено неизменностью полезного эффекта судна в обоих вариантах и учетом ущерба в случае возникновения пожара.

Расчеты (табл. 5.11) позволяют определить ожидаемую экономию текущих затрат при эксплуатации судна, при которой оба варианта системы одинаково эффективны. В приведенном примере она составит 1080 руб.

ГЛАВА 6

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ СЭУ

6.1. Общие положения

Система автоматизации СЭУ представляет собой комплекс технических средств регулирования, контроля, защиты и управления протекающими в ней энергетическими процессами.

В зависимости от объема различают частичную, комплексную и полную автоматизацию производственных процессов. На большей части современных судов объем автоматизации соответствует степени автоматизации А2 и включает устройства, обеспечивающие:

дистанционное автоматизированное управление главным двигателем с мостика;

автоматизацию работы механизмов и систем, обслуживающих главный двигатель;

автоматизацию судовой электростанции, котельной установки, судовой системы;

автоматизацию грузовых и заливных систем танкеров и объемное дистанционное управление арматурой и работой насосов.

6.2. Влияние автоматизации на изменение эксплуатационных расходов и цены судна

Не все технико-эксплуатационные преимущества автоматизации могут быть представлены в стоимостном выражении (например, улучшение и облегчение условий труда экипажа, увеличение сроков службы оборудования, улучшение маневренности судна при управлении главным двигателем с ходового мостика и т. п.).

В целях упрощения расчетов эффективностью автоматизации по судам факторы, обеспечивающие экономический эффект, объединяются в следующие группы:

экономию прямых и косвенных расходов на содержание судовой экипажа, включая зарплату, питание, спонсорскую работу энергетического оборудования и оптимальные режимы и уменьшение числа маневров; экономию затрат на ремонт за счет уменьшения объема ремонта; снижение цены судна вследствие сокращения численности экипажа и более рациональной комплектации установок и систем; экономию за счет снижения удельных затрат по доставке груза и результате роста эксплуатационной скорости и сокращения стоимостного времени рейса;

экономию вследствие повышения профорной способности судна. Дополнительные затраты, имеющие место при внедрении средств автоматизации включают:

стоимость средств автоматизации, их монтажа и наладки; увеличенную стоимость судовых механизмов и оборудования в результате приспособления их к автоматизации; расходы на топливо, если средства автоматизации требуют значительного расхода энергии; расходы на ремонт средств автоматизации, в том числе по содержанию береговых бригад.

Уровень эффективности различных вариантов автоматизации, различающихся по объему и техническим средствам, определяется с учетом изменного влияния факторов экономии и дополнительных затрат по каждому варианту.

6.2.1. Изменение затрат на содержание экипажа. Изменение затрат на содержание экипажа определяется в соответствии с рекомендациями [41]:

$$Z_{\text{экип}} = n_i \left(\frac{Z_{\text{н}i}}{E_{\text{н}i}} + Z_{\text{д}i} + Z_{\text{л}i} \right) + Z_{\text{н}} + Z_{\text{экип}}^{\text{норм}} \quad (6.1)$$

где n – число членов экипажа; $Z_{p,i} \approx 1,25k_i T_{p,i}$ – расходы на подготовку члена экипажа i -й служебной категории и квалификации, тыс. руб. ($k_2 = 4,1 + 4,25$ – коэффициент приведения, исчисленный без учета затрат на бюджет севка; $T_{p,i}$ – период обучения специалистов, год); $T_{ср}$ – средний срок работы члена экипажа без переподготовки с отрывом от производства; $Z_{p,i}$ – годовая фонд заработной платы; Z_1 – прочие виды выплаты одному члену экипажа в год; Z_2 – расходы по судну, зависящие от числа членов экипажа (включая расходы по содержанию жилых и служебных помещений, специальных средств, спецодежды и т. п.); $Z_{сод}$ – расходы на содержание экипажа, не зависящие от его численности.

При определении $Z_{сод}$ разностью между составляющими Z_2 и $Z_{сод}$ в разных вариантах можно пренебречь, но при этом следует учесть разность в цене судна вследствие изменения числа членов экипажа (см. п. 3.1.2).

6.2.2. Изменение расходов на топливо. Экономия расходов на топливо за счет улучшения качества регулирования СЭУ и ее оптимального использования равно

$$\Delta P_t = P_{t,1} - P_{t,2} + \Delta Z_p \quad (6.2)$$

где $P_{t,1}$, $P_{t,2}$ – расходы на топливо по базовому и новому судам, определяемые по формуле (3.4).

Для оценки изменения расходов топлива в зависимости от качества регулирования используются зависимости, приведенные в работе [9].

6.2.3. Учет возможного ущерба от отказов элементов автоматики и системы в целом. При проектировании системы автоматики СЭУ учитывают ущерб, который может возникнуть вследствие отказа или асправильного функционирования элементов и системы. Аварийные расходы на системы автоматики и основного оборудования, убытки вследствие простоев судна, задержек рейсов и, наконец, гибели судна относятся к ущербу, предотвращение которого является целью оцениваемых мероприятий. Следует иметь в виду, что расходы по обеспечению надежности регламентируются нормами и правилами проектирования. Отказ элементов автоматики и системы в целом носит вероятностный характер и может наступить в какой-то отдаленный от начала эксплуатации случайный момент времени. Подход к оценке затрат зависит от того, устраняют ли отказы и их последствия в течение регламентированного времени ремонта. Эффект, характеризующий предельно возможную надежность одного из вариантов и противопоставленный издержкам для его реализации, оценивается следующим образом:

$$\Delta Z_u = e(Y_1) - e(Y_2) \quad (6.3)$$

где $e(Y_1)$, $e(Y_2)$ – математическое ожидание ущерба в сравниваемых вариантах систем автоматики.

Для определения эффекта от изменения надежности необходимо знать закон распределения времени безотказной работы рассматриваемого элемента или системы в целом, средние значения затрат на вынужденные ремонты и профилактики, устанавливаемые по эксплуатационным данным или экспертным путем. Оценка экономического эффекта от увеличения эксплуатационного периода и роста деловой отдачи судов (можно рассматривать как следствие роста надежности) приведена в работе [44].

Общий подход к оценке изменения надежности судна рассматривается в п. 3.4.

6.2.4. Изменение расходов на амортизацию, текущий ремонт и снабжение. Изменение расходов на амортизацию, текущий ремонт и снабжение определяется по тому же методу, что и их абсолютная величина – в процентах от цены судна.

6.2.5. Изменение цены судна. Изменение цены судна под влиянием автоматизации укрупненно определяют отдельные составляющие: снижение ее благодаря сокращению численности экипажа и изменению комплектации механизмов;

увеличение вследствие приобретения дополнительных средств автоматизации.

По данным работы [44] дополнительная стоимость средств автоматизации на одного сокращенного члена экипажа и зависимость от типа судна и объема автоматизации составляет 5,3–48 тыс. руб.

Снижение себестоимости определяется количеством сокращенных жилых мест (см. рис. 3.1).

6.3. Расчет экономического эффективности автоматизации СЭУ

Автоматизация СЭУ не может рассматриваться в отрыве от судна, так как ее полезный эффект проявляется в изменении технико-эксплуатационных характеристик судна в целом. В связи с этим рассматриваются типовые примеры экономической оценки решений в области комплексной автоматизации судна, в которой СЭУ является одним из объектов автоматизации.

6.3.1. Эффективность внедрения комплексной автоматизации на танкере ледостойком 1500 т [44]. За базу сравнения принимается танкер, оборудование которого частично автоматизировано. Исходные данные для сравнительной оценки: дополнительная стоимость средства комплексной автоматизации 420 тыс. руб., сокращение численности экипажа 14 чел., стоимость одного человеко-места 11 тыс. руб., увеличение чистой нормы загрузки 10 %, чистой нормы выгрузки 5 %, эксплуатационной скорости 3,5 %, снижение расхода топлива 2 %, масса судна, приходящейся на одного сокращенного члена экипажа, 4 т, запасов 2,5 т; дополнительные затраты на береговое обслуживание автоматизированного судна составляет 50 руб. за сутки эксплуатации. Как видно из перечисленного, большая часть функциональных эффектов судна

обслуживания автоматизированной СУ. Результаты расчета представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Расчет сравнительной экономичности эффективности автоматизированной диспетчерской танкера

| Показатель | Вероятно автоматизации | |
|---|------------------------|--------------|
| | Человека | Компьютера |
| Количество груза за рейс | | |
| Дедвейт, т | 15 000 | 15 850 |
| Противоходность лавина, миль | 2 и 3000 | 2 и 3000 |
| Запасы, т | 1200 | 1250 |
| Чистая грузоподъемность, т | 13 800 | 13 900 |
| Коэффициент загрузки в прямом направлении в обратном | 1 | 1 |
| Количество груза, перевезенного за рейс, т | 13 800 | 13 900 |
| Продолжительность рейса | | |
| Эксплуатационная скорость, миль/сут: | | |
| с полным грузом | 377 | 392 |
| в балластном переходе | 408 | 425 |
| Ходовое время рейса, сут: | | |
| с полным грузом | 7,95 | 7,65 |
| в балластном переходе | 7,35 | 7,05 |
| маневры | 0,30 | 0,30 |
| Всего | 15,60 | 15,00 |
| Число норм грузовых работ, т/ч: | | |
| лавина | 1880 | 2000 |
| сплав | 1280 | 1250 |
| Среднее время рейса, сут: | | |
| лавина | 0,32 | 0,30 |
| сплав | 1,48 | 0,45 |
| вспомогательные операции | 0,7 | 0,7 |
| Всего | 1,5 | 1,45 |
| Общее время рейса | 17,1 | 16,45 |
| Проектная стоимость судна | | |
| Стоимость частично автоматизированного судна, тыс. руб. | 8500 | - |
| Стоимость судна автоматизированного, тыс. руб. | - | 429 |
| Снижение проектной стоимости судна вследствие сокращения экипажа, тыс. руб. | - | 159 |
| Проектная стоимость, тыс. руб. | 8500 | 8770 |
| Суточные эксплуатационные расходы судна | | |
| Эксплуатационный период, сут | 338 | 336 |

Продолжение табл. 6.1

| Показатель | Вероятно автоматизации | |
|--|------------------------|-------------|
| | Человека | Компьютера |
| Норма расхода топлива от проектной стоимости, %: | | |
| на эксплуатацию | 7,8 | 7,8 |
| на ремонт | 1,6 | 1,6 |
| на снабжение | 0,5 | 0,5 |
| Отчислений на амортизацию, ремонт и снабжение, руб./сут | 2545 | 2625 |
| Численность экипажа, чел. | 43 | 29 |
| Стоимость содержания, руб./сут: | | |
| одного члена экипажа | 11,1 | 13,9 |
| всего экипажа | 477 | 394 |
| Начислений на заработную плату, руб./сут | 32 | 25 |
| Индустриальные расходы, руб./сут | 280 | 280 |
| Всего прямые расходы | 3254 | 3224 |
| Косвенные расходы, руб./сут | 143 | 142 |
| Расход топлива, т/сут: | | |
| на ходу | 37,5 | 36,8 |
| на стоянке с грузовыми операциями | 44,0 | 43,0 |
| на стоянке без грузовых операций | 4,5 | 4,5 |
| Средняя цена 1 т топлива, руб., потребляемого: | | |
| на ходу | 36,7 | 36,7 |
| на стоянке с грузовыми операциями | 33,7 | 33,7 |
| на стоянке без грузовых операций | 35,4 | 35,4 |
| Расходы на топливо и вспомогательные материалы, руб./сут: | | |
| на ходу | 1376 | 1350 |
| на стоянке с грузовыми операциями | 1483 | 1449 |
| на стоянке без грузовых операций | 159 | 159 |
| Дополнительные затраты на береговое обслуживание, руб./сут | - | 30 |
| Стоимость сучасного содержания судна, руб./сут: | | |
| на ходу | 4775 | 4766 |
| на стоянке с грузовыми операциями | 4880 | 4865 |
| на стоянке без грузовых операций | 3556 | 3575 |
| Индустриальные расходы и доход | | |
| Судовые сборы, аккредитованные за рейс, руб. | 7680 | 7680 |
| Затраты на содержание экипажа за рейс, руб. | 880 | 570 |
| Всего индустриальные расходы за рейс | 8560 | 8250 |
| Тарифная плата за перевозку 1 т груза, руб. | 4,2 | 4,2 |
| Валовой доход за рейс, тыс. руб. | 85,5 | 86,1 |
| Чистый валовой доход за рейс, тыс. руб. | 76,9 | 77,8 |
| Показатели сравнительной эффективности | | |
| Эксплуатационные расходы за рейс, тыс. руб. | 46,4 | 77,5 |
| в индустриальных рублях | 8,56 | 8,25 |
| Средние эксплуатационные расходы за рейс, % | - | 3,6 |
| Число рейсов за год | 19,3 | 20,1 |

Продолжение табл. 6.1

| Показатель | Режимы автоматизации | |
|--|----------------------|-------------|
| | Частичный | Комплексный |
| Проезная стоимость за год, тыс. р | 265,2 | 279,3 |
| Повышение проектной способности за год, % | — | 4,8 |
| Чистый валютный доход за год, тыс. руб. | 1485 | 1585 |
| Прибыль за год, тыс. руб. | 2165 | 2362 |
| Удельные капитальные вложения на 1 руб. чистого валютного дохода, руб. | 0,75 | 0,61 |
| Правдаемые затраты на 1 руб. чистого валютного дохода, руб.: | | |
| при $E_p = 0,15$ | 1,31 | 1,03 |
| при $E_p = 0,10$ | 1,61 | 1,55 |
| Коэффициент рентабельности капитальных вложений | 0,295 | 0,27 |

Расчеты показывают, что несмотря на некоторое увеличение проектной стоимости, комплексно-автоматизированные судно более эффективно в эксплуатации благодаря снижению эксплуатационных расходов за рейс на 3,6 % и повышению годовой проектной способности на 4,8 %. Дополнительная прибыль по судну составит 197 тыс. руб. в год, автоматизация эффективна и по эксплуатационным расходам, и по капиталополюсению.

6.3.2. **Определение экономической эффективности автоматизации на БМРТ [90].** Особенностью автоматизации ЗУ рыбообработывающих, добывающих и транспортных судов рыбной промышленности является то, что она рассматривается как важное, но отсутствующее направление технического совершенствования флота. Даже комплексная автоматизация ЗУ не может быть в полной мере эффективна, потому что большая часть производственных операций обслуживания ЗСУ не характеризуется высокой частотой повторяемости — основной предпосылкой эффективности автоматизации.

К одной из сложностей технической эксплуатации судов промышленного флота относят оторванность от береговых ремонтных баз и невозможность пользоваться услугами береговых баз при устранении отказов и неисправностей судовой техники. Автоматизация дает экономический эффект только при условии, если судовой экипаж своими силами может устранить возникающие неисправности и постоянно поддерживать системы автоматизации в работоспособном состоянии. Чрезмерное многообразие операций и производственной деятельности промышленного судна, рывочный характер протекания операций, отсутствие ритмичности во многих операциях и специфические условия эксплуатации требуют особого подхода к выбору рациональных объемов автоматизации на судах промышленного флота.

За базовый вариант принимается тот состав оборудования, с которым поступил к судовладельцу головной траулер типа «Лесков», т. е. практически без автоматизации, за первый предлагаемый вариант —

состав частично автоматизированного оборудования, которым осназились суда этого типа на стадии завершения постройки (полностью автоматизированный котел, автоматизированная испарительная установка, самоочищающиеся масляные и топливные сепараторы, полуавтоматизированная холодильная установка и т. д.). Дополнительное оборудование: центральный пульт управления и МКО с выводом и центральный пульт управления дистанционного контроля основных параметров главного двигателя, ДГ, котел испарителей, насос и т. д. В рыбообработывающем оборудовании предусматривается устройство, позволяющее автоматически центровать рибу по отношению к ножам головорубочной машины. В судоводительском и промышленном оборудовании первый предлагаемый вариант в части автоматизации по сравнению с базовым судном изменений не имеет.

Второй предлагаемый вариант автоматизации по сравнению с первым будет иметь следующие дополнительные системы автоматизации:

в механической части — систему централизованного контроля параметров на 100 точек с автоматическим печатанием нормальных и выбывающих значений параметров; систему автоматического запуска четырех ДГ; систему автоматического программного управления очисткой масляных и топливных сепараторов;

в промысловой части — автоматическое включение траповых досок.

Режим работы БМРТ типа «Лесков» следующий: эксплуатационное время 385 сут, в том числе промысловое время 240 сут, время переклада 40 сут, стояночное время 25 сут.

Экономия трудовых затрат на эксплуатационные судно-сутки по сравнению с базовым вариантом составит: по первому варианту 45 чел.-ч (вся указанная экономия приходится на СЗУ); по второму 46,5 чел.-ч.

На основе экономии трудовых затрат по вариантам автоматизации число сокращенных членов экипажа составит: по первому варианту 6 чел. (СЗУ); по второму 6 чел. (СЗУ).

Результаты годовой работы, принимаемые одинаковыми для всех вариантов, составят:

| | |
|---|--------|
| Выход рыбы, т. | 65 000 |
| Выпуск продукции, т. | 40 000 |
| Стоимость продукции, тыс. руб. | 2 316 |
| Эксплуатационные расходы, тыс. руб. | 1 905 |

Стоимость базового варианта судна определяется на префисуратив по промышленные суда. Стоимость судна по вариантам автоматизации устанавливается на основе учета затрат на средства автоматизации за вычетом сэкономленной части проектной стоимости судна вследствие сокращения численности экипажа (табл. 6.2).

Заработная плата. Для базового варианта с численностью экипажа 88 чел. основная и дополнительная заработная плата с начислениями на социальное страхование составит 457 тыс. руб. Общая

Таблица 6.2. Структура цен рассматриваемых судов

| Наименование показателей | Варианты | | |
|--|----------|--------|--------|
| | Базовый | Первый | Второй |
| Проектная стоимость судна, тыс. руб., в том числе: | 2189 | 1879 | 1276 |
| ЗУ | — | 109 | 189 |
| судостроительской части | — | — | — |
| проектировочной части | — | — | 6 |
| работы по изготовлению | — | 10 | 10 |

экономию заработной платы за холодное и спяточное время вследствие сокращения трех котельных машинистов и трех мотористов в первом и втором вариантах будет равна 32 738 руб.

Амортизационные отчисления. Изменения амортизационных отчислений по сравнению с базовым вариантом составят: по первому варианту автоматизации 17 600 руб.; по второму 34 500 руб.

Текущий ремонт. Изменение затрат на текущий ремонт: по первому варианту 5280 руб.; по второму 12 000 руб.

Расходы на топливо. Для определения экономии от сокращения расхода топлива за счет автоматизации принимается годовой расход топлива 2590 т. Экономия для обоих вариантов автоматизации принимается равной 1,5 %. Годовая экономия составит 2625 руб.

Экономия эксплуатационных затрат на выпуск рыбопродукции от снижения коэффициента расхода сырья. Снижение затрат по этой составляющей составит 8000 руб.

Приведенные данные, дополненные технико-экономическими характеристиками по каждому варианту, сведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Расчет экономической эффективности вариантов автоматизации судна

| Показатель | Варианты | | |
|---|----------|---------|--------|
| | Базовый | Первый | Второй |
| Балансовая стоимость судна, тыс. руб., в том числе: | 2189 | 2179 | 2279 |
| основного оборудования | 2189 | 2069 | 2069 |
| автоматизации | — | 110 | 210 |
| Эксплуатационное время, сут., в том числе: | 305 | 305 | 305 |
| производительное | 240 | 238 | 238 |
| время перетов | 40 | 40 | 40 |
| спяточное | 25 | 25 | 25 |
| Экипаж, чел. | 38 | 32 | 38 |
| Выход рыбы, ц | 65 000 | 64 500 | 64 500 |
| Выпуск рыбопродукции, ц | 43 000 | 41 000 | 41 000 |
| Стоимость выработанной рыбопродукции, тыс. руб. | 2 316 | 2 300 | 2 300 |
| Эксплуатационные расходы, тыс. руб., в том числе: | 1 905 | 1 882,7 | 1 907 |
| заработная плата | 657 | 426,2 | 426,2 |
| снижение заработной платы | — | 32,8 | 32,8 |
| амортизация | 253 | 270 | 287,5 |

Продолжение табл. 6.3

| Показатель | Варианты | | |
|--|----------|--------|--------|
| | Базовый | Первый | Второй |
| — основные затраты на амортизацию | — | 17 | 34,5 |
| текущий ремонт | 895,5 | 110,7 | 111,5 |
| увеличение затрат на текущий ремонт | — | 5,2 | 12 |
| топливо | 171,5 | 168,8 | 168,8 |
| Снижение затрат в год, тыс. руб. | — | 3,625 | 3,625 |
| на топливо | — | 26,5 | 26,5 |
| на сырье, основные и вспомогательные материалы | — | — | — |
| на производственные надбавки | 95,5 | 95,5 | 95,5 |
| условно-постоянные | 794 | 794 | 794 |
| Прибыль, тыс. руб. | 405 | 427,3 | 383 |
| Рентабельность, %: | | | |
| по собственности | 21 | 23 | 20 |
| по фондам | 29 | 30 | 17 |
| Собственность 1 и 2 продукция, руб. | 46,5 | 45,9 | 46,8 |
| Удельные капитальные вложения на 1 и 2 продукцию, руб. | 31,4 | 33,3 | 35,4 |
| Производительность труда: | | | |
| в натуральном выражении, ц/чел. | 496 | 590 | 506 |
| в стоимостном выражении, руб./чел. | 26 259 | 38 179 | 28 170 |
| Удельные приведенные затраты, на 1 ц продукции, руб.: | | | |
| при $E_n = 0,15$ | 54,21 | 53,86 | 55,11 |
| при $E_n = 0,1$ | 51,84 | 52,21 | 52,34 |

Как по снижению эксплуатационных расходов, так и по приведенным затратам в экономическом отношении лучшим является первый вариант автоматизации.

