**Введение**

При проведении мероприятий по разработке маршевого реактивного двигателя на первом этапе его создания рассматривают несколько конструктивных вариантов, наиболее полно удовлетворяющих требованиям ТЗ.

Если это касается разработчиков всего комплекса изделий, то необходимо рассматривать ряд схемных решений с точки зрения структуры разрабатываемого объекта: системы измерения, принципа управления, применения различных видов топлив, типа воспламенения, методики пересчета и определения конечных зависимостей и параметров. [31]

Выбрав конструктивное исполнение, систему измерения, методику расчета, дают технико-экономическую оценку изделия в целом и отдельных его элементов. Сравнительный технико-экономический анализ выдвигает как обязательное требование обоснованное приведение рассматриваемых вариантов техники к сопоставимому виду. Речь идет обычно о необходимости приведения сравниваемых изделий по эксплуатационно-техническим параметрам (мощность, производительность, габаритные характеристики, комплекс задач и операции, показатели по качеству – надежность, долговечность и т.д.).

В выпускной квалификационной работе рассматривается разработка маршевого РДТТ, предназначенного для модульного удлиненного заряда разминирования.

Особенности обоснования затрат на разработку изделия.

При оценке затрат на разработку РДТТ необходимо исходить не из традиционного подхода – численности разработчиков и сроков возможного окончания работ, а из необходимого объема огневой стендовой отработки и, следовательно, количества испытываемых изделий, темпа нарастания коэффициента их использования при испытаниях и определения производственной базы (заводов и стендов).

Как показывает опыт, основные затраты при создании ракетных двигателей определяются не затратами на этап проектирования и изготовления головного образца, а количеством необходимых изделий и испытаний каждого изделия для подтверждения заданных требований по ТЗ – специфическая особенность высоконапряженных энергетических машин.

Для РДТТ к исходу отработки обеспечивается максимально достижимая для современного уровня развития техники и технологии надежность, гарантирующая безопасность обслуживающего персонала и заданную вероятность решения целевой задачи, для которой создается изделие. В нашем случае, ограничимся определением затрат на проектирование, изготовление образцов и отработку РДТТ.

**3.1 Исходные данные для проведения расчета затрат на создание РДТТ**

Для определения затрат на разработку и проведения испытаний до этапа сдачи заказчику РДТТ необходимо рассчитать затраты, связанные с:

* разработкой проектной и конструкторской документацией;
* ее последующим освоением по результатам технологического освоения и доводки;
* подготовкой производства по всему циклу (создание технологической документации, чертежей на оснастку и инструмент);
* изготовлением первых партий РДТТ;
* проведением ОСИ;
* отработки РДТТ с подтверждением заданных характеристик и точности, соответствующих требованиям ТЗ применительно к задачам дальнейшего использования.

Выполнение данных проектно-экономических расчетов представляет собой систему прогнозируемых оценок на базе опытно-статических данных, накопленных к настоящему времени в проектных организациях и в промышленности, при условии окончания этапа проектирования.

Для выполнения работ по расчету затрат на создание РДТТ необходимо иметь два массива ИД: технические характеристики изделия и проект графика разработки с указанием сроков выполнения работ.

Таблица 1.1. Технические характеристики изделия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Габариты изделия | Длина, мм, не более | 1546 |
| Диаметр, мм, не более | 160 |
| Диаметр критического сечения, мм | | 14,25 |
| Давление в камере сгорания, МПа | | 17,66 |
| Давление на срезе сопла, МПа | | 0,01 |
| Тип топлива | | Баллиститное |
| Полное номинальное время работы, с | | 4,5…5,5 |

**3.2 Основные этапы НИОКР**

Проведение экономического расчета начинается с определения основных этапов работ, связанных с проектированием двигателя. В перечень этих этапов входят:

1. фундаментальные поисковые научно-исследовательские работы;
2. техническое предложение (аванпроект);
3. разработка технического задания;
4. эскизное проектирование;
5. техническое проектирование;
6. подготовка стендовой установки;
7. рабочий проект;
8. изготовление опытных образцов;
9. конструкторско-доводочные ОСИ опытных образцов;
10. корректировка конструкторской документации;
11. изготовление натурных образцов;
12. натурные испытания;
13. подготовка серийного производства.

Стоимость разработки нового двигателя будет определена этими этапами. График работ представлен в таблице 1.

Таблица 1.1. План работ по разработке двигателя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапа | Месяцы | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| ФПНИР |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Техническое предложение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разработка ТЗ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Эскизное проектирование |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Техническое проектирование |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подготовка стенда |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочий проект |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Изготовление опытных образцов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОСИ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Корректировка РКД |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Изготовление натурных образцов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Натурные испытания |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подготовка производства |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**3.3 Сетевая модель**

Для начала следует установить зависимость между этапами (таблица 1.1)