ГЛАВА 7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

7.1. Использование ЭВМ в технико-экономических обоснованиях новых судов и их элементов

Система автоматизированного проектирования (САПР) находит все большее применение в работе проектных организаций. Одна из подзадач рассматриваемой задачи экономического обоснования как отдельных

технических¹ решений по конструктивным группам, так и по судну в целом.

Для проведения расчетов необходимо установить ряд взаимосвязей и учитывать следующие факторы:

влияние технических характеристик каждого варианта решений на эксплуатационные расходы судна;

характер изменения технических показателей судов (или группы технических показателей) в связи с применением нового технического решения;

особенности линий эксплуатации, периоды эксплуатации на каждой линии, условия перевозок и другие эксплуатационные показатели.

Сопоставление результатов расчета обеспечивается единой базой данных, используемых при расчетах. За базу сравнения при оценке сравнительной эффективности принималось современное судно в пределах одного типоразмерного ряда или возможные прогрессивные и представляющие интерес для сравнения проектные решения независимо от того, освоены они в задании или нет.

Ниже в табл. 7.1-7.4, приведен пример расчета эксплуатационно-экономических показателей при модернизации судна типа ро-ро „Сергей Каров“. Модернизация заключалась в удлинении Корпуса на

Таблица 7.1. Технические характеристики судов

| Характеристика | Судно типа „Сергей Каров“ | Модернизированное судно |
|---|---------------------------|-------------------------|
| Длина, м: | | |
| наибольшая | 158,8 | 163,4 |
| между перпендикулярами | 142 | 135,4 |
| Ширина наибольшая, м | 23,4 | 25,8 |
| Высота борта на миделе, м | 26,9 | 16,9 |
| Осадка, м: | | |
| по спецификационным группам | 7,15 | 7,2 |
| по летнему грузовой марке | 8,86 | 8,75 |
| Вместимость по летнему грузовой марке, т | 21 320 | 23 820 |
| Дедвейт по летнему грузовой марке, т | 12 310 | 13 470 |
| Грузоподъемность максимальная, т | 9000 | 10 200 |
| Вместимость скелетов типа ISO 20 ¹ , шт., в том числе порожних | 453 | 867 |
| Скорость спецификационная, уз | 104 | 240 |
| Главная движитель: | | |
| тип ДКРН | 45/120-7 | 42/130-10 |
| количество и мощность, кВт | 2 x 4350 | 2 x 4800 |

¹ Максимальное количество такой единицы разработано в ЦВНИИФ, где оно детально в рамках задания при проектировании судов и в процессе эксплуатации экономически решено для судов, разработанных ММФ. Аналогичные программы расчетов для разных судов разработаны и применяются на кафедре экономики и организации машиностроения Горьковского политехнического института.

Продолжение табл. 7.1

| Характеристика | Судно типа „Сергей Каров“ | Модернизированное судно |
|---|--------------------------------|--------------------------|
| Зона простоя судна: количество и тип каботажных и морских, кВт, количество-раборт | 4 ДГУ 500/500 — | 3 ДГУ 800/750 1 x 900 |
| Тип ВК | КАВ 4/7 | КАВ 4/7 |
| Количество и тип УК | 2 КУП 150 С/В; 2 КУП 30 С/Н | 2 КУП 400/; 1 КУП 400 |
| Топливо для ГЗУ и ДГ | Мазут | Мазут |
| Удельный расход ГЗУ, г/кВт·ч: | | |
| тепловая | 193 | 177 |
| механическая | 0,85 | 1,0 |
| Удельный расход ДГ, г/кВт·ч: | | |
| тепловая | 214 | 208 |
| механическая | 7,8 | 3,8 |
| механическая | 7,8 | 7,5 |
| Котлы КАВ 4/7: расход топлива, кг/ч | 80 000 | 30 000 |
| Расход на капитальный ремонт, в Азово-Черноморском море, сут | „Дельта М“ | „Дельта М“ |
| Количество экипажа, чел. | 38 | 38 |
| Стоимость судна, тыс. руб. | 30 400 | 33 600 |

Таблица 7.2. Исходные данные для расчета эксплуатационно-экономических показателей

| № п/п | Наименование | „Сергей Каров“ | Модернизированное судно |
|--------------------------|--|----------------|-------------------------|
| 1 | Тип судна | 7 | 7 |
| 2 | Дедвейт, т | 12 310 | 13 470 |
| 3 | Полная грузоподъемность, т | 9000 | 10 200 |
| 4 | Численность экипажа, чел. | 38 | 38 |
| 5 | Расчетная скорость судна, уз | 17,8 | 17,8 |
| 6 | Расчетная мощность на валу: | | |
| ГЗУ, кВт | 1838 | 870 | |
| используемые ДГ, кВт | 883 | — | |
| ВК, кВт | — | — | |
| 7 | То же без грузовой скорости: | | |
| используемые ДГ, кВт | 1360 | 1300 | |
| ВК, кВт | 2,8 | 3,8 | |
| 8 | То же без грузовой скорости: | | |
| используемые ДГ, кВт | 700 | 670 | |
| ВК, кВт | 2,8 | 3,8 | |
| 9 | Удельный расход топлива: | | |
| ГЗУ, г/кВт·ч | 193 | 177 | |
| используемые ДГ, г/кВт·ч | 214 | 208 | |
| ВК, г/кВт | 7,8 | 7,5 | |
| 10 | Стоимость топлива, руб./т: | | |
| ГЗУ | 43,2 | 43,2 | |
| используемые ДГ | 79,7 | 79,7 | |
| ВК | 335 | 335 | |
| 11 | Эксплуатационный период, сут | 12 000 | 12 000 |
| 12 | Спецификационная дальность плавания, тис. морских миль | 30 400 | 31 600 |
| 13 | Стоимость судна, тыс. руб. | 30 400 | 33 600 |

| № п/п | Исходные данные | Варианты лодки | |
|-------|---|----------------|--------------------|
| | | "Стрел Кораб" | Модернизация лодки |
| 21 | Затраты на модернизацию, тыс. руб. | — | 2 300 |
| 22 | Доля согуставляющих капитальных затрат в расчете на одну лодку, % | — | — |
| 23 | Доля расходов на основные материалы, % | 2,8 | 3,3 |
| 24 | Доля дополнительных суточных расходов, % | — | — |
| 25 | на топливо, тыс. руб./лс | — | — |
| 26 | ГЭУ | 128 | 130 |
| 27 | используемые ДГ | 180 | 180 |
| 28 | Расчетный год | 1989 | 1989 |

Таблица 7.3. Характеристики лодки эксплуатации и условий перевозки грузов

| № п/п | Характеристика | Варианты лодки | |
|-------|---|----------------------|-----------------------------|
| | | Базисно-Камчатка (I) | Базисно-Иркутск-Брянск (II) |
| 1 | Длин периода эксплуатации, % | 100 | 100 |
| 2 | Коэффициент использования расчетной скорости, % | 0,92 | 0,92 |
| 3 | Протяженность кругового рейса, мысы Колымско-Свердловского груза (в объеме на маршрута) и расстояния паромов за класс рейс: | 8300 | 17 900 |
| 4 | груз 1, т | 1040 | 0 |
| 5 | расстояние 1, мысы | 4900 | 0 |
| 6 | груз 2, т | 4720 | 9120 |
| 7 | расстояние 2, мысы | 4308 | 6318 |
| 8 | груз 3, т | 0 | 940 |
| 9 | расстояние 3, мысы | 0 | 5818 |
| 10 | груз 4, т | 1250 | 156 |
| 11 | расстояние 4, мысы | 4000 | 6500 |
| 12 | Паромов в балластом за рейс, мысы | 0 | 5030 |
| 13 | Протяженность узостей, км | 29 | 88 |
| 14 | Скорость в узости, уз | 8 | 5 |
| 15 | Число портов похода за рейс | 2 | 3 |
| 16 | Базисно-Иркутск (паромовый), код Вых. гавани: | 2 | 2 |
| 17 | загружаемость (I) (II) | 1 | 1 |
| 18 | заборт (XI) | 0 | 0 |
| 19 | Доплаты в тарифной ставке, % | 30 | 30 |
| | Дополнительные расходы на один сутки эксплуатации лодки: | | |
| 20 | на топливо | 0 | 0 |
| 21 | на электроэнергию | 1000 ¹ | 1000 ¹ |

| № п/п | Характеристика | Варианты лодки | |
|-------|--|----------------------|-----------------------------|
| | | Базисно-Камчатка (I) | Базисно-Иркутск-Брянск (II) |
| 22 | на стоимость руб. цен. руб. | 0 | 0 |
| 23 | | 1800 | 1900 |
| 24 | Согуставляющие капитальные вложения, отнесенные на одну лодку лодки, тыс. руб. | 0 | 0 |
| 25 | Стоимость времени по расходу, ч | 0 | 0 |

¹ Условно равномерные расходы.

3,6 м за счет действующей станции и замены ГЭУ. Судно предназначено для перевозки колесной техники, роллтрейлеров, контейнеров типа ИСО, автомобилей и генеральных грузов на флотах, поддонах и т. п. Судно двухвальное, трехвальное, с коридорным расположением надстройки, класс Регистра КМФ/ИНАI (пример приведен по данным ЦСБ "Балтсудопроект").

7.1.1. Подготовка исходных данных для расчетов эффективности проектных решений производится к морским транспортным судам. Исходные данные представляются в виде таблицы (табл. 7.1–7.3). В табл. 7.2 приведены данные для расчета эксплуатационно-экономических показателей.

Рассмотрим порядок заполнения отдельных строк табл. 7.2.

1. Тип судна задается кодом от 1 до 6, например, сухогрузное судно общего назначения – код 1; лесовозы – код 2 и т. д. С помощью кода из банка данных выбираются те, которые используются в расчетах для определения показателей, зависящих от типа судна и его параметров. К таким показателям относятся нормы грузовой работы (если они не являются целью расчета), тарифные ставки за перевозку грузов, нормативы суточного содержания одного члена экипажа, амортизационные отчисления и т. п.

2. Длина судна задается по длине грузовой марку.

3. Полезная (рабочая) грузоподъемность определяется в зависимости от типа судна по кубовой вместимости трюмов и танковов, удельной и загрузки кубатуре грузов, по полной вместимости грузовых трюмов или танковов с учетом палубного груза и т. д. Для судов с горизонтальным способом грузоподъемности (ро-ро), контейнеро-возов, дилтеровозов полезная грузоподъемность определяется по массе грузов нетто, т. е. без учета массы контейнеров, роллтрейлеров, флетов и дилтеров, которые являются лишь средством укрупнения грузовых мест и большей частью принадлежат судну или судовладельцу; для железнодорожных паромов грузоподъемность судна находится с учетом массы вагонов с грузом или порожних вагонов.

В сравнительных расчетах технико-экономических показателей (ТЭИ) для базисного и нового вариантов судов принимается, как правило,

одинаковый набор грузов независимо от способа их перевозки: в трюме, в контейнерах, флотах и на полуприцепах, на палубе или на крышах люков. Одинаковый набор грузов для заданной расчетной грузоподъемности судна обусловлен алгоритмом расчета, в котором показатели объема перевозок грузов, доводы и другие определяются соотношениями грузоподъемности нового и базового судов.

В практике расчетов ТЭИ может быть случай, когда в прямом или обратном рейсе соотношение грузоподъемностей сравниваемых судов нарушается. В этом случае программа расчета предусматривает переход к таблице, в которой задается конкретное количество i видов грузов для каждого варианта судна, включая базовое, нормы грузо-вых работ и тарифы за перевозку грузов.

5. Расчетная скорость судна принимается, как правило, при спецификационной мощности (дизельной эксплуатационной мощности) ГЭУ в случае хода судна с грузом на чистой воде. Скорости сравниваемых судов в одинаковых условиях плавания, например при ходе судна в каранале, при проходе каналов, проливов и других узкостей, задаются в табл. 7.3 в строке 13. Для решения частных задач, например при прохождении судами нескольких участков пути с различными скоростями, скорость на одном участке задается в строке 5 табл. 7.3, а скорости на других участках - в дополнительной таблице, в которойряду со скоростью задаются мощность ГЭУ, удельный расход топлива и протяженность участков.

6. Задается расчетная мощность ГЭУ, зависящая от расчетной скорости судна. Спецификационная мощность судна на чистой воде определяется, как правило, при мощности ГЭУ, равной 85-90 % максимальной. Ориентировочно мощность ГЭУ находится из уравнения

$$v/N = \sqrt{N'/N},$$

где v' , v - расчетная и спецификационная скорости; N' и N - расчетная и спецификационная мощности ГЭУ.

Если на судне имеется система сбора мощности от ГЭУ на судовые нужды, например на насосогенераторы для производства электроэнергии в дизельных или дизель-редукторных ЭУ или на турбогенераторы в порторубинных установках, то эта "отбираемая" мощность учитывается в мощности ГЭУ. Полученная электроэнергия или тепла с помощью УК в расчет не принимается, так как в данном случае расхода топлива нет.

7. Мощность источников электроэнергии, потребляющих топливо на ходу судна, принимается без учета мощности ВГ или утилизационных турбогенераторов, работающих от ГЭУ.

8. Производительность УК определяется судовыми нуждами в паре, горячей воде и обогревании судовых помещений в случае, когда производительность УК не обеспечивает потребности судна. На танкерах УК обеспечивает также работу систем inertных газов.

13. При прохождении сравниваемыми судами участков пути с различной скоростью, ограниченной условиями эксплуатации, мо-

гут использоваться ГЭУ и соответствующий ей удельный расход топлива также могут меняться. В этих случаях мощность ГЭУ и удельный расход топлива задается в упомянутой выше дополнительной таблице для каждого варианта судна и каждой линии эксплуатации для всех участков пути.

16, 17. Стоимость топлива, смеси или нескольких сортов топлива, используемых на различных режимах работы ГЭУ, принимается по тарифам в зависимости от процентного содержания различных сортов топлива в смеси и соотношения времени работы на том или ином топливе. К стоимости топлива прибавляется стоимость буксирных и различных бассейнов плавания или портов. В расчетах для вспомогательных котлов принимается такое же топливо, как для ГЭУ.

18. Для транспортных морских судов в расчетах, как правило, принимается годовая эксплуатационный период, для судов, плавающих в арктическом районе, в замерзавших портах, - период плавания без учета зимнего сезона судов.

19. Дальность плавания судна выбирается, как правило, по запасам топлива для ГЭУ на один или несколько законченных рейсов, если линия эксплуатации короткая. При расчете ТЭИ на линиях большой протяженности может возникнуть необходимость буксировки в иностранном порту. В таких случаях рассматривается два варианта получения топлива: по обменному фонду, когда по договоренности с иностранными судоплавателями наши суда получают топливо в иностранном порту, а суда иностранного судоплавателя - в нашем порту, или покупка топлива на валюту.

Для исключения из расчета затрат в валютных рублях на покупку топлива (при получении топлива по обменному фонду), в исходных данных задается дальность плавания большей протяженности кругового рейса. В случаях, когда топливо закупается только на валюту (например, при плавании между иностранными портами в течение года), в строке 19 табл. 7.2 указывается нуль.

20. Цены всех сравниваемых судов, включая базовое судно, необходимо определить по одним нормативам и одной методике, приняты цены судов с помощью коэффициента динамики цен, к расчетному году. Обычно за базу сравнения принимается судно, введенное в эксплуатацию 10-15 лет назад. Однако за этот период изменились национальные и международные правила, в том числе Правила Регистра СССР. Стоимость базового судна должна быть откорректирована с учетом новых Правил и требований, т. е. в расчет должна включаться восстановительная стоимость базового судна.

22. Доля сопутствующих капитальных затрат (в процентах от числа, приведенного в строке 24 табл. 7.3) для всех сравниваемых судов зависит, в основном от условий эксплуатации (основания порту-разгрузочных средств, причалов, каналов, акватории порта, подьездных путей и т. п.).

23. Доля расходов на смазочные материалы зависит от типа ГЭУ и принимается в процентах от затрат на топливо: среднеоборотные двигатели внутреннего сгорания - 7%; малооборотные двигатели

внутреннего горения - 2,8; паровые турбины - 1; газовые турбины - 0,3 %.

При изменении нормы расходов на смазочные материалы, например изменение удельного расхода масла на угар, при различной марке и стоимости смазочного масла и т. п., определяется расчетный норматив на смазочные материалы по формулам типа

$$f_{\text{н}} = f_{\text{н}} \gamma_{\text{МД}} / \gamma_{\text{МД}} \text{ или } f_{\text{н}} = f_{\text{н}} C_{\text{МД}} / C_{\text{МД}}$$

где $f_{\text{н}}$ - расчетный норматив расхода смазочных материалов; $f_{\text{н}}$ - установленный норматив; $\gamma_{\text{МД}}$ - удельный расход масла новым двигателем; $\gamma_{\text{МД}}$ - удельный расход масла базовым двигателем; $C_{\text{МД}}$ - стоимость масла для нового двигателя; $C_{\text{МД}}$ - стоимость масла для базового двигателя.

24, 25. Доля дополнительных расходов (в процентах от числа, приведенного в строках 20-23 табл. 7.3) для судов принимается только в тех случаях, когда часть текущих расходов не может быть учтена нормативами, например аренда технических средств разгрузки, увеличение или снижение (принимается со знаком минус) расходов на ремонт оборудования, изменение количества и стоимости запасных частей, расходы портов, в том числе сплавочные расходы или расходы по агентированию грузов, оплата за проход каналов и т. п.

28. Расчетный год задается одинаковым для базового и нового судов. В табл. 7.3 строки 1-19 заполняются только для базового судна.

1. Для судов, эксплуатирующихся на одной линии в течение года с постоянными условиями плавания, в 1-й строке задается число 100 (%). При эксплуатации судов на нескольких линиях или с изменением условий по условиям эксплуатации задается соответствующая доля в процентах от годового периода. Сумма долей за один расчетный год должна быть равна 100 %.

2. Коэффициент использования расчетной скорости задается с учетом поправки по мезоэкономии.

3. Протяженность кругового рейса определяется по таблицам морских расстояний.

4-11. В базе данных используется четыре вида груза. Например, для универсальных сухогрузных судов приняты следующие грузы:

груз 1 - генеральные грузы в таре и упаковке, относящиеся по классификатору к 4-й группе по норме грузовых работ и к 5-му классу при оплате за перевозку и заграживание;

груз 2 - генеральные грузы 3-й группы и 7-го класса;

груз 3 - грузы в контейнерах международного стандарта, груз 8-го класса по оплате за перевозку и заграживание;

груз 4 - навалочные грузы 19-й группы и 3-го класса.

12. В этой строке суммируются протяженности участков, которые судно прокладывает с балластом.

13. Для всех рассматриваемых судов протяженность участков задается одинаковой.

14. Скорости судна в проливах, каналах ограничиваются соответствующими лотами. Скорости подхода к акваториям портов и в акваториях портов принимаются по условиям расчёта.

16. Бассейн плавания задается кодом от 1 до 9. Например, Черноморско-Азовский бассейн имеет код 1, Балтийский - 2; Западный сектор Арктики - 5 и т. п.

17-18. Заграживание задается кодом 1 в строке 17 табл. 7.3. В другом случае жабовая (строка 18) соотносится кодом 0. Если жабовая задана кодом 1, то заграживание - кодом 0.

19. Доплаты к тарифам за перевозку грузов делаются в случаях, когда доплата полагается по префиксуртам 11-01 или 11-03, например за негабаритный размер груза, за сезонную перевозку грузов, потонный сбор за работу пидокосов и т. п. В этой же строке могут учитываться изменения и дополнения к префиксуртам.

20-23. Дополнительные расходы задается в двух таблицах: в табл. 7.2 в строках 24 и 25 доли для каждого варианта судна в процентах от суммы, задаваемой в строках 20-23 табл. 7.3. Как правило, в табл. 7.3 задается наибольшая сумма для всех рассматриваемых судов.

24. В строке 24 табл. 7.3 задается наибольшая сумма, при сравнении всех рассматриваемых вариантов судов. Соответствующие капитальные вложения задается в двух таблицах: в табл. 7.2 в строке 22 - доля для каждого варианта судна в процентах от суммы, указанной в строке 24 табл. 7.3.

25. Стоиочное время по расписанию (в часах) задается в виде суммы времени всех стоянок во всех портах захода судна за один рейс. Стоиочное время по расписанию, например, может быть при эксплуатации паромов, пассажирских или грузо-пассажирских судов, а также в случаях, когда по условиям расчёта ТЭИ имеет место экономия эксплуатационного времени и сокращение стоянок.

Расчет ТЭИ с помощью ЭВМ является удобным инструментом для проектирования новых судов, позволяет получать ответы на эффективность отдельных технических решений непосредственно на рабочем месте на экране дисплея.

Таблица 7.4. Результаты расчета технико-экономических показателей транспортных судов

| Показатель | Базовое судно типа "Серебряный Кайман" | | Модернизированное судно | |
|---------------------------------|--|-----------|-------------------------|-----------|
| | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 1 | Вариант 2 |
| Худшее время, сут | 278,7 | 297,8 | 275,5 | 298,8 |
| Норма грузовых работ, т/сут: | | | | |
| груз 1 | 6 847 | - | 6 990 | - |
| груз 2 | 4 815 | 4 814 | 4 885 | 4 885 |
| груз 3 | - | 2 864 | - | 2 907 |
| груз 4 | 1 497 | 1 497 | 1 520 | 1 520 |
| Стоиочное время, сут | 55,8 | 37,2 | 61,5 | 41,2 |
| Число рейсов | 12,5 | 6,48 | 13,38 | 6,47 |
| Капитальные вложения, тыс. руб. | 31 496 | 31 400 | 31 600 | 31 600 |

Продолжение табл. 7.4

| Показатель | Базовое судно типа «Сергей Киров» | | Модернизированное судно | |
|--|-----------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 1 | Вариант 2 |
| Затраты на топливо, тыс. руб. | 808 | 425 | 599 | 409 |
| То же, тыс. экв. руб. | — | 356 | — | 351 |
| Содержание экипажа, тыс. руб. | 160 | 161 | 149 | 149 |
| Амортизационные отчисления, тыс. руб. | 1 853 | 1 853 | 1 982 | 1 982 |
| Накладные и прочие расходы, тыс. руб. | 1 514 | 1 487 | 1 470 | 1 635 |
| Итого расходы, тыс. руб. | 2 936 | 2 352 | 2 189 | 2 080 |
| Итого расходы, тыс. экв. руб. | 595 | 1 144 | 462 | 1 205 |
| Внегравитационный расчет, тыс. руб. | 4 129 | 5 042 | 4 808 | 5 314 |
| Объем перевозок груза, тыс. т | 94,6 | 76 | 186,3 | 79,2 |
| Транспортная работа, млн т·чел/т | 379 | 485 | 425 | 585 |
| Тарифная ставка, руб./т: | | | | |
| групп 1 | 48,5 | — | 48,1 | — |
| групп 2 | 48,5 | 58,2 | 48,1 | 57,7 |
| групп 3 | — | 271,6 | — | 295,5 |
| групп 4 | 384,7 | 469,4 | 381,6 | 465,7 |
| Доходы от charterованных, тыс. экв. руб. | 18 263 | 7 373 | 11 437 | 8 271 |
| Доходы, привнесенные к руб., тыс. руб. | 20 527 | 14 743 | 22 874 | 18 542 |
| Финансовый результат, тыс. руб. | 16 387 | 9 781 | 18 467 | 11 228 |
| ЧВВ, тыс. экв. руб. | 9 467 | 6 328 | 10 775 | 7 866 |
| Собственность перевозок, руб./т | 43,62 | 71,97 | 41,44 | 67,99 |
| То же, 1 тыс. т·чел/т | 16,9 | 12,39 | 16,36 | 16,54 |
| То же, 1 экв. руб. | 0,3 | 0,44 | 0,29 | 0,41 |
| Привнесенные затраты на 1 тыс. т·чел/т, руб. | 33,3 | 38,9 | 22,3 | 28,6 |
| То же, по отношению к базовому варианту, % | 100 | 108 | 85,14 | 93,6 |
| Привнесенные затраты на 1 экв. руб., руб. | 0,79 | 1,20 | 0,75 | 1,12 |
| Окупаемость капитальных затрат, годы | 1,91 | 3,74 | 1,83 | 2,96 |
| Окупаемость модернизации, годы | — | — | 9,5 | 12,7 |
| Экономический эффект и экологизация, тыс. руб. | — | — | 469,3 | 523,3 |
| Сравнительный экономический эффект, тыс. руб. | — | — | 1 987 | 2 632 |
| Плотность цента судна, тыс. руб. | 31 480 | 31 480 | 35 418 | 36 048 |

7.1.2. Расчет эффективности проектных решений применительно к морским транспортным судам. Этот расчет показан на примере оценки экономической целесообразности модернизации судна «Сергей Киров», приведенной в табл. 7.4.

7.2. Использование ЭВМ при технико-экономических обоснованиях транспортных судов с ледокольным сопровождением

Применение ЭВМ позволяет решать задачу использования нескольких судов (транспортных, ледоколов и обслуживающих), объединенных

в одну транспортную систему для перевозки грузов в ледовых условиях.

Для оценки затрат времени на проводку судна во льдах применяется математическая модель движения судна за ледоколом, представляющая совокупность аналитических зависимостей и логических связей между ними, описывающих движение судна во льдах во взаимодействии с ледоколом [106].

Предполагаются заданными направление перевозок, ледовые условия на пути следования каравана в расчетный календарный период, состав каравана, основные технико-экономические характеристики ледоколов и транспортных судов. Основными характеристиками судов, участвующих в системе перевозок грузов в ледовых условиях, являются их ледопродолжимость, сочетание главных размеров и формы корпусов судов и ледоколов, мощность ЭУ и тип передачи мощности на винты.

Ледоколы осуществляют проводку транспортных судов по ледовой трассе челночным способом от кромки льда до порта (или до места передачи каравана другому ледоколу) и обратно.

Ледопродолжимость ледокола или судна активного ледового плавания (САЛП), как правило, считается толщиной льда, которую судно преодолевает с устойчивой скоростью, составляющей 1,5–2 уз. При меньшей скорости движение судна становится неустойчивым и работа ледокола выполняется небезопасно. Скорость движения судна определяется по известным формулам [106].

Программа расчетов разработана для транспортной системы, включающей суда активного ледового плавания и сопровождающие их ледоколы при плавании в замерзших морях.

Особенностью подготовки исходных данных для расчета ТЭП является участие нескольких судов одновременно в одной транспортной операции. Рассматривается прохождение каравана судов через трудные ледовые участки пути. В систему входят одно или несколько транспортных судов, линейный ледокол, обеспечивающий проводку судна на морском участке, мелководный ледокол, обеспечивающий проводку судов на речных участках, вспомогательный ледокол, работающий совместно с линейным ледоколом (рис. 7.1). В зависимости от ледового класса судов могут быть приняты разное количество ледоколов в операциях по проводке судов и разное количество транспортных судов и т. п.

Исходные данные для расчета ТЭП системы с помощью ЭВМ задаются, как указано выше (см. п. 7.1). Основной особенностью является задание технических характеристик всех судов, участвующих в системе.

В качестве примера оценен экономический эффект, направленный на изменение формы корпуса ледокола типа «Мудьюг» для увеличения его ледопродолжимости с 0,95 до 1,3 м.

Для сравнения рассмотрена работа ледоколов «Мудьюг» после модернизации и ледокола «Пинсон» (типа «Мудьюг» до модернизации). В тяжелых ледовых условиях проводку судов (в базовом варианте

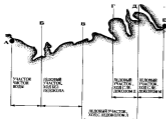


Рис. 7.4. Линия эксплуатации САЛП с участком ледокола на отдельных участках рейса.

A — порт загрузки; A-B — участок чистой воды; B-C — участок слабого льда, ход без ледокола; C-D — участок работы ледокола Л (B-C — без ледокола); D-E — участок работы ледокола Л и Л-2; D-E — револьверный участок; работа ледокола М; E — порт загрузки

расчета) обеспечивает ледокол типа „Москва“. Исходные данные и результаты расчетов приведены в табл. 7.5-7.8.

Таблица 7.5. Исходные данные для расчета эксплуатационно-экономических показателей системы транспортировки судно-перевозки „Мушкетер“ и „Диксон“

| Исходные данные | Валовой расход | | | Иной расход ¹ |
|---|--------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | Ледокол „Диксон“ И | Ледокол „Москва“ Л | Перевоз „Мушкетер“ и „Диксон“ | |
| Код типа судна и ледокола | 2 | 14 | 14 | 14 |
| Ледовый, плавное водоснабжение, % | 6780 | 6220 | 13 290 | 6218 |
| Полная грузоподъемность, т | 5300 | — | — | — |
| Чистота льда, класс | 31 | 39 | 80 | 39 |
| Скорость на чистой воде, уз | 15,8 | — | — | — |
| Расчетная мощность на ходу, кВт: | | | | |
| ГЭУ | 499 | 780 | 16 200 | 7 000 |
| Л | 480 | 1400 | — | 1400 |
| То же, на стоянке под грузовой операцией: | | | | |
| Л | 600 | — | — | — |
| М, т/ч | 1,6 | — | — | — |

Продолжение табл. 7.5

| Исходные данные | Валовой расход | | | Иной расход ¹ |
|--|--------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | Ледокол „Диксон“ И | Ледокол „Москва“ Л | Перевоз „Мушкетер“ и „Диксон“ | |
| То же, на стоянке без грузовой операции: | | | | |
| Л, кВт | 360 | 820 | 880 | 880 |
| М, т/ч | 1,6 | 2,5 | 3,5 | 3,5 |
| Удельный расход топлива | | | | |
| ГЭУ, г/(кВт·ч) | 221,4 | 287 | 218 | 267 |
| Л, г/(кВт·ч) | 240 | 214 | 218 | 214 |
| М, кг/т | 88 | 80 | 80 | 80 |
| Стоимость топлива, руб./т: | | | | |
| ГЭУ | 60 | 76 | 76 | 76 |
| Л | 79,7 | 79,7 | 79,7 | 79,7 |
| Нормативный эксплуатационный период, сут | 319 | 300 | 300 | 300 |
| Стоимость судна, (включая) тыс. руб. | 16 130 | 21 900 | 27 500 | 21 900 |
| Затраты на эксплуатацию | — | — | — | 2 500 |
| Доля отсутствующих капитальных затрат, % | — | — | — | — |
| Доля расходов на содержание материальных, % | 2,8 | 7 | 7 | 7 |
| Доля дополнительных расходов, % на ходу на стоянке | — | — | — | — |

¹ Код типа судна для ледокола ледокола „Диксон“ — 1. Стоимость задротировки на ледоколах исключены балансовому периоду.

Заполнение данных табл. 7.6 имеет свои особенности.

Продолжительность зимней навигации по условиям расчета делится на периоды (в сутках), например, в зависимости от нарастания льда на различных участках трассы. Для транспортных судов активного ледового плавания при расчете их экономической эффективности необходимо учитывать только зимний период от начала ледовой навигации до ее завершения. Включение в расчет так называемого „периода доиспользования“ составляет судно, имеющее ледовый класс по классификации Регистра СССР, в нормальные условия с судном, не имеющим ледового класса.

В исходные данные включаются протяженности участков, проходящих транспортным судном в сопровождении ледоколов, в том числе протяженности участка пути транспортного судна в сопровождении ледового ледокола Л и скорость на этом участке. При определении скорости транспортного судна в сопровождении ледокола учитываются условия эксплуатации: прокладка канала, ход по гребесной канале

Таблица 7.6. Характеристики ледяной тарнокопировки (рубли и условной миллиграммами сухими транспортными судами — миллиграммы (мл, рис. 7.1))

| № п/п | Характеристика | Качество тарнокопировки | | | Исходная тарнокопировка | | |
|-------|---|-------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|
| | | Период 1 | Период 2 | Период 3 | Период 1 | Период 2 | Период 3 |
| 1 | Процент влажности тарнокопировки, с/т | 45 | 46 | 55 | 45 | 43 | 55 |
| 2 | Классификация по влажности тарнокопировки (по влажности тарнокопировки) | 36 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| 3 | Продолжительность хранения тарнокопировки, сут | 1200 | 800 | 4120 | 1200 | 800 | 4120 |
| 4 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 1, класс | 1200 | 800 | 1200 | 1200 | 800 | 1200 |
| 5 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 2, класс | 6,5 | 7 | 11 | 8,3 | 8,5 | 11 |
| 6 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 3, класс | — | — | — | — | — | — |
| 7 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 4, класс | — | — | — | — | — | — |
| 8 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 5, класс | — | — | — | — | — | — |
| 9 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 6, класс | — | — | — | — | — | — |
| 10 | Хлеб с ледяной тарнокопировкой — влажность 7, класс | 4,4 | — | — | — | — | — |
| 11 | Скорость на участке 4, т/ч | — | — | 200 | — | — | 100 |
| 12 | Скорость на участке 5, т/ч | — | — | 7 | — | — | 7 |
| 13 | Критерий качества тарнокопировки, % полного | 38,5 | 38,5 | 38,5 | 38,5 | 26,6 | 38,5 |
| 14 | Критерий качества тарнокопировки, % полного | — | — | — | — | — | — |
| 15 | Число тарнокопировочных судов в портовом | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 16 | Вид тарнокопировочного судна | — | — | — | — | — | — |
| 17 | Материал тарнокопировочного судна | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | Доставка к тарнокопировочному судну | 1 | — | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | Дополнительные структурные функции на судне | — | — | 20 | — | — | 20 |
| 20 | руб. | — | — | — | — | — | — |
| 21 | млн. руб. | — | — | — | — | — | — |
| 22 | млн. руб. | — | — | — | — | — | — |
| 23 | Среднегодовая капитальная стоимость в расчете на 1 судно и на 1 руб. | — | — | — | — | — | — |

Таблица 7.7. Результаты расчета (рубли млн. «Печенг Милки»)

| Характеристика | Транспортные расходы в базисной тарнокопировке | | | Транспортные расходы в ледяной тарнокопировке | | | |
|--|--|----------|----------|---|----------|----------|----------|
| | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год | Период 1 | Период 2 | Период 3 |
| Классификация тарнокопировки | 1,83 | 1,83 | 1,86 | 5,56 | 2 | 1,91 | 1,9 |
| Хлеб с ледяной тарнокопировкой | 15,15 | 9,58 | 24,36 | 49,17 | 12,99 | 8,52 | 32,93 |
| Средняя тарнокопировка, с/т | 29,65 | 30,14 | 36,74 | 90,73 | 32,61 | 31,48 | 32,07 |
| Время тарнокопировки, с/т | 21 | 13,55 | 6,8 | 41,35 | 17,87 | 11,66 | 8,88 |
| Время тарнокопировки, сут | 3,46 | 1 | 0 | 4,46 | 0 | 0 | 0 |
| Классификация тарнокопировки по судну, тыс. руб. | 2058 | 3377 | 2649 | 6744 | 2148 | 1927 | 2649 |
| Классификация тарнокопировки по судну, тыс. руб. | 1962 | 2916 | 3391 | 8269 | 2862 | 3872 | 3306 |
| Загрузка на тарнокопировку, тыс. руб. | 37,8 | 29,2 | 51,3 | 118,3 | 34,4 | 37,5 | 51,8 |
| Средняя тарнокопировка, тыс. руб. | 21,5 | 19,1 | 36 | 30,4 | 21,5 | 19,1 | 30,8 |
| Амортизационные отчисления, тыс. руб. | 58,2 | 143,6 | 185,8 | 487,3 | 158,3 | 140,6 | 193,4 |
| Инвестиционные отчисления, тыс. руб. | 32,5 | 26,05 | 71,36 | 130,97 | 33,56 | 28,05 | 71,36 |
| Всего расходов, млн. руб. | 0 | 0 | 20,1 | 20,1 | 0 | 0 | 20,2 |
| Всего расходов, тыс. руб. | 249 | 217 | 307 | 773 | 345 | 215 | 307 |
| на тарнокопировку П | 101 | 120 | 84 | 205 | 87 | 119 | 83 |
| на тарнокопировку Л | 21,4 | 1 | 0 | 22,4 | 0 | 0 | 0 |
| на тарнокопировку М | 372 | 347 | 432 | 1151 | 333 | 325 | 420 |
| Объем тарнокопировки, тыс. руб. | 15,3 | 15,6 | 16 | 47,1 | 17 | 16,3 | 16,3 |
| Длины тарнокопировки, тыс. руб. | 462 | 404 | 555 | 1424 | 465 | 424 | 561 |
| Финансирование тарнокопировки, тыс. руб. | 89,5 | 56,6 | 227 | 272 | 171 | 90 | 19 |
| ЧМБ, т. млн. руб. | 0 | 0 | 258 | 258 | 0 | 0 | 240 |
| Среднегодовая тарнокопировка, руб./ч | 34 | 24,2 | 37,3 | 24,8 | 19,7 | 16,5 | 24,7 |
| Удельные капитальные затраты, руб./ч | 140 | 123 | 165 | 143 | 127 | 117 | 144 |
| Удельные затраты на судно, руб./ч | 45 | 40 | 41 | 42 | 39 | 39 | 40 |
| Промежуточные капитальные затраты, руб./ч | 53 | 53 | 50 | 56 | 45 | 46 | 57 |
| Среднегодовая капитальная стоимость в расчете на 1 судно и на 1 руб. | 24 | 24 | 21 | 25 | 21 | 21 | 20 |
| Эффект от эксплуатации тарнокопировки, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 105 | 41 | 10 |
| Эффективность эксплуатации тарнокопировки, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Характеристика | Транспортные расходы — базисный вариант | | | | Транспортные расходы — инновационный вариант | | | |
|---|---|----------|----------|--------|--|----------|----------|--------|
| | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год |
| Экономический эффект от снижения себестоимости, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 26 | 6 | 106 |
| Сравнительный экономический эффект от модернизации судна, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 530 | 158 | 52 | 739 |
| Льготный налог судна, тыс. руб. | 2168 | 1926 | 1849 | 6943 | 2378 | 2091 | 2054 | 7523 |
| Экономический эффект отмены на 1 т груза, руб./т: | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,6 | 3,36 | 0,8 | 4,3 |
| в альтернативном | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,2 | 1,7 | 0,4 | 2,2 |
| сравнительном варианте | 0 | 0 | 0 | 0 | 40,7 | 16,2 | 2,6 | 21,1 |
| Льготный налог системы на 1 т груза, руб./т | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 | 193 | 307 | 507 |

Таблица 7.8. Результаты расчета для варианта 2 (рис. 7.3)

| Характеристика | Вариант В „Вектор” — базисный вариант | | | | Вариант П „Мирас” — инновационный вариант | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|--------|---|----------|----------|--------|
| | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год |
| Количество рейсов, шт. | 3,93 | 5,42 | 11,28 | 30,18 | 5,27 | 6,62 | 12,96 | 24,35 |
| Характер груза, шт | 32,13 | 38,56 | 29,27 | 99,96 | 32,33 | 38,56 | 29,27 | 99,96 |
| Структура груза, шт | 12,87 | 11,44 | 15,73 | 40,04 | 12,87 | 11,44 | 15,73 | 40,04 |
| Капитальные затраты, тыс. руб. | 3288 | 2928 | 4025 | 10241 | 3689 | 3253 | 4473 | 11388 |
| Затраты на топливо, тыс. руб. | 239 | 236 | 146 | 573 | 119 | 105 | 145 | 270 |
| Сопровождающие затраты, тыс. руб. | 95,4 | 25 | 48,2 | 122,5 | 35,4 | 25 | 48,1 | 108,5 |

| Характеристика | Вариант В „Вектор” — базисный вариант | | | | Вариант П „Мирас” — инновационный вариант | | | |
|---|---------------------------------------|----------|----------|--------|---|----------|----------|--------|
| | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год | Период 1 | Период 2 | Период 3 | За год |
| Альтернативные отчисления, тыс. руб. | 228 | 201 | 277 | 705 | 252 | 224 | 308 | 785 |
| Навигационные и прочие судные расходы, тыс. руб. | 69,3 | 43,8 | 68,2 | 181,3 | 51,6 | 45,8 | 53,1 | 108,5 |
| Итого расходы по судну, тыс. руб. | 404 | 386 | 521 | 1311 | 462 | 411 | 585 | 1439 |
| Доля расходов на топливо, тыс. руб. | 1800 | 1826 | 2798 | 5324 | 1758 | 1769 | 2932 | 5460 |
| Объем перевозимого груза, тыс. т | 66,5 | 46,2 | 98,9 | 212,7 | 89,3 | 26,1 | 109,5 | 225,4 |
| Доходы от перевозки, тыс. руб. | 1384 | 1280 | 3474 | 6459 | 3663 | 1453 | 3623 | 7983 |
| Финансовый результат, тыс. руб. | 384 | 173 | 169 | 1227 | 904 | 307 | 898 | 2333 |
| Себестоимость перевозок, руб./т | 24 | 22,2 | 21,1 | 25,1 | 19,3 | 24,5 | 25,78 | 22,91 |
| Удельная капитальная затрата, руб./т | 49,3 | 63,2 | 48,2 | 48,1 | 41 | 28 | 41 | 44,5 |
| Прямые капитальные затраты, руб./т | 31,4 | 31,7 | 33,3 | 32,2 | 35,8 | 28,2 | 32,8 | 32,2 |
| Объемы капитальных затрат, судн | 8 | 18 | 5 | 7 | 4 | 10 | 5 | 5 |
| Объемы капитальных затрат, суда | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 10 | 0 |
| Экономический эффект от модернизации судна, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 140 | 36 | 477 |
| То же, от снижения себестоимости, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 389 | 96 | 48 | 529 |
| Сравнительный экономический эффект отмены на 1 т груза, тыс. руб. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1371 | 537 | 29 | 1717 |
| Льготный налог 1 судна, тыс. руб. | 3385 | 2930 | 4015 | 10 319 | 4704 | 3285 | 4483 | 12 886 |

(в битом льду), число прокладок каналов за рассматриваемый период и т. д.