Таблица 1.1 Основные события и работы проекта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Событие | Код работы | Работа | Трудоемкость | |
| чел/дни | чел/час |
| Начало работ | 0-1 | ФПНИР | 20 | 160 |
| Окончание НИР | 1-2 | Аванпроект | 20 | 160 |
| Подготовка аванпроекта | 2-3 | Разработка ТЗ | 20 | 160 |
| 2-4 | Эскизное проетирование | 40 | 320 |
| Подготовка ТЗ | 3-5 | Техническое проектирование | 40 | 320 |
| Начало подготовки стенда | 4-6 | Подготовка стенда | 40 | 320 |
| Окончание технического проектирования | 5-6 | Рабочий проект | 40 | 320 |
| Готовность рабочего проекта | 6-7 | Изготовление опытных образцов | 80 | 640 |
| 6-8 | ОСИ | 80 | 640 |
| 6-9 | Корректировка РКД | 100 | 800 |
| Готовность опытных образцов | 7-9 | Изготовление натурных образцов | 20 | 160 |
| Получение результатов ОСИ | 8-9 | - | - | - |
| Подготовка натурных образцов | 9-10 | Натурные испытания | 20 | 160 |
| Окончание проектирования | 10-11 | Подготовка производства | 60 | 480 |
| Окончание работ | - | - | - | - |

**1.1 Определение числа исполнителей**

Для проектирования двигателя, изготовления опытных образцов, их отработки и запуска двигателя в производство понадобятся три вида специалистов: конструкторы, технологи и испытатели.

Занятость в течение проекта распределена следующим образом:

* 12 месяцев для конструкторов, что соответствует занятости от момента начала работ до окончания корректировки РКД;
* 10 месяцев для технологов, что соответствует занятости от момента начала разработки рабочего проекта до завершения всех испытаний;
* 8 месяцев для испытателей, что соответствует занятости от момента подготовки стенда, до завершения всех испытаний.

При этом численность персонала будет следующей: по одному конструктору и технологу и два испытателя.

**1.1 Затраты на проект**

**1.1.1 Затраты на проектирование**

Заработная плата:

Будем считать, что на проектирование данного двигателя необходимо оплачивать работу, опираясь на величину недельного оклада и занятости:

где приравнивается полному времени занятости работника в проекте, а соответствует окладу работника за неделю.

Увеличение оплаты за счет удержания подоходного налога:

Используя вышеописанные соотношения и зная численность работников следует рассчитать для каждого величину оплаты его труда.

Таблицца 1.1 Заработная плата работников

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Должность | Численность, чел. | Мес. оклад, руб. | Занятость, нед. | Оклад, руб. | Зарплата, руб. |
| 1 | Конструктор | 1 | 60 000 | 48 | 720 000 | 813 600 |
| 2 | Технолог | 1 | 50 000 | 10 | 500 000 | 565 000 |
| 3 | Испытатель | 2 | 52 000 | 30 | 780 000 | 881 400 |

Дополнительная заработная плата:

Отчисления с заработной платы:

Суммарные затраты на заработную плату:

Для всех работников в сумме:

Затраты на оборудование:

Для работы инженерам понадобятся персональные компьютеры (ПК), на которых будут производиться расчетные операции и выпуск КД. Допустим, что есть необходимость приобретения данного оборудования, тогда стоимость подходящего по техническим характеристикам ПК составит 120 000 руб. Так же для печати всей документации понадобится принтер и плоттер стоимостью 14 000 руб. и 80 000 руб. соответственно.

Таблица 1.1 Стоимость оборудования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сотрудники | Оборудование | Кол-во | Срок аренды, дни | Аренда, руб/день |
| Конструктор и технолог | Компьютер | 2 | покупка |  |
| Принтер | 1 | покупка |  |
| Плоттер | 1 | покупка |  |

Общая сумма затрат на оборудование:

Затраты на вспомогательное ПО:

Расчет стоимости вспомогательного ПО производится с условием установки на два персональных компьютера.

Таблица 1.1 Стоимость программного обеспечения

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Стоимость, руб. |
| Microsoft Windows 10 | 14 199 |
| Microsoft Office Standard 2016 | 5 199 |
| Mathcad Professional – Individual | 79 800 |
| Аскон КОМПАС-3D V18 | 157 000 |
| БД InterMech Search | 890€ |

Стоимость 1 лицензии СУБД InterMech Search – 890 €. В соответствии с курсом ЦБРФ на 04.2019 – 63 774 руб.

Суммарные затраты на ПО для двух компьютеров:

Затраты на организацию рабочих мест:

Из расчета, что на одного человека необходима площадь 6 кв.м. был произведен поиск по арендуемым помещениям в пределах г. Москва. (ссылка на ЦИАН)

Таблица 1.1 Арендуемые рабочие места

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Район | Площадь, м. кв. | Стоимость, руб./мес. |
| ст. м. Волжская | 12,5 | 14 000 |
| ст.м. Шоссе Энтузиастов | 12 | 12 000 |
| ст. м. Перово | 12 | 12 500 |
| ст. м. Минская | 12 | 22 008 |
| ст. м. Беговая | 12 | 18 000 |
| ст. м. Дубровка | 12,5 | 12 500 |

Выбираем вариант ст. м. Дубровка, географическое расположение и транспортная доступность (станции метрополитена и МЦК) которого обеспечат доступность для сотрудников, в то время как стоимость аренды снижает накладные расходы.

Накладные расходы:

Предполагаем, что накладные расходы составят 80% от заработной платы:

Определение суммарных затрат на проектирование:

.

Структура затрат проиллюстрирована на диаграмме рис.1

Рис .1