Далее задается протяженность участка пути САШ и сопровождаемый мелководящий ледокол M и скорость на участке.

Объемностью вычислений и расчет эксплуатационного ледокола L является условие его работы совместно с ледоколом M , когда один ледокол не обеспечивает проводку каравана.

В расчете учитывается участок пути, который САШ проходит без ледокола.

Протяженность участка в прямой степени зависит от ледового класса (УЛА, УЛ, Л) и способности судна двигаться во льдах без сопровождения ледокола. Продолжительность периодов определяется с учетом нарастания льда от начала до конца навигации.

Стояночное время ледоколов L , M и L задается в процентах от полного времени занятости ледоколов за рассматриваемый период. Базой для определения доли стояночного времени ледоколов служат отчеты за прошлые навигации. Ориентировочно время ожидания транспортных судов на месте сбора, bunkеринга топливом, обхода судна у причалов, высвобождение застрявших судов и т. п. составляет 20–30 % полного времени занятости ледоколов на операциях проводки судов. Число транспортных судов в караване зависит от ледовой обстановки на участках проводки и от объема перевозок грузов.

В результате расчета получен экономический эффект от действия трех факторов: увеличения провозоспособности и «высвобождения» транспортных судов при одинаковом годовом объеме перевозок груза, увеличения числа проводок ледоколом и «высвобождения» ледокола L в случае расчета при одинаковом объеме перевозок грузов, отказ от ареста ледокола L . Сумма экономического эффекта от использования модернизированного ледокола «Мульти» в сравнении с ледоколом «Диксон» составляет 1717 тыс. руб. То же для системы в расчете на объем перевозок 255,4 тыс. т — 5410 тыс. руб. (21,1 · 255,4 = 5409,4). Затраты на модернизацию окупаются за 4,5 года.

Рассмотренная методика может применяться для судов двукорпусного плавания в условиях протекания навигации, при использовании составов буксирных и несамоледных судов.

7.3. Возможности изменения отдельных параметров судна при машинной имитации

При использовании в САПР судов подсистемы экономического обоснования решений появляется возможность парирования множества показателей и проверка достаточного большого количества вариантов технических решений и ледной эксплуатации различной протяженности с оценкой экономической эффективности.

Результаты расчета ТЭО на ЭВМ позволяют сделать оценку каждой составляющей полезного эффекта в отдельности, что, в свою очередь, делает возможным поиск наиболее эффективного технического

решения целенаправленно. Разработанные программы предусматривают проверку любого технического решения по замене оборудования в условиях эксплуатации судна с учетом всех видов полезного эффекта. В итоге расчетов на печать выводится значительное число показателей, которые и позволяют сделать выбор наилучшего технического решения из множества рассматриваемых вариантов.

ГЛАВА 8

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

8.1. Обеспечение технологичности изделий

Взаимосвязь конструкции изделий с эффективностью ее изготовления и эксплуатации обусловила появление одной из функций технической подготовки производства — обработки конструкции изделий на технологичность. Проблема обеспечения технологичности конструкций — одна из важнейших в настоящее время. Проблема технологичности стоит и в зарубежных фирмах, где одной из причин низкой эффективности техники являются плохая инженерная проработка проектов. Спроектированные машины зачастую имеют слишком много деталей, что затрудняет их сборку, обслуживание, алет недостаточную автоматизацию производства, требует значительных складских запасов [102, С. 164].

Весь комплекс работ, связанных с обеспечением технологичности конструкций изделий, регламентирован ГОСТами единой системы технологической подготовки производства (ГОСТ 14,201–83; ГОСТ 14,205–83). В отрасли разработана нормативно-техническая документация, в соответствии с которой, заключение по вопросу обеспечения технологичности судовых конструкций дает ЦННТ.

Содержание работ, выполнение которых необходимо при обработке на технологичность одной из наиболее сложных конструктивных групп судна — корпуса, представлено на рис. 8.1. При этом корпус судна разбивается на иерархические уровни — детали, узлы, секции, блоки, корпус, в каждом из которых рассматриваются конструктивные объекты (КО). Задача обработки изделий на технологичность решается методами поиска вариантов КО — операций 9 на рис. 8.1, выбора и оценки показателей технологичности и перебора значений показателей, соответствующих различным вариантам конструктивно-технологического выполнения изделий, — операций 13–17, т. е. данной задаче относится к задачам комбинаторного типа.

В процессе обработки на технологичность проектируются и выбираются также изделия, численные значения показателей технологичности

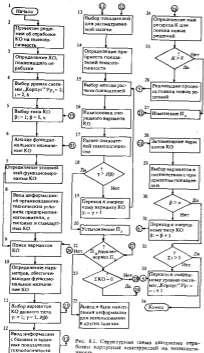


Рис. 8.2. Структурная схема алгоритма обработки корпусных конструкций на технологичность.

которых - достигнутое Π_2 - удовлетворяет заданным Π_2 по ГОСТ 14.201-83. В случае отсутствия заданных значений показателей технологичности один из рассматриваемых КО принимается за базовый и все расчеты ведутся в сравнении с ним.

8.1.1. Оценка технологичности изделий. Отработка на технологичность предполагает количественную оценку технологичности рассматриваемых изделий. Вариант изделия, имеющий максимальную экономическую эффективность, является наиболее технологичным, что нашла отражение в металле [62], где трудоемкость и себестоимость изготовления отнесены к основным показателям оценки технологичности изделий. Эти названия также комплексные¹, т. е. характеризующие несколько признаков технологичности.

Принимаясь решения по конструктивно-технологическому исполнению изделий влияют на материалоемкость конструкции, длительность цикла изготовления, определяют необходимые организационно-технические условия процессов производства, эксплуатации и т. п. Охарактеризовать столь разнообразное направление влияния можно только с помощью названных выше основных (комплексных) показателей. Изменение же степени технологичности конструкции под влиянием изменения отдельных параметров оценивают с помощью дополнительных показателей - коэффициента использования матрицы, степени унификации изделий, относительной длины цилиндрической вставки и т. п. (всего используется более 60 показателей).

В отраслевой документации основные показатели оценки технологичности отсутствуют. Имеется лишь ряд частных показателей, таких как протяженность цилиндрической вставки, плоскостность секций, приспособленность конструкций корпуса к изготовлению на механизированных поточных линиях и участках и т. п. Формулы оценки технологичности имеют вид

$$A_T = \Pi_2 / \Pi_2^0 \quad (8.1)$$

где Π_2 - численное значение относительного (достигаемого) по условиям технологичности признака конструкции изделия; Π_2^0 - численное значение суммы предпочтительных и нежелательных по условиям технологичности признаков конструкции изделия; γ - индекс варианта изготовления изделия.

Например, по показателю «протяженность цилиндрической вставки» A_{11} оценка ведется по отношению длины цилиндрической вставки к длине корпуса между фланцами/шарнирами. Пусть показатель $A_{11, \beta} = 0,7$. Хорошо это или плохо? Однозначно не ответить, так как нужно сравнить потерю (превышение) в сфере эксплуатации судна с преимуществами (отсутствием) на стадии постройки судна, т. е. вести оценку сравнительной эффективности решений. При этом

¹ Трудоемкость и себестоимость изготовления являются комплексными показателями оценки технологичности конструкции во всех работах, приведенных в [34, С. 30].

оценки экономической эффективности проектных решений будет совпадать с оценкой по технологичности по экономическим критериям. Сложившись практика работы по ФСА конструкций убеждает в целесообразности такого подхода.

При обработке на технологичность предполагается величине работ по экономическому обоснованию принимаемых решений на всех уровнях проектирования: от судна до деталей включительно. В соответствии с изменением задач, решаемых на каждом уровне, и изменением этих решений на эффективность судна в целом будут изменяться и показатели оценки технологичности (расчет экономического эффекта связан со значительными трудностями).

Неприменение единства оценки экономической эффективности проектных решений и оценки их технологичности привело к появлению многочисленных частных показателей оценки технологичности и к такому мнению, что вопросы количественной оценки технологичности находятся на стадии становления [42, С. 39].

При простоях изделий все большее значение приобретает различные методы оптимального управления.

Не следует отождествлять процесс обработки на технологичность с методами оптимального проектирования. В процессе обработки происходит перебор различных вариантов, среди которых может и не быть оптимального. Переход к оптимальному проектированию конструкций, когда в качестве критерия принимается экономические народнохозяйственные показатели при системе ограничений, обеспечивающих все требования надежности и технологичности [17], и характеризует наиболее полную ту взаимосвязь, которая объективно существует между этими двумя качествами конструкций (рис. 8.2). Необходимость в создании многочисленных показателей технологичности тогда опадает сама собой, ибо они — показатели — будут носить вспомогательный характер, а решения конструктор-технолог будет принимать на основе анализа оптимизационных моделей.

Принимая решения, проектировщик должен предвидеть их влияние на экономические показатели создаваемой конструкции. Это предполагает знания по структуре себестоимости создаваемых изделий и какализационным статьям, оказывающим наибольшее влияние на изменение себестоимости. На рис. 8.3 с использованием данных, приведенных в работе [55], представлена структура затрат на корпусные конструкции при различных технологических вариантах изготовления.

Подтверждается тот факт, что в условиях комплексной механизации и автоматизации доля „жесткого“ труда практически не влияет на изменение себестоимости, а основное влияние оказывает цена и загрузка средств технологического оснащения.

Только оптимизация по народнохозяйственному критерию эффективности может дать объективный ответ о технологичности изделий. В настоящее время прослеживается тенденция к обеспечению лишь производственной технологичности. На это нацеливают и разработанные НИИТСом документы по оценке технологичности изделий.

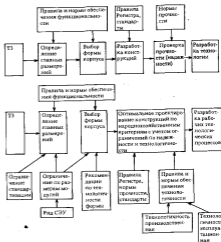


Рис. 8.2. Последовательность проектирования корпуса конструкций: о — традиционное проектирование; Е — проектирование при одновременном обеспечении надежности и технологичности (ТЕ — технологичность изделия)

Показатели „приведенные затраты“ а также оценочных влияний решений на процесс эксплуатации конструкций в них нет.

8.1.2. Выбор метода расчета показателей оценки технологичности. Для таких изделий, как детали и узлы, показатели технологичности определяются принятым методом, затем перебором вариантов определяются показатели, удовлетворяющие поставленным условиям.

Если имеются данные по технологичности узлов, секций и агрегатов оценить технологичность изделий более высоких уровней (блоков, судна), в которые они входят, или имеются данные по технологичности отдельных конструктивных групп судна (корпус, оборудование помещений, трубопроводы и т. д.) и требуется определить технологи-

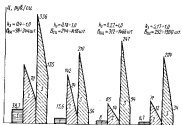


Рис. 8.3. Структура графов при $M_1 = 879$ руб./см на изготовление сетевой при различных конструктивных методах изготовления M_i и производительности применяемого оборудования.

1 — переборная планка с автоматическим 2 — жесткий рычажок 3 — рычажок из шарикового материала с автоматическим

нось судна (рис. 8.4), то метод перебора вариантов становится затруднительным.

Например, требуется определить V — количество возможных вариантов изготовления конструкции, предполагая, что в нее можно включить только одно из изделий (J вариантов) данного типа (см. рис. 8.4).

Восстановившаяся теорема размножения, получим $V = \prod_{j=1}^n J_j$, где $\beta =$ количество типов изделий. Для изделия на рис. 8.4 $V = 3 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 720$.



Рис. 8.4. К постановке задачи обеспечения технологичности конструкции изделия J_j — количество вариантов изготовления изделия типа J варианта T

Вся совокупность возможных элементов решения отображается матрицей $M_{ij} = \Pi_{ij} J_j$. Для рис. 8.4

$$M_{ij} = \begin{pmatrix} \Pi_{11} & \Pi_{12} & \Pi_{13} & \Pi_{14} & \Pi_{15} & \Pi_{16} \\ \Pi_{21} & \Pi_{22} & \Pi_{23} & \Pi_{24} & \Pi_{25} & \Pi_{26} \\ \Pi_{31} & \Pi_{32} & \Pi_{33} & \Pi_{34} & \Pi_{35} & \Pi_{36} \\ \Pi_{41} & \Pi_{42} & \Pi_{43} & \Pi_{44} & \Pi_{45} & \Pi_{46} \\ \Pi_{51} & \Pi_{52} & \Pi_{53} & \Pi_{54} & \Pi_{55} & \Pi_{56} \end{pmatrix} \quad (8.2)$$

где M_{ij} — множество численных значений показателей технологичности

$$M_{ij} = \{P_{ij}\};$$

λ — система показателей оценки технологичности

$$T_{ij} = \{x\}, x = \overline{1, T};$$

i — порядковый номер уровня системы „Корпус“ λ — количество показателей.

Разматриваемая задача имеет такие особенности:

а) структура элементов, входящих в конструкцию принятой или заданной topology, определенным образом задает порядок создания элементов в конструкции;

б) значение основного показателя технологичности для конструкции получается суммированием значений показателей отдельных элементов, входящих в конструкцию.

Данные особенности делают целесообразным использование теории графов при обработке изделий на технологичность [14]. Основным преимуществом теории графов является то, что пакет прикладных программ обработки информации на графах освоен и успешно применяется для решения задач любой размерности.

Основой для построения и оценки направленного графа (альтернативной сетевой модели) является матрица (8.2). Topology графа отображает возможные варианты изготовления изделия более высокого уровня. Например, дуги 1-5, 2-5 и 3-5 на рис. 8.5 соответствуют варианту изготовления изделия на рис. 8.4. Одному варианту изготовления в данном случае соответствует три дуги, так как каждый из вариантов КО предыдущего типа (их три) может войти в изделие с рассматриваемым вариантом.

Любой полный путь в графе представляет собой один из вариантов изготовления изделия. Длина любого полного пути определяет значение соответствующего основного показателя технологичности. Для нахождения вариантов изделия, значениями показателей технологичности которых удовлетворяют заданным, требуется выбрать также полные пути графа, которые удовлетворяют условию: $R_{ij} \leq P_{ij}$.

Для обеспечения направленного перебора путей графа (для сокращения объема работ) дуги, лежащие на пути, достигнутые показатели



Рис. 8.5. Направленный граф, отображающий возможные варианты изготовления изделия

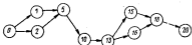


Рис. 8.6. Возможный вариант усеченного графа

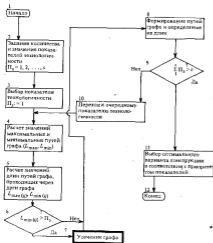


Рис. 8.7. Алгоритм выбора первого конструктивного варианта показателя технологичности которого удовлетворяет заданию

которого не удовлетворяют заданию, исключается из рассмотрения (вычеркивается), т. е. происходит последовательное усечение графа (рис. 8.6).

Длины путей рассчитываются по каждому показателю технологичности (метраж графа) — рис. 8.7.

С усложнением процесса производства, внедрением гибких производственных систем теории графов (сетевые модели) стала широко использоваться и при выборе организационно-технологических схем изготовления изделий [39, С. 85; 75, С. 371; 80, С. 164].

8.1.3. Организационное обеспечение работ по обработке изделий на технологичность. Технологичность изделий, как уже отмечалось, во многом определяется его конструкцией. Полному отработке на технологичность целесообразно вестя на стадии конструкторской подготовки производства. Но это же противоречит и ГОСТы ВСКД, в частности „Карта технологического уровня и качества продукции“ где одним из показателей изделия, подлежащим определению, является технологичность.

Однако все ГОСТы, связанные с вопросами технологичности, включены в систему ЕСПН. В частности, в ГОСТ 14.201-83 указано: „Ответственными исполнителями обработки конструкции изделия на технологичность являются разработчики конструкторской документации“. Традиционно сложилось так, что конструкторская и технологическая подготовка производства разделены и по времени, и по исполнителям. Данный организационный фактор сыграл весьма важную роль в распространении работ по обработке изделий на технологичность.

Только в тех случаях, когда эта служба работает и непосредственной командой, достигаются значительные успехи в обеспечении технологичности изделий. Такая работа осуществляется на ряде предприятий отрасли. Анализ организационных факторов, влияющих на обеспечение технологичности изделий, свидетельствует о том, что для ведения этих работ нужны специальные группы людей, которые начинают работу с проектированием со стадии эскизного проектирования. Группы могут создаваться внутри организаций или привлекаться со стороны.

Опыт работы показал необходимость разработки соответствующей нормативно-технической документации — по аналогии с нормами и правилами проектирования, соблюдение которых проектировщик обеспечивает требования технологичности к конструкции. Ряд ситуаций „проектируется“ заранее, и для типовых проектных решений производится оценка их технологичности, что сделано в методических указаниях [87].

8.2. Функционально-стоимостный анализ при проектировании изделий

Поиск в процессе проектирования наиболее эффективных решений предполагает возможность применения различных подходов, и том

числе предметного и функционального. Традиционным является предметный подход, в котором поиск решений ведется на базе протокола. При этом выполняются требования надежности и рассчитывается себестоимость изделия по одному из рассмотренных методов. Однако предметный подход не учитывает несовершенство конструкций. Это происходит потому, что конструкция принимается как нечто данное и неизменяемое и упускается из вида главное – его функциональность.

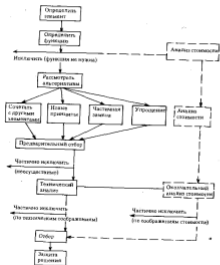


Рис. 8.8. Последовательность проведения ФСА

При функциональном подходе объектом анализа является не конкретное изделие, а комплекс выполняемых им функций. Поэтому цель анализа – не усовершенствование данного изделия, а поиск альтернативных способов выполнения его функций.

ФСА¹ – это метод мысленных того варианта выполнения функций, заданных для данной конструкции, который является наиболее экономичным с точки зрения как производителя, так и потребителя.

Последовательность проведения ФСА кратко выражают так: „Рассчитать, найти и развить“, что означает, рассчитать и изолировать функции изделия и системы, найти посредством творческого, коллективного обсуждения альтернативные варианты осуществления этих функций, развить и провести в жизнь наиболее экономичный из этих вариантов. ФСА является концентрированной атакой на „дальнюю“ стоимость, точнее, на ту ее часть, которая связана с несовершенством конструкций. Причиной появления „дальней“ стоимости является почти полное отсутствие у конструктора стоимостной информации. По сложившейся традиции он не мыслит стоимостными категориями, его интересует обычно только достижение требуемых эксплуатационных характеристик изделия.

8.2.1. Методика проведения функционально-стоимостного анализа. Отличительной чертой методики проведения ФСА является то, что сразу же ставятся вопросы о затратах на осуществление функций изделием и его составными частями. За основу методики можно принять схему (рис. 8.8), приведенную в работе [28, с. 118].

Наиболее сложным является процесс поиска возможных вариантов изделия, выполняющего рассматриваемую функцию. Для облегчения поиска в зарубежных фирмах широко распространены специальные вопросники. Пример такого вопросника показан ниже [26, с. 9]:

1. Все ли функции необходимы?
2. Можно ли исключить из конструкции какую-нибудь деталь или узел?
3. Можно ли элементарно функцию выполнить другой деталь или узел?
4. Могут ли выполняемые функции выполнять другие детали или узлы?
5. Существуют ли другие возможности для выполнения главной функции?
6. Можно ли использовать другие материалы?
7. Возможно ли применение стандартных деталей?
8. Можно ли уменьшить размеры деталей?
9. Реально ли сократить отходы?
10. Можно ли использовать эти отходы?
11. Разрабатывается ли изделие?
12. Изменяются ли планы изготовления?
13. Можно ли в результате изменения конструкции сделать деталь или стандартные детали стандартными?

¹ Название метода в разных странах различно – в большинстве стран Западной Европы анализ (только стоимости) или Value engineering, в ФРГ – Nutzen Kosten Analyse (анализ полезной стоимости), в СССР – полезный анализ (стоимостный анализ). В отечественных публикациях – экономико-стоимостный анализ, функционально-экономический анализ, функционально-стоимостный анализ. Последней термины официально утверждены.

14. Реально ли исключить какие-нибудь операции выделанного продукта?
15. Есть ли возможность изменить порядок операций технологического процесса?
16. Возможно ли сократить трудоемкость изготовления?
17. Можно ли повысить скорость чистки поверхности?
18. Реально ли дельта (узел) приобрести со стороны?
19. Можно ли найти другого поставщика?
20. Было ли предложено поставщику улучшить конструкцию поставляемых изделий?
21. Изменил ли Поставщик со специальными знаниями и большим опытом?
22. Есть ли у конкурентов более выгодные поставки?

Направленность вопросов такова, что заставляет думать не только о функциональном назначении проектируемых изделий, но и об их материалоемкости, технологии изготовления, трудоемкости работ, о возможностях специализации.

Весьма примечательным является наличие 7-го и 13-го вопросов. Специалисты по ФСА считают использование стандартных изделий одним из самых действенных методов снижения издержек производства.

8.2.2. Организационное обеспечение работ по ФСА. ФСА имеет два принципиальных отличия от "классических" способов снижения издержек производства:

- 1) он предусматривает применение функционального подхода, основанного на изложении наиболее экономичных способов осуществления функций изделием;
- 2) его использование связано с созданием аппарата специалистов, занимающихся исключительно вопросами снижения издержек производства на основе функционального анализа изделий.

Последний фактор оказывал сдерживающее влияние на распространение ФСА. Сказывалось и то, что у многих при ознакомлении с опытом ФСА создавалось впечатление, что они давно используют этот метод в своей практике. Аналитичное положение создалось и при внедрении методов обработки на технологичность, так как трудоемкость изготовления и себестоимость являются основными показателями оценки технологичности.

ФСА предполагает создание аппарата специалистов, занимающихся исключительно вопросами снижения издержек производства на основе функционального анализа изделий. Именно по такому пути поиска в электротехнической промышленности, цей опыт был одержан в 1982 г. ЦК КПСС и экспонировался на ВДНХ. Первые шаги по внедрению ФСА в Минизлектротехпроме относятся к 1974 г., когда в ПО "Электротрап" и на ряде предприятий и организаций Союзэлектротехпрома был образован комитет и рабочие группы по ФСА. Министрком эксперементов себя полностью оправдал, в 1976 г. коллегия министерства приняла решение о распространении метода на всех предприятиях отрасли. Работу возглавил координационный совет по ФСА, председателем которого стал заместитель министра. В 1986 г. состоялся IX Международная

конференция по ФСА, где выяснилось, что в большинстве стран СЭВ и у нас на возможность перенести метода смотрят неодинаково. В странах СЭВ ФСА находит всестороннюю поддержку со стороны соответствующих организаций, разработаны стандарты по проведению ФСА. У нас дело обстоит несколько иначе: Госкомитет СССР по науке и технике постановлением от 29 июля 1982 г. утвердил основные положения методики проведения ФСА, затем, спустя некоторое время, затребовал от министерств информацию о выполнении постановления — этим дело и ограничилось.

8.2.3. Использование функционального подхода при проектировании корпусных конструкций. Использование ФСА для поиска новых конструктивных решений позволило сделать следующий вывод: функциональный подход при проектировании узлов открывает принципиально новые возможности для их стандартизации — проведение стандартизации по обобщенной характеристике [18].

Для каждого класса функций узлов назначается обобщенная характеристика — предельная несущая способность узлов при выполнении своих функций. Для узлов, воспринимающих опорные моменты, такой характеристикой будет предельная изгибающий момент, для узлов, передающих опорные реакции или усилия, — предельная нагрузка при сдвиге, сдвиге и т. п. (могут использоваться и более сложные зависимости).

Если узел находится под действием сложной системы сил, то выделяется его главная функция, тогда несущая способность узла определяется при условии удовлетворения требованиям главной функции с учетом действия других силовых факторов.

По обобщенным характеристикам функций строится кривые потребности в узлах каждого класса, и задача сводится к построению оптимального типоразмерного ряда по обобщенной характеристике, т. е. проектисты конструкций получают план-заказ на разработку типоразмерных рядов узлов, выполняющих определенное функциональное назначение (рис. 8.3).

Узел соединения палубного и бортового перекрытий насчитывает до 50 вариантов исполнения, а назначение его для любого из этих вариантов одно и то же: восприятие опорных изгибающих моментов и передельных сил. Представленный вариант обеспечивает эти функции, узел может изготавливаться отдельно от перекрытия на специализированном производстве, легко поддается унификации и может быть представлен как модуль-узел ряда типоразмеров.



Рис. 8.3. Узел соединения двух плоских перекрытий настила судна

1 — дополнительный лист; 2, 3 — обшивка и балка перекрытия; 4 — вертикальный профильный лист; 5 — лист, выполняющий роль ребра жесткости

Дальнейшие исследования в данном направлении позволяют В. Г. Фурману спроектировать ряд узлов перекрестий, выполняющих одно функциональное назначение, что нашло отражение в методических указаниях [87].

Отсюда долгая ФСА, следует отметить, что его применение должно идти в рамках работ по обеспечению технологичности изделий, в сочетании с другими методами проектирования.

Анализируя практику использования ФСА в народном хозяйстве страны, Н. К. Мокеева выявила ряд противоречий, связанных с его внедрением [96, С. 5]. Одно из них связано в ряде случаев с несоответствием между масштабом задач и характером анализируемых объектов, с одной стороны, и спецификой ФСА как трудоемкого и сложного инструмента микроанализа, требующего высокой квалификации работников, с другой стороны.

Могла ли в рамках ФСА появиться „безрамная“ конструкция [114]? Представляется, что нет, так как побудительным мотивом поиска корпусных конструкций без полерных силовых являются требования к автоматизации производства, технологичности возможности автоматизации. Только сочетание различных методов проектирования может привести к появлению высокотехнологичных конструкций судов.

8.3. Эффективность мероприятий, направленных на сокращение длительности цикла постройки судна

Длительность цикла постройки судна оказывает непосредственное влияние на эффективность использования основных фондов, оборотных средств и прибыли, получаемых на стадии постройки и эксплуатации судов. Интенсификация процесса производства предполагает рост таких показателей, как фондоемкость, коэффициент сменности работы оборудования, оборачиваемость оборотных средств, что невозможно без сокращения циклов постройки судов. Слагаемые результата этого направления представлены на рис. 8.10.

Экономический эффект определяется по следующему выражению:

$$Z_2 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4, \quad (8.3)$$

где Z_1 — единовременный эффект от досрочного ввода судна в эксплуатацию; Z_2 — эффект высвобождения основных производственных фондов судостроительного предприятия; Z_3 — эффект снижения условно-постоянных расходов судостроительного предприятия; Z_4 — эффект рационального распределения капитальных вложений по годам строительства (расчет составляющих экономического эффекта приведен в монографии Л. Б. Бреслава [12]).

8.3.1. Досрочный ввод судна в эксплуатацию. Этот эффект обусловлен тем, что за счет досрочного ввода судна в эксплуатацию $\Delta T_{\text{вв}}$ будет получена дополнительная прибыль. Сопоставимость вариантов, различающихся продолжительностью строительства, обеспечивается



Рис. 8.10. Составляющие экономического эффекта от сокращения цикла постройки судна

путем учета единовременного реального эффекта в виде дополнительной чистой продукции или прибыли, получаемой при более быстром вводе объектов, с учетом эффектов сопряженных отработ от использования досрочно полученной продукции* [61, п. 26].

Не имея данных по фактической сфере эксплуатации судна, воспользуемся той предпосылкой, что за время досрочной эксплуатации нормальная прибыль составит величину $E_0 \Pi \cdot \Delta T_{\text{вв}}$. Однако насколько реально будет в эксплуатации судно, настолько реально теоретически и закончится его эксплуатация. Нормальная прибыль, получаемая от эксплуатации судна в конце срока его службы, приведенная к началу эксплуатации, составит

$$E_0 \Pi \cdot \Delta T_{\text{вв}} (1 + E)^{T_{\text{сл}}}, \quad (8.4)$$

где $T_{\text{сл}}$ — срок службы судна, годы.

Вычтя коэффициент, недополученный при „досрочном“ вводе судна из эксплуатации за $\Delta T_{\text{вв}}$, получаем

$$Z_1 = E_0 \Pi \cdot \Delta T_{\text{вв}} [1 - 1/(1 + E)^{T_{\text{сл}}}], \quad (8.5)$$

Суда являются весьма дорогими основными фондами, поэтому



Рис. 8.11. Важное досрочное вводе судна в эксплуатацию на прибыль

мероприятия, направленные на досрочный ввод их в эксплуатацию, ведут как правило, к значительному единовременному эффекту, что показано на рис. 8.11.

Используя данные табл. 1.6 и 3.3 для судна типа „Веталий Ляков“, определим по рис. 8.11 изменение хозяйственного эффекта в зависимости от времени досрочного ввода судна в эксплуатацию. Получим, что единовременный хозяйственный эффект Δ , выше, чем рассчитанный по нормативной прибыли.

8.3.2. Высвобождение производственных фондов судостроительного предприятия. При сокращении длительности цикла постройки судна количество производственных фондов на единицу выпускаемой продукции уменьшается. Уменьшается и требуемое количество нормируемых оборотных средств. Этот фактор можно учесть, уменьшив в формуле (1.18) объем сопутствующих капитальных вложений на новый вариант.

8.3.3. Снижение косвенных расходов судостроительного предприятия. Эффект от данного фактора определяется лишь в том случае, если будет происходить рост объема производства. Он образуется из себестоимости судна. Порядок расчета рассмотрен в гл. 2.

Хозяйственная прибыль, получаемая предприятием строителем, повышается при сокращении цикла постройки судна и росте количества выпускаемых судов за счет снижения их себестоимости и уменьшения платы за фонды (в годовой и в качестве первоочередного платежа изменяется от 2 до 8 % балансовой стоимости основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств).

Уменьшение основных фондов повышает и сокращение числа рабочих, обслуживающих эти фонды. Поскольку за трудные ресурсы взимается плата (200–300 руб./чел.), то их уменьшение приводит к росту прибыли.

8.4. Эффективность решений, направленных на повышение надежности судна

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986–1990 гг. и на период до 2000 г. указано: „обеспечить, чтобы все вновь осваиваемые виды техники по производительности и надежности превосходили не менее чем в 1,5–2 раза выпускаемую аналогичную продукцию [2, С. 285].“

Качественная картина влияния надежности на затраты, связанные с постройкой и эксплуатацией судов, очевидна – повышение надежности приводит к росту цен на суда. Но эксплуатационные расходы Φ результате роста целевой отдачи судов и сокращения числа ремонтов уменьшаются. Это уменьшение происходит до определенной величины, так как при значительном росте цен на суда эксплуатационные расходы начинают расти из-за значительной доли амортизационных отчислений в этих расходах (см. рис. 8.12). Японские фирмы определяют эту „очевидность“ роста надежности и дем, так как их автомобили

покупаются в среднем в десять раз меньше, чем американские, а производительность труда при их изготовлении в Японии в 2–2,5 раза выше и себестоимость на 20 % ниже, чем в корпорациях США¹).

Рост надежности судов равнозначен снижению затрат на эксплуатацию, повышение производительности труда и улучшение других экономических показателей, так как для достижения „базовой“ целевой отдачи потребовалось бы меньшее количество судов.

8.4.1. Показатели оценки надежности судна. Для оценки надежности судна используют показатели, характеризующие ее косвенным образом, – это коэффициент готовности $k_{г.н.}$ и коэффициент технического использования судна $k_{т.н.}$:

$$k_{г.н.} = \frac{t(T_{г.н.})}{t(T_{г.н.}) + t(T_{р.п.})} \quad (8.6)$$

$$k_{т.н.} = \frac{t(T_{г.н.})}{t(T_{г.н.}) + t(T_{р.п.}) + t(T_{р.м.})} \quad (8.7)$$

где $t(T_{г.н.})$, $t(T_{р.п.})$, $t(T_{р.м.})$ – математическое ожидание времени межремонтного периода, плановых и вынужденных ремонтов; $t(T_{г.н.})$ – математическое ожидание времени пребывания судна в работоспособном состоянии.

Коэффициент технического использования судна представляет собой вероятность нахождения судна в эксплуатации в произвольный момент времени. Он комплексно характеризует его безотказность по всем критериям прочности и ремонтпригодности через продолжительность эксплуатационного периода и ремонта. Для судна в целом этот показатель подлежит расчету при проектировании для заполнения карты технического уровня на судно.

Практика эксплуатации показала, что у судов, спроектированных по критериям классификационных объектов и находящихся под их надзором, гарантируется безотказность в течение всего нормального срока службы [107, С. 23]. Здесь не рассматривается аварийные ситуации (75 % поврежденный элемент столкновения или штормовыми условиями) [28, С. 7] и разрушения, вызванные технологическими или конструктивными дефектами. Это позволяет считать судно конструктивно сооруженным с „высокой экономической ответственностью“ и проблему обеспечения надежности свести к технико-экономической задаче, когда критерием приемлемости технических решений становится экономические показатели постройки и эксплуатации судна.

8.4.2. Учет надежности судна в расчетах экономической эффективности. Основным методическим требованием в расчетах экономической эффективности является сопоставимость сравниваемых вариантов, которая с изменением надежности должна обеспечиваться по деловой отдаче судов и приведенным затратам и судоремонтным предпрятиям.

Влияние изменения надежности на целевую отдачу судна учитывается через коэффициент технического использования

¹ Кокарева А. Рынок и качество // Социалистическая индустрия. 1987. 30 янв.

$B_{112} = B_{12}A_1$, и, где B_{112} — величина отдачи судна с измененными показателями надежности; B_{12} — целевая отдача судна, рассчитанная из предположения, что судно работает весь календарный год.

Надежность судов влияет на количество и продолжительность проводимых ремонтов, что учитывается эффектом Z_p , получаемым путем экономии приведенных затрат в судоремонтные предприятия (по аналогии с [3], С. 111) и эффектом от улучшения работы судов через рост целевой отдачи [см. формулу (4.17)].

В расчете на одно судно (без учета внеотраслевого эффекта)

$$Z_p = \sum_{i=1}^L \frac{(\eta_{11} Z_{1ip} - \eta_{12} Z_{12p})}{(1+E)^i} \cdot \frac{1}{(1+E)^i} \quad (8.8)$$

где η_i — количество ремонтов, приходящихся на i -й год службы судна, P — приведенные затраты на один ремонт в i -й год

$$Z_p = C_{ip} + E_n K_{ip}$$

Здесь C_{ip} — затраты на ремонт в i -й год; K_{ip} — капитальные вложения в судоремонтное предприятие в i -й год, относимые к одному судну (по аналогии с отнесением некоторых или обязательных расходов на изделие).

С учетом взаимосвязанности формула расчета экономического эффекта (1.13) примет вид

$$Z = \Pi_1 k_{n,1} k_{m,1} + \frac{B_{111} k_{n,1} k_{n,1} - B_{122}}{P_2 + E_n} - \Pi_2 + Z_p \quad (8.9)$$

где B_{111} , B_{122} — годовые эксплуатационные расходы по судну, в которые не включаются амортизационные отчисления не только на полное восстановление, но и на капитальный ремонт и модернизацию судна (учет данного вида затрат производится прямым путем);

$$k_{n,1} = B_{111}/B_{11}; \quad k_{m,1} = k_{1,122}/k_{1,111}$$

где $k_{n,1} = k_n$ при условии, что судно работает календарный год.

Из формулы (8.9) следует, что для оценки влияния надежности судна на экономическую эффективность необходимо изучить следующие закономерности:

- вероятность отказов судна в зависимости от надежности отдельных конструктивных групп;
- влияние надежности отдельных конструктивных групп судна на их стоимость;
- продолжительность ремонта, затраты на него, капитальные вложения в судоремонтные предприятия в зависимости от надежности судна.

Зная эти закономерности, можно с большей достоверностью прогнозировать экономическую эффективность судов в зависимости от их надежности. Пока же расчеты можно вести с использованием пофакторного метода, учитывая по отдельности влияние на экономическую эффективность таких факторов, как изменение цены судна и целевой отдачи [см. формулы (2.22), (4.17)]. Графическое отображение этих аналитических зависимостей представлено на рис. 4.18. Используя представленные зависимости, проводится оценка эффективности мероприятий, связанных с изменением надежности судов. Эффект будет несколько занижен, так как не учитывается составляющая Z_p в формуле (8.9).

Ряд авторов в суммарные затраты на создание судов и их элементов предлагают включать и «ущерб от отдачи» — стоимость ремонта и убыток, связанный с нарушением процесса эксплуатации. При этом предлагается следующая формула средневозможных суммарных затрат:

$$Z = C_k(X) + P_{эк} + \sum_j P_j(X) Y_j(X) \quad (8.10)$$

где C_k — стоимость изготовления конструкции либо корпуса в целом; $P_{эк}$ — эксплуатационные расходы, не связанные с состоянием конструкции (расходы на топливо, содержание экипажа и пр.); Y_j — ущерб от отказа, включающий стоимость ремонта и убыток, связанный с нарушением процесса эксплуатации; X — вектор параметров проектируемой конструкции.

Связывая вероятность различных отказов P_j с размерами конструкции, находят экономический целесообразный уровень их надежности.

Повышение надежности судов повышает и на трудности, связанные с перевозками грузов. Методика расчета данного вида эффекта пока не разработана. По расчетам Института комплексных транспортных проблем при Госплане СССР, годовой народнохозяйственный ущерб из-за трудностей с перевозками промышленной продукции составляет примерно 6,5 млрд., сельскохозяйственной — более 4 млрд. руб. [60].

**НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ,
НЕОБХОДИМЫЙ ДЛЯ РАСЧЕТА**

Таблица 1. Коэффициенты приведения по фактору времени

| г | $K_1 - 0,4 \cdot g$ | K_2 | г | K_3 | K_4 |
|----|---------------------|-------|----|-------|-------|
| 1 | 1,3 | 0,9 | 11 | 2,8 | 0,3 |
| 2 | 1,3 | 0,8 | 12 | 3,1 | 0,3 |
| 3 | 1,3 | 0,7 | 13 | 3,4 | 0,3 |
| 4 | 1,4 | 0,7 | 14 | 3,8 | 0,3 |
| 5 | 1,6 | 0,6 | 15 | 4,2 | 0,3 |
| 6 | 1,8 | 0,6 | 20 | 6,7 | 0,3 |
| 7 | 1,9 | 0,5 | 25 | 10,8 | 0,1 |
| 8 | 2,1 | 0,5 | 30 | 17,4 | 0,05 |
| 9 | 2,3 | 0,4 | 40 | 45,3 | 0,02 |
| 10 | 2,6 | 0,4 | 50 | 117,4 | 0 |

Таблица 2. Норма расхода на единицу изделия

| Группы | Р | $G_{\text{дв}}$ (г/мин) | Р | $G_{\text{дв}}$ (г/мин) | Р | $G_{\text{дв}}$ (г/мин) | Р |
|--------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|----------|
| 1 | 1 | 6 | 0,129 6 | 11 | 0,054 | 20 | 0,117 5 |
| 2 | 0,476 2 | 7 | 0,105 4 | 12 | 0,046 8 | 25 | 0,110 2 |
| 3 | 0,302 1 | 8 | 0,087 4 | 15 | 0,049 8 | 30 | 0,096 1 |
| 4 | 0,215 5 | 9 | 0,075 8 | 14 | 0,039 7 | 40 | 0,093 26 |
| 5 | 0,163 8 | 10 | 0,062 7 | 15 | 0,031 5 | 50 | 0,089 96 |

$$r = r_0(1 + g)(T_0 - 1)$$

Таблица 3. Тарифные ставки¹, руб.-мин.

| Семья инженера | Семья | Периоды | | | | | |
|-------------------|----------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| | | Тарифные коэффициенты | | | | | |
| | | I | 1,08 | 1,15 | 1,24 | 1,35 | 1,79 |
| Средняя | Часовая | 0-58 | 0-63 | 0-69 | 0-76 | 0-85 | 1-04 |
| | Дневная | 4-52 | 4-71 | 5-38 | 6-08 | 6-54 | 8-11 |
| | Месячная | 108-49 | 109-05 | 115-44 | 123-03 | 136-86 | 183-02 |

| Семья инженера | Семья | Периоды | | | | | |
|-------------------|----------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| | | Тарифные коэффициенты | | | | | |
| | | I | 1,08 | 1,15 | 1,24 | 1,35 | 1,79 |
| Покровитель | Часовая | 0-54 | 0-59 | 0-65 | 0-73 | 0-83 | 0-97 |
| | Дневная | 4-21 | 4-40 | 5-07 | 5-69 | 6-47 | 7-56 |
| | Месячная | 93-47 | 102-13 | 112-51 | 126-36 | 143-67 | 167-01 |

¹ Утверждены Высшим советом НК ВКС, Советом Министров СССР и ВАС РСФСР от 17 сентября 1964 г. № 115. Основаны на расчетах: женщины - 70,1 % в месяц, мужчины - 29,9 % в месяц; при выполнении работ в день и в ночную смену.

Таблица 4. Проектная стоимость структурных сумм по группам конструктивной разбивки

| Элементы групп конструктивной разбивки | Проектная стоимость, элементных групп конструктивной разбивки, % сумм типа | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------|
| | «Корпусы в сборе» ¹ | «Горючехолоды» ² | «Самолеты» ³ | «Летательные аппараты» ⁴ | «Двигатели» ⁵ | «Вспомогательные двигатели» ⁶ | «Моторы турбореактивные» ⁷ | «Комплексы» ⁸ |
| Металлический корпус | 27,2 | 25,2 | 25,5 | 24,4 | 23,7 | 22,8 | 20,8 | 23,8 |
| Деревяные ящики | 6,5 | 8,8 | 6,4 | 8,7 | 5,7 | 8,4 | 7 | 4,1 |
| Дерево, покрытия, изоляция | 8,1 | 9,3 | 10,6 | 9,9 | 9,1 | 10,2 | 9,3 | 9 |
| Оборудование пневматическое | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2 | 2 | 2,7 |
| Судовые устройства | 4,8 | 5,3 | 5 | 7 | 6,5 | 5,4 | 5,3 | 6,7 |
| Палубные механизмы | 7,8 | 8,3 | 7,7 | 3,2 | 8,2 | 7,9 | 8,8 | 7 |
| Судовые системы | 4,4 | 5,1 | 4,6 | 5,1 | 4,7 | 3,6 | 3,5 | 3,9 |
| Трубопроводы МКО | 0,8 | 1,2 | 0,7 | 1,3 | 1,2 | 2,3 | 1 | 0,8 |
| Металлическое оборудование | 8,3 | 7,4 | 8,4 | 5,8 | 5,9 | 4,6 | 5,1 | 4,5 |
| Электрооборудование | 4,1 | 4,2 | 5,2 | 6,1 | 8,5 | 6,8 | 5 | 4,1 |
| Радио, навигационное оборудование | 1,8 | 2,3 | 2,2 | 2,9 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,9 |
| Смешанные | 9,7 | 0,6 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 1,1 |
| ЭУ | 11,8 | 9,7 | 9,6 | 9,3 | 10,1 | 14,7 | 16,8 | 14,9 |
| Объем произведенных работ | 10,9 | 10,4 | 10,6 | 11,2 | 11,4 | 11,6 | 11,8 | 12,7 |
| Доля сумм, % | 170 | 162,3 | 152 | 138 | 130 | 124,4 | 123 | 117 |
| Проектная стоимость | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Таблица 5. Промысловая стоимость танкеров по группам конструктивной разбивки

| Звенья групп конструктивной разбивки | Промысловая стоимость групп конструктивной разбивки, \$ | | |
|--------------------------------------|---|---------|----------------|
| | Тип судна | | |
| | „Древ Бумма“ | „Лобин“ | „Хантон Траку“ |
| Металлический корпус | 42,1 | 36,7 | 40,2 |
| Дельные якоря | 6,4 | 1,4 | 4,8 |
| Дерево, покрытие, изоляция | 3,8 | 7 | 8 |
| Оборудование поимачный | 1,1 | 1,8 | 1,4 |
| Судовые устройства | 5 | 5,3 | 4,8 |
| Палубные механизмы | 4 | 2,7 | 3 |
| Судовые системы | 7,4 | 10 | 4,7 |
| Трубопроводы МЭО | 0,9 | 2,3 | 2,4 |
| Металлическое оборудование | 6,4 | 7,6 | 4,3 |
| Электрооборудование | 3,3 | 5,3 | 4,2 |
| Радио, навигационное оборудование | 0,8 | 1,7 | 1,8 |
| Снабжение | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| СДУ | 6,5 | 9,5 | 9,3 |
| Общие производственные работы | 9,9 | 9,5 | 11,5 |
| Дрова судна, м | 201 | 228 | 315 |
| Прокатная себестоимость | 108 | 130 | 130 |

Таблица 6. Стоимость материалов, полуфабрикатов, покупные материалы и оборудование на постройку судна (тыс. руб. за 1 т) по стальным корпусам якоря

| Группы и группы материалов для судна | Нормативы стоимости | | |
|---|---------------------|-----------|-----------|
| | Судостроительские | Танкер | Букар |
| Металлический корпус | 0,13—0,22 | 0,21—0,24 | 0,13—0,22 |
| Металлическая надстройка | 0,23—0,24 | 0,21—0,24 | 0,21—0,24 |
| Дерево в составе корпуса и надстройки | 0,74—0,85 | 0,71—0,85 | 0,71—0,85 |
| Оборудование поимачный | 0,68—0,86 | 0,66—0,80 | 0,68—0,80 |
| Скелет, пневматическая и изоляция | 0,66—0,96 | 0,66—0,96 | 0,66—0,96 |
| Дельные якоря | 0,45—0,62 | 0,50—0,65 | 0,45—0,62 |
| Судовые устройства и палубные механизмы | 0,80—1,06 | 0,80—1,00 | 0,80—1,00 |
| Судовые системы | 1,58—1,68 | 1,55—1,70 | 1,58—1,68 |
| Электро- и радиооборудование | 3,15—3,95 | 3,15—3,95 | 3,15—3,95 |
| Главный металл | 2,43—3,58 | 2,43—3,50 | 2,40—3,38 |
| Вспомогательное оборудование и запасные части | 3,45—1,20 | 3,68—1,20 | 0,85—1,20 |
| Трубопроводы | 3,90—1,20 | 3,90—1,20 | 3,90—1,20 |
| Вальцовочные и двоконтные | 1,90—2,40 | 1,90—2,50 | 1,80—2,40 |
| Подготовительные, вспомогательные и сдачные работы (% суммарная продукция расчетных единиц) | 4,0—3,0 | 4,0—3,0 | 4,0—3,0 |

Таблица 7. Норма трудоемкости на единицу измерения при постройке стальной судна (параллельно 1, кг/часо-ч)

| Группы и группы материалов для судна | Видовые нормы трудоемкости судна, ч | | | | | | Мощность, кВт | |
|---|-------------------------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|----------------|-----|
| | До 100 | До 200 | Свыше 200 | До 100 | Свыше 100 | До 400 | Свыше 400 | |
| | Судостроительное судно | | | Танкеры | | | Докеры-станции | |
| Норма трудоемкости на единицу измерения | | | | | | | | |
| Металлический корпус | 6,1 | 6,5 | 7 | 8,8 | 10 | 11 | 5,5 | 7 |
| Металлическая надстройка | 2,05 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 3,15 | 3,25 | 3,7 | 3,8 |
| Дерево в составе корпуса и надстройки | 1,9 | 2 | 3 | 4,2 | 5,8 | 6 | 3,8 | 4,2 |
| Оборудование поимачный | 1,8 | 4 | 4,1 | 1,5 | 2,0 | 2,1 | 2,5 | 2,6 |
| Скелет, пневматическая и изоляция | 6,35 | 4,5 | 4,6 | 1,8 | 2,4 | 2,6 | 2,9 | 3,5 |
| Дельные якоря | 4,65 | 5,2 | 6 | 4,8 | 6 | 6 | 4,5 | 5 |
| Судовые системы | 1,62 | 1,7 | 2,5 | 1,3 | 1,6 | 2,65 | 1,8 | 2 |
| Судовые устройства и палубные механизмы | 1,9 | 2 | 2,1 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 1,9 | 2,1 |
| Электро- и радиооборудование | 3,9 | 3 | 3,1 | 3,2 | 3,25 | 3,3 | 2,8 | 2,9 |
| Главный металл | 16 | 18 | 20 | 22 | 34 | 36 | 19 | 22 |
| Вспомогательное оборудование и запасные части | 3,6 | 3,8 | 4 | 3,7 | 3,9 | 4,1 | 3,5 | 3,6 |
| Трубопроводы | 7 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3,4 | 3,1 | 3,2 |
| Вальцовочные и двоконтные | 2,5 | 2,8 | 3 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 2,6 |

Таблица 8. Распределение конструктивных элементов корпуса

| Показатели | Распределение элементов, % |
|--|----------------------------|
| Эксплуатационное время | 100 |
| в том числе: | |
| на воду судна | 46,2 |
| на стеньга | 53,8 |
| Холодное время судна, | 100 |
| в том числе: | |
| с грузом | 74,3 |
| с балластом | 25,7 |
| Стояночное время, | 100 |
| в том числе: | |
| в световые часы: | |
| на всех под грузом или отработавших стоек по металлургическим производственным процессам | 58,4 |
| прочие стоянки | 4 |
| в неосветленные часы: | |
| на всех под грузом или отработавших стоек по металлургическим производственным процессам | 14,2 |
| прочие стоянки | 19,6 |
| в неосветленные часы: | |
| на всех под грузом или отработавших стоек по металлургическим производственным процессам | 34,9 |
| прочие стоянки | 3,3 |
| в неосветленные часы: | |
| на всех под грузом или отработавших стоек по металлургическим производственным процессам | 16,8 |

Таблица 9. Эксплуатационные показатели судовых транспортных средств

| Тип судна (грузов) | Период эксплуатации, сут | Средние техниче-ские показатели с грузов, т/сут | | Загрузка на 1 т грузоподъемности, т |
|---|--------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| | | Хорошо время с грузов | Хлопье время в порожних состоянии | |
| Грузовые самоходные суда смешанного плавания на заграничных перевозках | | | | |
| 1517 | 279-290 | 16 | 8,82 | |
| | 340-365 | 26,3 | 8,79 | |
| | 345-365 | 14,9 | 8,91 | |
| 791 | 228-230 | 15,2 | 8,89 | |
| 781 | 280-290 | 16,2 | 8,87 | |
| | 290-300 | 16,6 | 8,8 | |
| Прочие суда | 268-280 | - | 8,8-8,9 | |
| Грузовые самоходные суда на внутренних линиях | | | | |
| 791 | 197 | 15,7 | 8,95 | |
| 1566 | 218 | 14,3 | 8,92 | |
| 367 А | 198 | 16,4 | 8,9 | |
| 367 В | 225 | 16,2 | 8,88 | |
| 1565 | 208 | 16,6 | 8,79 | |
| 375 (740 кВт) | 212 | 16 | 8,66 | |
| 11 (810 кВт) | 214 | 16,7 | 8,9 | |
| Прочие суда | | | | |
| Грузоподъемность более 2000 т | 195-205 | - | 8,80-8,90 | |

| Тип судна (грузов) | Коэффициенты, отражающие распределение периода эксплуатации по состоянию, доли часов | | | |
|--------------------|--|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| | Хорошо время с грузов | Хлопье время в порожних состоянии | Максимальный расход | Прочие показатели |

| | | | | |
|---|----------|----------|-----------|----------|
| Грузовые самоходные суда смешанного плавания на заграничных перевозках | | | | |
| 1517 | 8,285 | 8,099 | 8,849 | 8,567 |
| | 8,285 | 8,138 | 8,856 | 8,581 |
| | 0,3 | 8,111 | 8,862 | 8,577 |
| 791 | 8,320 | 8,114 | 8,868 | 8,582 |
| 781 | 8,299 | 8,103 | 8,844 | 8,554 |
| | 0,28 | 8,099 | 8,859 | 8,582 |
| Прочие суда | 0,28-0,3 | 0,1-0,15 | 8,84-8,88 | 0,5-0,56 |

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Грузовые самоходные суда на внутренних линиях | | | | |
| 791 | 0,348 | 0,034 | 0,091 | 0,527 |
| 1566 | 0,437 | 0,161 | 0,031 | 0,443 |
| 367 А | 0,379 | 0,128 | 0,024 | 0,465 |

Продолжение табл. 9

| Тип судна (грузов) | Коэффициенты, отражающие распределение периода эксплуатации по состоянию, доли часов | | | |
|--|--|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| | Хорошо время с грузов | Хлопье время в порожних состоянии | Максимальный расход | Прочие показатели |
| Грузовые самоходные суда на внутренних линиях | | | | |
| 307 Б | 0,383 | 0,079 | 0,047 | 0,491 |
| 1565 | 0,392 | 0,165 | 0,042 | 0,401 |
| 376 (740 кВт) | 0,422 | 0,077 | 0,064 | 0,437 |
| 11 (810 кВт) | 0,298 | 0,076 | 0,049 | 0,577 |
| Прочие суда | | | | |
| Грузоподъемность более 2000 т | 0,30-0,35 | 0,10-0,12 | 0,03-0,08 | 0,45-0,58 |

Таблица 10. Нормативы распределительных расходов

| Нормативы | Нормативы, % суммы прямых расходов | |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | Грузовой транспортной доли | Вспомогательной и материальной доли |
| Волгоград | 10 | 11 |
| Волжское объединение | 16 | 17 |
| Камское | 23 | 23 |
| Масловское | 23 | 22 |
| Вельское | 16 | 16 |
| Витское | 24 | 24 |
| Кубинское | 35 | 40 |
| Волга-Донское | 18 | 19 |
| Северо-Западное | 12 | 11 |
| Волгоград-Омское | 9 | 10 |
| Западное | 8 | 8 |
| Северное | 25 | 25 |
| Суворовское | 20 | 20 |
| Пензенское | 17 | 17 |
| Объединение объединенных | 22 | 22 |
| Западно-Сибирское | 20 | 20 |
| Енисейское | 19 | 19 |
| Восточно-Сибирское | 21 | 21 |
| Донское объединенное | 16 | 17 |
| Амурское | 17 | 18 |

Таблица 11. Структура незначительных расходов транспортного флота

| Статьи затрат | Выполнено по плану, % | |
|---|-----------------------|---------|
| | 1971 г. | 1981 г. |
| Контрактные перевозки и выплаты вознаграждения экипажу судовых экипажей | 8,92 | 5,07 |
| Расходы на топливо | 5,55 | 6,72 |
| на материалы и смазочные материалы | 2,52 | 1,99 |
| Накладные расходы, горючие сборы и амортизация груза | 46,61 | 69,55 |
| Платные перевозки | 1,12 | 1,11 |
| Стандартные расходы | 31,86 | 28,36 |
| Расходы на торговлю, содержание ресторанов и баров | 0,47 | 0,51 |
| Расходы на ремонт | 3,7 | 3,76 |
| Прочие расходы | 2,35 | 0,93 |
| Итого | 100 | 100 |

Таблица 12. Длительность эксплуатационного периода судовых групп

| Тип судна | Возраст, лет | Длительность, сут |
|--|-----------------|-------------------|
| Универсальные сухогрузные суда | До 6 | 341 |
| | Свыше 6 | 337 |
| Суда для перевозки навалочных грузов, контейнеров | До 20 | 336 |
| | 21-30 | 334 |
| Лесовозы, шхеры | Свыше 30 | 332 |
| | До 7 | 329 |
| Лесовозы, шхеры | 7-15 | 328 |
| | Свыше 15 | 324 |
| Контейнеровозы | До 6 | 328 |
| | 6-20 | 326 |
| Суда с горизонтальной грузообработкой, рефрижераторы | 20-30 | 324 |
| | Свыше 30 | 323 |
| Суда с горизонтальной грузообработкой, рефрижераторы | До 4 | 321 |
| | 4-8 | 316 |
| Лесовозы | 8-20 | 325 |
| | 20-30 | 322 |
| Лесовозы | Свыше 30 | 320 |
| | - | 325 |
| Буденковцы | - | 325 |
| | До 4 | 341 |
| Парусы | Свыше 4 | 327 |
| | До 6 | 340 |
| Танкеры | 6-20 | 327 |
| | Свыше 20 | 322 |
| Газовозы | До 10 | 323 |
| | 11-30 | 322 |
| Химовозы | Свыше 30 | 320 |
| | Для всего флота | 320 |

Таблица 13. Структура затрат на ремонт судовых групп и на прочие расходы для разных сроков службы [11], %

| Группы судовых групп | Судовые группы | | | | Танкеры | | | |
|--|-------------------|----------|------------|----------|-------------------|----------|------------|----------|
| | Турбино-костровые | | Скоростные | | Турбино-костровые | | Скоростные | |
| | 6-8 лет | 9-12 лет | 6-8 лет | 9-12 лет | 6-8 лет | 9-12 лет | 6-8 лет | 9-12 лет |
| Подготовительные работы | 5,7 | 6,5 | 8,0 | 8,4 | 5,4 | 1,9 | 10 | 2,8 |
| Корпус | 38,6 | 36,2 | 43,1 | 36,9 | 26,7 | 19,6 | 38,5 | 26,9 |
| Судовые устройства | 6,8 | 14 | 10,4 | 10,7 | 2,7 | 7 | 2,4 | 5,3 |
| Грузовые устройства | 1,7 | 3 | 2,1 | 1,7 | 4,4 | 5,3 | 3,1 | 3,3 |
| Палубные механизмы | 5,2 | 8,8 | 3,1 | 6,6 | 4 | 2,8 | 2,5 | 2,6 |
| Вспомогательные двигатели | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | 3,8 | 2 | 2,8 | 2,2 |
| Главный двигатель | 9,9 | 8,5 | 3,8 | 3,9 | 22,8 | 18 | 6 | 13,6 |
| Вспомогательные независимые энергетической установки | 2,5 | 4 | 1,2 | 2,1 | 5,3 | 6,6 | 2,8 | 3,6 |
| Вспомогательные независимые энергетические установки | 2,6 | 2 | 1,6 | 2 | 4,5 | 4,4 | 2,5 | 4,1 |
| Системы обслуживания | 13 | 14,2 | 15,2 | 20,6 | 16,7 | 17,7 | 16,5 | 18,8 |
| Системы энергетической установки | 2,4 | 3,3 | 3,5 | 4,9 | 3,7 | 2,3 | 6,5 | 6,5 |
| Электроразборочные устройства | 8,9 | 6,8 | 6,9 | 2,7 | 3,2 | 5,1 | 1,9 | 1,3 |
| Радионавигационные устройства и связь | 1,8 | 2,1 | 0,7 | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 0,6 | 1,2 |
| Прочие работы | - | 3,1 | - | 0,1 | 1,6 | 4,6 | 2,9 | 4,9 |
| Итого | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Таблица 14. Перечень событий и работ укрупненной сетевой модели среднестатистического типичного-капитального анализа проектируемой машины [10]

| Код события | Событие | Работа |
|-------------|--|---|
| 0 | Исходные технико-экономические данные по проектируемой машине (технические на данной стадии проектирования) получены | Выбор базового изделия для сравнительного анализа. Получение данных о текущем выпуске. Выбор нормального квалификационного уровня продукции. Расчеты производительности проектируемого изделия. Расчет затрат на подготовку производства проектируемой машины. Выбор отечественных и зарубежных изделий для сравнительного анализа. Расчет капитальных затрат потребителей, связанных использованием проектируемого изделия. Расчет стоимости проектируемого изделия. Опре- |

Продолжение табл. 14

| Код объекта | Событие | Работа |
|-------------|--|--|
| 1 | Базовое изделие для сравнительного анализа выбрано | определение показателей унификации проектируемого изделия. Использование методов техникоэкономического расчета для расчета верхнего предела оптовой цены проектируемого изделия |
| 2 | Нормативный коэффициент разбавляемости выбран | Выбор ТЭП по базовому изделию (подкласс) |
| 3 | Применимость нормализованного коэффициента разбавляемости для расчета нижнего предела оптовой цены проектируемой машины | Использование нормализованного коэффициента разбавляемости для расчета нижнего предела оптовой цены проектируемой машины |
| 4 | Применимость данных о производительности проектируемого изделия для корректировки расчета эксплуатационных расходов | Использование данных о производительности проектируемого изделия для корректировки расчета эксплуатационных расходов |
| 5 | Использование данных о производительности проектируемого изделия для расчета удельных капитальных затрат на потребление и базовое изделие | Использование данных о производительности проектируемого изделия для расчета удельных капитальных затрат на потребление и базовое изделие |
| 6 | Запреты на подготовку производственных проектируемого изделия рассчитаны | Использование данных о затратах на подготовку производства для расчета абсолютности проектируемого изделия |
| 7 | Сравнительный анализ основных конструктивных, эксплуатационных и других показателей проектируемого изделия, а также стоимостных и зарубежных изделий аналогичного назначения | Сравнительный анализ основных конструктивных, эксплуатационных и других показателей проектируемого изделия, а также стоимостных и зарубежных изделий аналогичного назначения |
| 8 | Капитальные затраты потребителей, связанные использованием проектируемого изделия, рассчитаны | Использование данных о капитальных затратах потребителей, связанных использованием проектируемого изделия для расчета верхнего предела оптовой цены. То же, для расчета удельных капитальных затрат на потребление |
| 9 | Исходные данные для расчета абсолютности проектируемого изделия получены | Расчет абсолютности проектируемого изделия |
| 10 | ТЭП по базовому изделию подобраны | Определение показателя унификации базового изделия. Расчет производительности базового изделия. Получение данных об абсолютности базового изделия. Получение исходных данных для расчета эксплуатационных расходов по базовому изделию |
| 11 | Исходные данные для сравнительного анализа показателей унификации проектируемого и базового изделий получены | Сравнительный анализ полученных показателей унификации проектируемого и базового изделий |

Продолжение табл. 14

| Код объекта | Событие | Работа |
|-------------|---|--|
| 10 | Средняя стоимость проектируемого изделия рассчитана | Расчет нижнего предела оптовой цены проектируемого изделия |
| 11 | Средняя стоимость базового изделия скорректирована | Расчет или корректировка оптовой цены базового изделия |
| 12 | Оптовая цена базового изделия рассчитана или скорректирована | Использование данных об оптовой цене базового изделия для расчета эксплуатационных расходов. Расчет удельных капитальных затрат на потребление и базовое изделие. Использование данных об оптовой цене проектируемого изделия |
| 13 | Предварительный расчет эксплуатационных расходов по проектируемому изделию выполнен | Использование данных об эксплуатационных расходах по проектируемому изделию для расчета верхнего предела оптовой цены. То же, для их корректировки |
| 14 | Верхний предел оптовой цены проектируемого изделия рассчитан | Использование верхнего предела оптовой цены для расчета удельного эксплуатационного эффекта, подлежащего распределению между производителем и потребителем. Расчет конечной цены проектируемого изделия |
| 15 | Удельный экономический эффект, подлежащий распределению между производителем и потребителем, определен | Расчет оптовой цены проектируемого изделия |
| 16 | Оптовая цена проектируемого изделия найдена | Использование данных об оптовой цене проектируемого изделия для корректировки величин эксплуатационных расходов |
| 17 | Исходные данные для расчета удельных капитальных затрат на потребление по проектируемому изделию получены | Расчет удельных капитальных затрат на потребление по проектируемому изделию |
| 18 | Исходные данные для расчета удельных эксплуатационных расходов по проектируемому изделию получены | Расчет удельных эксплуатационных расходов по проектируемому изделию |
| 19 | Исходные данные для расчета удельных производственных затрат и эксплуатационных проектируемого изделия получены | Расчет удельных производственных затрат при эксплуатации проектируемого изделия. Использование данных об удельных эксплуатационных расходах и удельных капитальных затратах на потребление в проектируемом изделии для расчета срока окупаемости |
| 20 | Исходные данные для расчета годового экономического эффекта от внедрения проектируемого изделия получены | Расчет годового экономического эффекта от внедрения проектируемого изделия |

Продолжение табл. 14

| Код объекта | Ссылка | Работа |
|-------------|--|--|
| 21 | Исходные данные для расчета срока окупаемости долгосрочных капиталоинтенсивных потребностей | Расчет срока окупаемости долгосрочных капиталоинтенсивных потребностей |
| 22 | Исходные данные для вычисления эффективности проектируемого объекта и принятия решений по нему | Выход из экономической эффективности проектируемого объекта и принятие решений |

Таблица 15. Примерная структура себестоимости судовой гонимой лодки

| Статья расходов | Удельный вес затрат, % |
|---|------------------------|
| Сырье и материалы | 11,6 |
| Вспомогательные материалы | 1,2 |
| Полученные полуфабрикаты и услуги | 17,3 |
| Топливо и энергия для технологических целей | 8,5 |
| Полученные собственные производств | 19,9 |
| Основная заработная плата производственных рабочих | 9,6 |
| Дополнительная заработная плата | 0,9 |
| Отчисления на социальное страхование | 1,4 |
| Расходы на подготовку и освоение производства | 1,4 |
| Износ инструментов и приспособлений цехового назначения | 0,6 |
| Специальные расходы | 13,9 |
| Штатные расходы | 10,4 |
| Общепроизводственные расходы | 8,9 |
| Прочие расходы | 3,2 |
| Производственная себестоимость | 100 |

Таблица 16. Структура себестоимости приходами турбин, % полной себестоимости

| Статья расходов | Итого, тыс. руб. | | | |
|--|------------------|------|------|------|
| | 4 | 6 | 12 | 15 |
| Сырье и материалы | 19,8 | 13,7 | 13,8 | 15,1 |
| Полученные полуфабрикаты собственного производства | 18,9 | 18,4 | 20,4 | 13,5 |
| Полученные полуфабрикаты | 11,9 | 13,1 | 10,7 | 12,1 |
| Основная заработная плата производственных рабочих | 5,4 | 7,5 | 8,3 | 9,7 |
| Расходы на подготовку и освоение производства | 3,1 | 4,7 | 2,2 | 3,1 |
| Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | 14,0 | 13,2 | 13,3 | 14,3 |
| Штатные расходы | 7,2 | 5,8 | 3,8 | 7,7 |
| Общепроизводственные расходы | 16,1 | 12,7 | 14,4 | 17,0 |
| Прочие расходы | 7,5 | 9,9 | 7,3 | 6,8 |
| Производственная себестоимость | 99,8 | 97,8 | 99,8 | 99,7 |
| Внепроизводственные расходы | 0,2 | 2,2 | 0,2 | 0,3 |
| Полная себестоимость | 100 | 100 | 100 | 100 |

Таблица 17. Примерная структура себестоимости водотурбинных газодизельных турбогенераторов, % полной себестоимости

| Статья расходов | Тип турбогенератора | |
|---|---------------------|----------|
| | КВТ НК-1 | КВТ НК-1 |
| Материалы и полуфабрикаты собственного производства | 44,8 | 23 |
| Полученные комплектующие изделия | 14,3 | 16,6 |
| Основная заработная плата производственных рабочих | 7,3 | 9,8 |
| Штатные, общепроизводственные расходы, расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, дополнительные заработная плата, отчисления на социальное страхование | 28,9 | 46,1 |
| Прочие расходы | 6,8 | 0,6 |
| Внепроизводственные расходы | 3,9 | 3,5 |
| Полная себестоимость | 100 | 100 |

Таблица 18. Примерная структура стоимости конструктивных элементов реакторов типа ЯЭУ

| Классификация элементов | Доля стоимости ЯЭУ, % |
|----------------------------------|-----------------------|
| ЯЭУ с ВВРД | |
| Активная зона | 16,6 |
| Кернел-реактора (ядра) | 3,3 |
| Перегородки (дыки) | 4,1 |
| Компенсатор давления (двигатель) | 8,8 |
| ГТН (насосы) | 7 |
| СУЗ реактора | 2 |
| Остальной оборудования | 66,2 |
| Итого | 100 |

Одноконтурная ЯЭУ с ВВРК-1 мощностью 22 тыс. кВт

| | |
|---|------|
| Активная зона | 43,5 |
| Кернел-реактора (ядра) | 2,8 |
| Циркуляционные насосы | 1,6 |
| Арматура с приводами | 3,4 |
| Оборудование реактора | 3,1 |
| Вспомогательная энергия | 1,6 |
| Турбогенераторы, электромеханические | 22,5 |
| Ходовые резервуары Д | 5,5 |
| Вспомогательные механизмы | 6,2 |
| Трубопроводы, насосы, теплообменники, теплообменники аппараты | 11,5 |
| Вспомогательные ПГ | 2,8 |
| Прочие оборудование | 0,6 |
| Итого | 100 |

| Конструктивный элемент | Долговечность КЗР, % |
|--|----------------------|
| Двухконтурный КЗУ с ВВРД | |
| Реактор с комплектом теплообменников кипалек, спиральной СЭЗ и система (два) | 6,5 |
| Активная зона (два) | 43 |
| ГТЗА (один) | 9 |
| Турбогенераторы (два) | 9,5 |
| Парогенераторы с трубчатой системой из стали (один) | 11 |
| Насосы | 7,5 |
| Холодильники, опараторы, нагреватели | 2,5 |
| Компрессоры | 2 |
| Фильтры | 2 |
| Прочие оборудование | 7 |
| Итого | 100 |

Примечания: КЗУ — ядерный энергетический установка; ВВРД — водо-водяной реактор давления; ГТЗА — газовый турбокомпримированный агрегат; СЭЗ — система управления ядерной энергией; ВВРК — водо-водяной реактор энергии; ГТЗА — газовый турбокомпримированный агрегат

Таблица 19. Примерная структура затрат на создание дублирующей структуры для турбомашиностроительского судна

| Наименование конструктивной группы | Удельный вес, % | |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|
| | ДВС-100 Б | ДВС-100 В |
| Дублирование внутреннего строения | 200 | 50 |
| Реактор | 16 | 10 |
| Генератор | 25 | 16 |
| Дополнительное управление и контроль | 12 | 7 |
| Остальное | 22 | 12 |
| Итого | 300 % | 100 % |

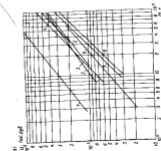


Рис. 1. Графики зависимости стоимости корпусов конструктивных элементов от массы (а) и мощности (б) — минимальная стоимость корпусов от 1 до 100 т; Б — максимум от 100 до 1000 т.
 1 — радиолокационная аппаратура; 2 — радиолокационная станция; 3 — радиолокационная станция; 4 — радиолокационная станция; 5 — радиолокационная станция; 6 — радиолокационная станция; 7 — радиолокационная станция; 8 — радиолокационная станция; 9 — радиолокационная станция; 10 — радиолокационная станция; 11 — радиолокационная станция; 12 — радиолокационная станция; 13 — радиолокационная станция; 14 — радиолокационная станция; 15 — радиолокационная станция; 16 — радиолокационная станция; 17 — радиолокационная станция; 18 — радиолокационная станция; 19 — радиолокационная станция; 20 — радиолокационная станция; 21 — радиолокационная станция; 22 — радиолокационная станция; 23 — радиолокационная станция; 24 — радиолокационная станция; 25 — радиолокационная станция; 26 — радиолокационная станция; 27 — радиолокационная станция; 28 — радиолокационная станция; 29 — радиолокационная станция; 30 — радиолокационная станция; 31 — радиолокационная станция; 32 — радиолокационная станция; 33 — радиолокационная станция; 34 — радиолокационная станция; 35 — радиолокационная станция; 36 — радиолокационная станция; 37 — радиолокационная станция; 38 — радиолокационная станция; 39 — радиолокационная станция; 40 — радиолокационная станция; 41 — радиолокационная станция; 42 — радиолокационная станция; 43 — радиолокационная станция; 44 — радиолокационная станция; 45 — радиолокационная станция; 46 — радиолокационная станция; 47 — радиолокационная станция; 48 — радиолокационная станция; 49 — радиолокационная станция; 50 — радиолокационная станция; 51 — радиолокационная станция; 52 — радиолокационная станция; 53 — радиолокационная станция; 54 — радиолокационная станция; 55 — радиолокационная станция; 56 — радиолокационная станция; 57 — радиолокационная станция; 58 — радиолокационная станция; 59 — радиолокационная станция; 60 — радиолокационная станция; 61 — радиолокационная станция; 62 — радиолокационная станция; 63 — радиолокационная станция; 64 — радиолокационная станция; 65 — радиолокационная станция; 66 — радиолокационная станция; 67 — радиолокационная станция; 68 — радиолокационная станция; 69 — радиолокационная станция; 70 — радиолокационная станция; 71 — радиолокационная станция; 72 — радиолокационная станция; 73 — радиолокационная станция; 74 — радиолокационная станция; 75 — радиолокационная станция; 76 — радиолокационная станция; 77 — радиолокационная станция; 78 — радиолокационная станция; 79 — радиолокационная станция; 80 — радиолокационная станция; 81 — радиолокационная станция; 82 — радиолокационная станция; 83 — радиолокационная станция; 84 — радиолокационная станция; 85 — радиолокационная станция; 86 — радиолокационная станция; 87 — радиолокационная станция; 88 — радиолокационная станция; 89 — радиолокационная станция; 90 — радиолокационная станция; 91 — радиолокационная станция; 92 — радиолокационная станция; 93 — радиолокационная станция; 94 — радиолокационная станция; 95 — радиолокационная станция; 96 — радиолокационная станция; 97 — радиолокационная станция; 98 — радиолокационная станция; 99 — радиолокационная станция; 100 — радиолокационная станция.

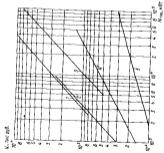


Рис. 2. График зависимости прочности ГЗУ, МПа, на валу ступи и ступицы вращающей от диаметра ГЗУ.

1 — валовый вал; 2 — фланцевый вал; 3 — вал ступицы вращающей; 4 — вал ступицы вращающей.

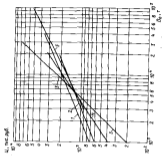


Рис. 3. График зависимости прочности стальной пружины, испытываемой в равновесии, от диаметра пружины и ступицы вращающей от диаметра пружины.

1, 2, 3 — пружины стальной, пружины стальной; 4 — пружины стальной, пружины стальной.

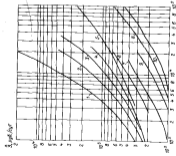


Рис. 4. График зависимости прочности стальной пружины на валу ступицы вращающей от диаметра пружины и ступицы вращающей.

1 — валовый вал; 2 — фланцевый вал; 3 — вал ступицы вращающей; 4 — вал ступицы вращающей; 5, 6 — вал ступицы вращающей.

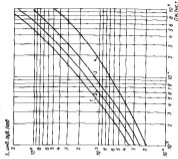


Рис. 5. График зависимости прочности стальной пружины, испытываемой в равновесии, от диаметра пружины и ступицы вращающей от диаметра пружины.

1 — валовый вал; 2 — фланцевый вал; 3 — вал ступицы вращающей; 4 — вал ступицы вращающей; 5, 6 — вал ступицы вращающей.

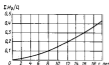


Рис. 6. Характер зависимости относительных затрат на реактор, накопленных за 1 год и переменчивой стоимости сырья от его срока службы

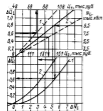


Рис. 8. Номограмма для определения относительной стоимости турбины в зависимости от ее типа и мощности и график зависимости относительного изменения цены турбины от относительного изменения ее мощности

1 — для противодавиционных турбин;
2 — для конденсационных турбин. $\Delta C_{tr} = C_{tr} - C_{tr}^0$, $\Delta C_{bo} = C_{bo} - C_{bo}^0$, $\Delta C_{fu} = C_{fu} - C_{fu}^0$, $\Delta C_{tr} = C_{tr} - C_{tr}^0$, $\Delta C_{bo} = C_{bo} - C_{bo}^0$, $\Delta C_{fu} = C_{fu} - C_{fu}^0$

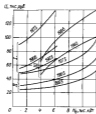


Рис. 7. График зависимостей для на турбинах различных типов (I — реакторно-циклонная; II — противодавиционная; III — конденсационная) от их эффективной мощности по данным преискуратора 1965, 1966 и 1973 гг.



Рис. 9. График зависимостей относительного изменения затрат на материалы, покупные и собственного изготовления полуфабрикаты ΔM_{tr} заработной платы ΔC_{tr} ($\Delta C_{tr} = \Delta C_{tr} + \Delta C_{tr}^0$) и их суммы ΔC_{tr} от относительного изменения мощности противодавиционных турбин



Рис. 10. Зависимость стоимости собственного изготовления оборудования турбингенераторов от их мощности.

ΔM_{tr} — стоимость собственного изготовления оборудования, ΔC_{tr} — стоимость заработной платы турбин, ΔC_{tr}^0 — стоимость собственного изготовления оборудования на турбине мощности



Рис. 11. График зависимости относительной стоимости изготовления реактора от относительных значений технико-экономических параметров и их комбинаций при базисных $F_1 = 283 \text{ кг/с}$, $M_1 = 8808 \text{ кг}$; $C_1 = 19315 \text{ руб}$; $F_2 = 320 \text{ кг/с}$; $Q_2 = 32,5 \text{ кг/с}$; $\bar{c} = 0,05$; $F_3 = (F + M)/2$ (— — — — — теоретический вариант)

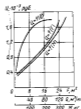


Рис. 12. График зависимости стоимости окислительной массы от их плотности, содержания F , производительности Q и массы M



Рис. 13. График зависимости относительной стоимости производства УК от относительных масс и плотности затрат при базисных $C_1 = 1952 \text{ руб}$, $M_1 = 1,48 \text{ т}$; $F_1 = 17,3 \text{ кг/с}$

1 — $C = C_{tr}/Q$; 2 — $C = C_{bo}/Q$



Рис. 14. Зависимость относительной толщины судовой арматурных двоялой (400–950 аб/мин) от их скорости [44]

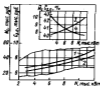


Рис. 15. График зависимости состава сплава от скорости судна M , Z и $C_{2,3}$ (2, 4) от их скорости

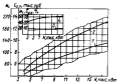


Рис. 16. Зависимость составов сплава от скорости судна M , Z и $C_{2,3}$ (2, 4) от их скорости

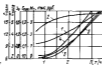


Рис. 17. Зависимость отдельных составов сплава от их скорости судна

I — скорость вращения вала двигателя; M_1, Z — масса металла в конструкции; $C_{2,3}$ — масса металла в конструкции; $V_{суд}$ — скорость судна; $V_{дв}$ — скорость вращения вала двигателя; $V_{дв}$ — скорость вращения вала двигателя; $V_{дв}$ — скорость вращения вала двигателя.

1. Леман В. И. Плав. собр. стр. Т. 4, 565 с.
2. КИСС. Сплав (2), 1986; Москва, М.: Политехстат, 1986, 352 с.
3. Анисимов А. И. Наука — знания — технологии. М.: Земельство, 1986, 384 с.
4. Вербовый Н. В., Дудинко В. Г. О толщине стальной корпусной конструкции/Суудоствроен. 1986, № 1, С. 41–42.
5. Вербовый Н. В. Коэффициент-боловой метод строительства/Вопр. земельство. 1986, № 8, С. 14–21.
6. Вербовый Н. В., Дудинко В. Г. Экономический анализ при проектировании судов внутреннего плавания, Л.: Суудоствроен, 1979, 134 с.
7. Вербовый Н. В., Мертвицкий Е. В. Оценка затрат на создание ССУ: Учеб. пособие. Л.: ЛКИ, 1986, 84 с.
8. Вербовый Н. В. Оптимизация затрат прочности корпусной конструкции с учетом их влияния на показатели экономической эффективности судна/Вопр. суудоствроен. Сер. 1. Проектирование судов, 1984, Вып. 40, С. 3–31.
9. Вербовый Н. В. Проблемы оптимизации судовой корпусной конструкции. 1983, № 2, С. 5–4.
10. Вербовый Н. В., Яворский С. Д. Прочность и работоспособность корпусной конструкции. Л.: Суудоствроен, 1972, 264 с.
11. Вербовый Н. В., Кривошеин В. И., Мельникова Ю. Ф. Работоспособность конструктивно упрощенных судов внутреннего плавания судовой корпусной конструкции. науч.-тех. конф. по повышению надежности и эксплуатационной надежности судовых конструкций. Владивосток: Пример. краевой НТО им. акад. П. П. Крылова, 1981, С. 87–91.
12. Вербовый Н. В. Экономические основы в судостроительном производстве. Л.: Суудоствроен, 1984, 273 с.
13. Вербовый Н. В., Сырцов А. Г. Оценка эффективности применения тяжелых толщин в судовой корпусной конструкции/Тр. ин-та комплексных транспортных проблем. М. 1983, 145 с.
14. Васильев А. Л. Вопросы проектирования корпусной конструкции судна: Учеб. пособие. Вып. 3. ЛКИ, 1974, 145 с.
15. Он же. Модульное судостроение. М.: Знание, 1982, 64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. Транспорт, № 8).
16. Он же. Стандартизация в судостроении. Л.: Суудоствроен, 1978, 156 с.
17. Васильев А. Л., Любушкин И. Д. О надежности надежности и теплопроводности корпусной конструкции/Материалы 7-й Науч. экон. конф. по повышению и эксплуатационной надежности судовых конструкций. Владивосток: Пример. краевой НТО им. акад. А. Н. Крылова, 1987, С. 225–231.
18. Васильев А. Л., Любушкин И. Д., Александров Г. П. Основные этапы решения проблемы стандартизации судового корпуса/Модульное судостроение и стандартизация Тр. ЛКИ, Л., ЛКИ, 1986, С. 18–28.

13. Сравнительная методика определения относительной цены на рынке машиностроительного производства. Промышленно-технический институт Уполномоченного. 1987. Эксплуатационная газета. 1987. № 51.
14. Гайдаров М. Н., Бураев А. С., Зыбинин М. И. Проектирование и надежность корпусов судов. Л.: Судостроение, 1978. 216 с.
15. Гайдаров Курен Д. Н. Экономико-инженерный расчеты в машиностроении. М.: Машиностроение, 1986. 284 с.
16. Гайдаров Курен Д. Н., Иванов К. Ф. Выбор варианта изготовления изделий и коэффициенты затрат. 2-е изд. Л.: Машиностроение, 1973. 156 с.
17. Гармашев А. Д. Прогнозирование результатов стандартизации/Материалы судовостроения и стандартизации. Тр. ЛКИ, 1980. С. 29-38.
18. Гавриш М. К. Технологическая конструкция корпуса верфей судов. Л.: Судостроение, 1984. 296 с.
19. Голышев В. А., Карасюк В. И. Оценка производственной экологичности корпусов судов внутреннего плаванья/Судостроение. 1987. № 8. С. 38-41.
20. Гривин Е. А. Функционально-стоимостной анализ и его использование в промышленности зарубежных стран. М.: Информлекстр, 1971. 39 с.
21. Громов Е. А., Салтыков В. П. Применение функционально-стоимостного анализа в промышленности ФРГ. М.: Информлекстр, 1973. 30 с.
22. Давид Дж. К. Инженерия и стоимостное проектирование (Современные методы проектного анализа). Пер. с англ. М.: Мир, 1976. 174 с.
23. Дорин В. С., Соколов В. Л. Распределение задач между членами и 98М при автоматизированном проектировании корпусов судов/Материалы по обмену опытом/ИТО Судостр., 1977. Вып. 253. С. 92-94.
24. Евразов И. В., Краев В. И., Косинцев М. М. Технико-экономическая целесообразность использования различных типов топлив и топливных масел в судовых малооборотных двигателях внутреннего сгорания. М.: ЦНИИ ИМФ, 1983. С. 14-28.
25. Ефимов К. А., Львов Д. С. Эффективность новой техники. М.: Экономика, 1978. 142 с.
26. Живоротов Ю. С. Создать человека! М.: Мол. гвардия, 1987. 221 с.
27. Живоротов И. М., Воронцов Ю. Ю. Методы определения себестоимости корпусов судов при их проектировании. Л.: Судостроение, 1978. 110 с.
28. Иванов Д. И., Лобушин Н. П. Методы выбора рационального варианта проектного решения по совокупности технико-экономических показателей/Экономика, организация и управление судостроительного производства. Тр. ЛКИ. Л.: ЛКИ, 1978. С. 36-38.
29. Инструкция по определению экономической эффективности новой техники, поощряемой государственным заказом, изобретений и рационализаторских предложений в области подводной лодки. М.: ВНИИ проектного оборудования МВД СССР, 1980. С.
30. Инструкция по определению экономической эффективности новых верфей судов. РД 31.33.02 - 82. Л.: ИМФ, 1983. 89 с.
31. Карачыбинко К. С., Давыдов Б. В. Экономика и организация производства в дальневосточном проектно-машинностроительном факультете. Л.: ЛКИ, 1973. 136 с.
32. Карпов А. В. Проектирование форм судов с плоскопанельной и разветвленной поверхностью. Учеб. пособие Горький ГТУ, 1977. 74 с.
33. Козловский В. А. и др. Эффективность управляемых работниками производств/В. А. Козловский, Э. А. Келомедя, В. Ш. Макаров. Л.: Машиностроение, 1985. 224 с.
34. Козловский В. В. Выбор варианта технико-экономического обоснования конструктивной транспортной судовой/Судостроение. 1979. № 7. С. 13-15.
35. Косинцев Д. А. Исследования факторов, влияющих на экономическую эффективность автоматизации производственных процессов на морских транспортных судах/Тр. ЦНИИИМФ флота. 1985. Вып. 184. С. 79-93.
36. Косинцев В. Г., Кузнецов С. Г., Пинин М. А. Оценка технико-экономических и эксплуатационных выдтов. М.: Машиностроение, 1986. 168 с.
37. Кочетков В. И. Роль плановой цены в интенсификации социалистическим производством. Киев: Наук. думка, 1983. 228 с.
38. Краев В. В. Экономическое обоснование при проектировании верфей судов. 2-е изд. Л.: Судостроение, 1981. 289 с.
39. Краев В. И., Ступин О. К., Ломовин Э. Л. Экономическое обоснование при проектировании верфей транспортных судов. Л.: Судостроение, 1977. 293 с.
40. Лавыгин В. Л. Анализ использования элементов флотов речного флота и наработка показателя эффективности капитальных вложений/Тр. ЦНИИИМФ, 1982. Вып. 162. С. 3-12.
41. Лавыгин В. И. Системный анализ экономических процессов на транспорте. М.: Транспорт, 1986. 248 с.
42. Лавыгин С. И. Транспортные суда будущего. Пути развития. Л.: Судостроение, 1976. 174 с.
43. Лавыгин С. П., Толмачев М. И. Методы калькуляции в судостроении. Л.: Судостроение, 1981. 188 с.
44. Лебманов Е. А., Паровик В. Д. Сравнение металлоемкости судов путем применения комплексных методов затрат от верфей/Судостроение. 1986. № 1. С. 38-40.
45. Лебманов Н. П. Экономическая оценка технико-экономической эффективности судов/Судостроение. 1987. № 11. С. 12-14.
46. Он же. Предпосылки стандартизации узлов корпусных конструкций/Тр. ЛКИ, 1977. Вып. 138. - С. 115-118.
47. Он же. Проблемы экономической оценки теплоемкости корпусных конструкций/Материалы по обмену опытом/ИТО Судостр., 1977. Вып. 252. С. 100-103.
48. Он же. Экономическая эффективность проектных решений в судостроении. Л.: Судостроение, 1982. 112 с.
49. Лебманов Н. П., Уваров В. Г. Развитие интенсификации проекта производства (на примере судостроительных предприятий)/Ускорения и углубление интенсификации производства на предприятиях/Науч. ред. Н. И. Третьяков. Горький: Волго-Ветский эк. ин-т, 1987. С. 125-142.
50. Мельдр Г. И., Третьяков Н. И. Эффективность. М.: Машиностроение, 1976. 144 с.
51. Мельдрович В. И., Рыбников Г. А. Методика производственной функционально-стоимостного анализа/Экономика и организация производства. 1973. № 7. С. 141-155.
52. Мельдрович В. И. и др. О функциональном подходе к структуре конструкций на предприятиях/В. И. Мельдрович, Т. А. Рыбников, Л. И. Маслова, П. П. Смирнов/Экономика/Стандарты и качество. 1975. № 8. С. 42-45.
53. Мельдрович В. И., Зайнов А. И. Качество и стоимость судов. Л.: ЦНИИ "Рубин", 1984. 78 с.
54. Мельдрович Г. М. Экономические проблемы развития транспорта как отрасли инфраструктуры. М.: Знание, 1981. 64 с.
55. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: Экономика, 1977. 45 с.
56. Методы определения конструкций на выработку и анализ уровня экономической эффективности изделий машиностроения и приборостроения. М.: Изд-во стандартов, 1973. 96 с.
57. Методика оценки уровня металлоемкости корпусов верфей транспортных судов/ЦНИИ им. акад. А. И. Крылова. 1985. Вып. 2133. 13 с.
58. Методика подбора убытков, причиняемых государству нарушением обязательств по контрактам. М.: ВНИИМир/экономика СССР, 1980. 83 с.
59. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса. М.: ГИИТ, АН СССР, 1988. 17 с.

66. Математические методы для проведения исследований в области отраслей промышленности по определению оптимальных выбросов вредных веществ на единицу продукции. М.: Госстанд СССР, 1978. С. 24.
67. Михайлов В. С., Филев Е. П. Основное направление экономии материалов в судостроении//Судостроение, 1982. № 4. С. 47-49.
68. Мильков Н. К. Функционально-стоимостный анализ в машиностроении. М.: Машиностроение, 1987. 320 с.
69. Мучник В. С., Голдов Э. Б. Экономические проблемы совершенного научно-технического прогресса. Новосибирск: Наука, 1984. 383 с.
70. Мухомов Ю. И., Малозов И. М. Выбор и оптимизация высокоэкономичных показателей машины при разработке техникоэкономического задания. М.: Машиностроение, 1987. 152 с.
71. Народное хозяйство СССР за 70 лет: Юбилейный очерк. М.: Госстатиздатов СССР. М.: Физматлит и статиздат, 1987. 766 с.
72. Нурбаев А. А. Введение в теорию обоснования проектных решений. Л.: Судостроение, 1978. 223 с.
73. Он же. Судостроение — XXI век. Л.: Судостроение, 1988. 348 с.
74. Опыт в совершенной математической экономике//Опыт. ред. С. М. Ивнина. М.: Наука, 1987. 136 с.
75. Научные основы прогрессивной техники и технологии/Т. И. Марчук, Н. В. Орловский, Л. И. Славя и др. М.: Машиностроение, 1986. 276 с.
76. Нурбаев А. М. Выбор размеров стальной корпуса судна: Учеб. пособие. Ташкент: ГИИ, 1983. 88 с.
77. Нурбаев А. М. Металл века. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1987. 308 с.
78. Нурбаев А. А., Пухляцкий Б. М. Ценообразование в судостроительной промышленности. Л.: Судостроение, 1983. 126 с.
79. Определение цен и нормативов затрат продукции на отдельные типы судов на начальном этапе проектирования параметрическими методами. Методика 1980/1-97-84-84. Л.: ЦНИИ „Луг“, 1984. 35 с.
80. Организационно-техническое проектирование ГЭС/В. О. Азбег, А. В. Зенковский, В. В. Зенковский и др. Под общ. ред. С. П. Митрофанова. Л.: Машиностроение, 1986. 294 с.
81. Отраслевая методика определения экономической эффективности построения транспортных и обслуживающих судов на проектирующей Министерств речного флота РСФСР. М.: МРФ, 1986. 112 с.
82. Оценка эффективности мероприятий НТП в судостроительной промышленности: Методические рекомендации (временные) 1990/12-129-М-88. — Л.: ЦНИИ „Луг“, 1989. 50 с.
83. Ошанин В. М. Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983. 286 с.
84. Давиденко Л. Д. Технико-экономическая эффективность многоэтапного и регулируемого устройств. Киев: Техника, 1965. 302 с.
85. Половинкин А. И. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
86. Правила конструирования корпусов транзитных судов: РД 5.76.012-83. Введ. 1.07.83/ЦНИИ НИИ анд. А. И. Крылова. Л. 1983. 257 с.
87. Применение в проектировании корпусов транзитных судов техники речевого сопоставительного переработки и задания условий переработки набора/Методические указания 74-0094-115-85/ЦНИИ ТС. Л.: 1986. 29 с.
88. Добрянский А. С. Определение экономической эффективности судов новых типов в условиях неполноты исходной информации//Тр. ЦНИИ экономики и информатики водного транспорта. 1979. Вып. 142. С. 54-66.
89. Добрянский В. В., Волонкин Г. М. Работы и анализ системы деталей в оборочном слесарно-рабочем корпусе судна//Судостроение, 1985. № 7. С. 26-31.
90. Пленко Р. И. Технико-экономическая эффективность автоматизации судовой цифровой программируемости. М.: Наука, 1977. 112 с.
91. Ракельский К. Л. Повышение эффективности судовых энергетических установок при проектировании. Л.: Судостроение, 1979. 76 с.
92. Рабко Л. И. Предельное нормальное состояние кнута//Тр. ДЛН, 1968. Вып. XII. С. 111-113.
93. Савельев О. И. Эффективность повышения надежности корпуса речных судов. М.: Транспорт, 1981. 151 с.
94. Савельев Н. И. Уроки жизни. М.: Политиздат, 1988. 350 с.
95. Справочник по идентификации//Сост.: А. М. Матвеев, В. Г. Славинский, А. Н. Рузан, В. И. Турбин. Под ред. Н. Т. Глушкова. М.: Экономика, 1985. 400 с.
96. Стандартизация и унификация в судостроении: Учеб. пособие/В. А. Подскалкин, Ю. П. Гармашев, Е. Н. Улановский, А. П. Фельд. Л.: Судостроение, 1987. 248 с.
97. Стриган А. П., Козлов А. А. Назначение берма при унифицировании и параметризации корпусов/Вопросы машиностроения, 1974. № 12. С. 23-28.
98. Трубилин Н. И. Экономические проектирования машин. Ташкент: Волго-Восточная кн. изд-во, 1986. 343 с.
99. Турбин В. И., Шенков В. С., Шумилов В. М. Проектирование обшивки движителей кораблей транзитных судов. Л.: Судостроение, 1983. 304 с.
100. Фидельс А. К. Технико-экономический анализ соединений машин. Минск: Выш. шк., 1976. 72 с.
101. Филатов А. И. Технико-экономическая эффективность использования тяжелого топлива в транспортных двигателях. М.: Транспорт, 1978. 136 с.
102. Фостер Р. Обоснование производства: отбрасывая измерения. Пер. англ. М.: Прогресс, 1987. 272 с.
103. Хамзаев Т. Т. Интенсификация использования материальных ресурсов//Вопросы экономики, 1982. № 10. С. 25-26.
104. Кейман С. А. Организационно-структурные факторы экономического роста//ЭКО, 1988. № 6. С. 32-52.
105. Холмова В. И. Проектирование и эксплуатация судовых машин. Л.: Судостроение, 1984. 216 с.
106. Цой Л. Г., Бойченко А. А. Математическая модель движения судна во льдах под проекцией ледокола//Тр. ЕННН Морфлота, 1983. Вып. 285. С. 95-99.
107. Чепухин Л. Т. Проекториточность морских судов. Л.: Судостроение, 1978. 256 с.
108. Чумаков В. С. Системный подход при анализе прочности и проектировании корпусов конструкций//Проблемы прочности судов (Системный подход к расчету и проектированию корпусов конструкций)/Ташкент. В. С. Чумаковского. Л.: Судостроение, 1978. 368 с.
109. Шапкин Ю. А. О выборе границ для работностей при проектировании стандартных типов коммерческих судов/Сб. статей по судостроению. Л.: Судостроение, 1954. С. 218-225.
110. Экономические проблемы качества в США. М.: НИИОЭН, 1974. 51 с.
111. Яббаров Ф. Л., Садыков О. Р. Надежность судовых энергетических установок. Л.: Судостроение, 1974. 279 с.
112. Juvajy W. Die Ermittlung der Herstellungskosten für die technökonomische Aufgabenstellung zur Projektierung von Turbinen. Bericht: Wissenschaftliche Zeitschrift der W. Universität, 1982.
113. Jordan O. P., Wood W. S. Structural Details Failure Series//Proc. 30th Ann. offshore Technol. Conf. Houston, 1977. Dallas, 1978. 230 p.
114. Nobile S., Nappi, Benedi W. Wau and Christopher J. Werhlich. The "Na frame" Concept. Its impact on shipyard cost//Naval engineeringjournal. Mar. 1984. P. 218-232.

- А**
Амортизация
 норма 36, 31, 34, 64, 186, 124
 сумма отчислений 62, 64, 123, 126, 130, 134, 143
- Б**
Базовая точка
 метод
- Базовый вариант**
 выбор 26, 129, 194
 индексация 18
- В**
Внедренные факторы 29
 возвратные отходы 47
 восстановительная стоимость 29
- Д**
 Доход 36, 131
- З**
Закономерности изменения законодательной эффективности судов 59, 72, 91, 92
 Залог транзитный 27
Заработная плата
 расходы 48
 доплатительная 48
 основная 48
 тарифный фонд 48, 185
- И**
 Индекс цен 60, 113, 117, 118, 119
- К**
Калькуляционные себестоимости продукции 46, 53
Капитальные вложения
 прямые 27, 113
 сопутствующие 27, 131
 срок окупаемости 71
- Контрагентские поставки и работы** 45, 47, 37
Коэффициент проведения вариантов в сопоставимый вид по долговечности 39
 по фактору времени 38
 по целевой отдачи 29
Коэффициент разнородности базовой продукции 39
Коэффициент учета целевого эффекта 40, 41
Критерий количественной эффективности 18, 26, 37, 63, 71
- М**
Материальность
 тенденции изменения 56
Методы расчета цены на суда и ихловые агрегаты 43
 балловой 43
 по группам конструктивной разбивки 53, 55
 по калькуляционным статьям расходов 44
 разностного анализа 43
 удаленных показателей 42
- Н**
Надежность «
 влияние на эффективность 184
 показатели оценки 183
Новые материалы 97
Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений 26, 33
- О**
Оборотные средства 27
Опосредственная цена 113, 203, 203
Опосредственный эксплуатационный параметр 112, 202, 203
Отчисления на социальное страхование 48

- П**
Показатели эффективности проектных решений 37
 основные 38
 технические 37
 экологические 34
 экономоические 38
Подкупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и детали комплектационными предприятиями 47
Полуфабрикаты собственного производства 47
Плата за трудовые ресурсы 182
Плата за флотом 182
Прибыль 46, 95, 134
Применение вариантов в сопоставимый вид 28, 109
Приведенные затраты 26, 27, 129
- Р**
Расходы
 внепроизводственные 52
 индекс инвентурности и приспособленности целевого назначения и прочие специальные расходы 46, 58
 материалоемко-стоимостное соотношение 63, 67
 на капитальные 63, 68
 на подгонку и освоение производства 45, 48
 на содержание и эксплуатацию оборудования 45, 48
 на топливо 63, 66, 130
 общедомовые 45, 51
 содержание экипажа 62, 63, 65, 130
 транспортные 62
 экипаже 45
 эксплуатационные 61, 62, 138
Расход 66, 133
Рентабельность обмена 65
- С**
Себестоимость изделий 53, 196, 197, 198
Стандартизация корпусных конструкций
 пригодности 101
 эффективность 104
- Т**
Тарифная ставка 48, 71, 185
Угнетенный уровень и качество судна 22
Уникальность
 организации работ 175
 обработки 168

- Уникальность**
 оценка 169
 расчет показателя 171
- У**
Углы вращающихся
 вертикальный киль и стрелок 79
 кренные соединения 46
 переключные балки главного надстройки и переборки главной севой 80
 стандартизации 101, 179
Угрюмость выбранного решения 118
Ущерб 142, 185
- Ф**
Финансовый результат 69
Формы корпуса судна 82
Функционально-стоимостный анализ
 методика проведения 177
 организационные работы 178
 сутьность 175
- Ц**
Целевая отдача судна 29
Цена верного проекта 113
 договорная 41
 лимитная 38, 113, 134
 погонная отлова 42
 проектная 39
 теоретическая минимальная 63
 элементов конструктивной разбивки 54, 159, 200
- Ч**
Численность экипажа 64, 113, 134
Число валовых выходов 71, 145
- Э**
Экономическая безразличность 17
Экономическая конкурентоспособность 17
Экономическая оптимальность 17
Экономический эффект
 затратные вложения 26, 33
 результативная инвестиция 35
 затратный 26
Экономическое проектирование 19
Экономичность конструкций 13
Эффект качества продукции 29
Эффект социальный 33, 40
Эффект экологический 40