

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

*Н. И. МОРЕНКОВ, Г. Е. МАЗОВА, О. А. КУЗЬМИЧЕВА*

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ  
И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ  
НА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ  
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института  
в качестве учебного пособия*

Моренков Н. И., Мазова Г. Е., Кузьмичева О. А. *Технико-экономические расчеты и планирование работ на испытательных станциях авиационных двигателей: Учебное пособие.* — Куйбышев: КуАИ, 1985. — 48 с.

В пособии изложены вопросы и порядок технико-экономического обоснования и оперативно-календарного планирования работ на испытательных станциях серийных заводов.

Пособие предназначено студентам специальностей 0537, 1610 для выполнения ими дипломных проектов.

Ил. 4. Табл. 31. Библиогр. 4 назв.

Рецензенты: к. т. н. Г. З. Заров,  
к. э. н. Л. С. Меламедова

---

## ВВЕДЕНИЕ

Двигатели в процессе эксплуатации должны бесперебойно выполнять свои функции в течение всего заданного ресурса при различных внешних условиях (высота, скорость полета, температура, влажность воздуха и др.). Самопроизвольная остановка двигателя недопустима, так как это может привести к нарушению полета летательного аппарата и, возможно, к непоправимым последствиям. Таким образом, одним из основных факторов, характеризующих работу двигателя, является его надежность.

Решающая роль в обеспечении надежности принадлежит испытаниям авиационных двигателей. Испытание авиационных двигателей является довольно трудоемким этапом, требующим значительных затрат. Снижение себестоимости испытаний двигателей, повышение экономической эффективности испытаний зависит от многих факторов, в том числе от трудоемкости испытаний, которая может быть снижена путем применения передовых форм организации труда и планирования, дистанционного регулирования агрегатов, введения автоматической записи параметров и их обработки на ЭВМ, совмещения операций и т. д. Все это обуславливает определенные требования к экономическим расчетам, планированию, организации и анализу результатов проведения испытаний.

В настоящем пособии излагается системный подход к решению ряда вышеуказанных вопросов, касающихся испытаний двигателей.

---

# *1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ*

## *1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ*

Испытательная станция предназначается для проведения всех видов серийных, доводочных, опытных и других испытаний двигателей.

Основной задачей испытательной станции является окончательная отработка и испытание всех систем, агрегатов, оборудования и всего двигателя в целом на соответствие его нормам технических условий и регламентирующей документации. Условия испытаний должны быть максимально приближены к эксплуатационным с обеспечением безопасности работ, противопожарной безопасности, шумоглушения и необходимой вентиляции.

Испытания двигателей проводятся по утвержденным главным конструктором программам, согласованным с заказчиком или с действующей технологической документацией. Все работы проводятся под руководством ведущих инженеров по испытаниям двигателей.

Серийный двигатель считается прошедшим испытания и готовым к эксплуатации после приемки его БТК и заказчиком.

Укрупненная схема организации проведения испытаний первых образцов двигателей и других специальных испытаний приведена на рис. 1.

## *1.2. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИИ ДВИГАТЕЛЯ*

Для двигателей, запускаемых в серийное производство, разработчик выдает полный комплект конструкторской документации, включая основные данные, высотные скоростные характеристики (ВСХ), техническое описание, инструкцию по эксплуатации и т. д.

При выполнении дипломных проектов дается краткое описание испытуемого двигателя, основные технико-экономические характеристики, технология, программа проведения и замеряе-

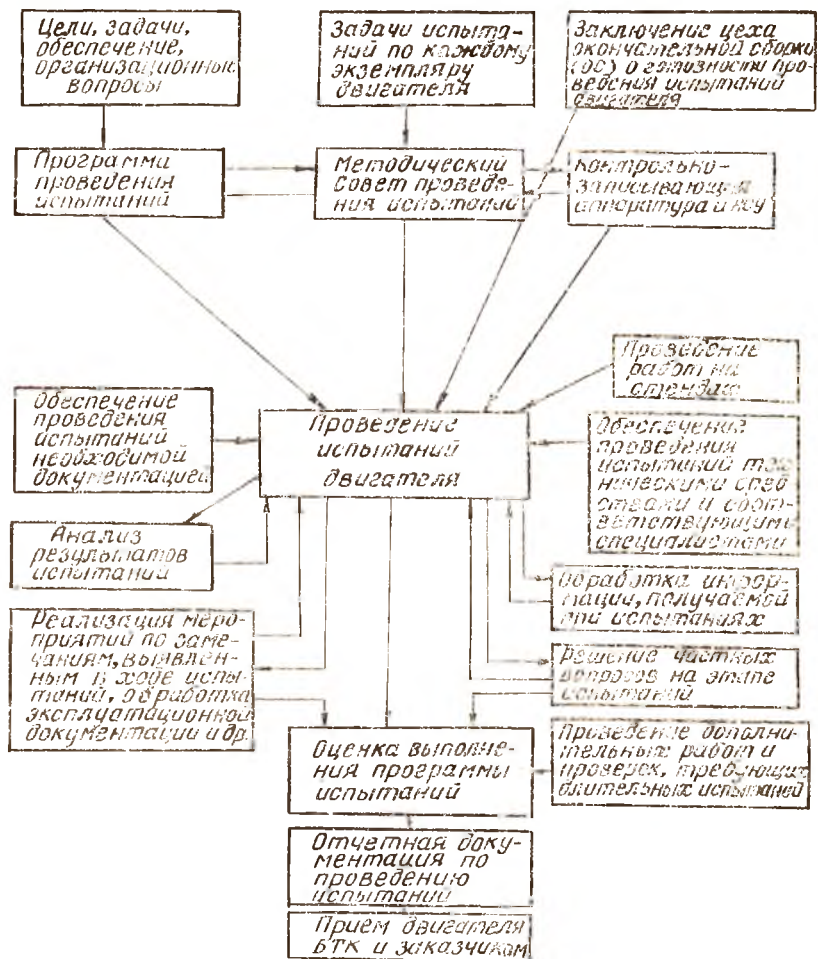


Рис. 1. Укрупненная схема организации проведения испытаний двигателя

мые параметры испытаний (табл. 1), а также перечень применяемой контрольно-записывающей аппаратуры (КЗА).

На основании этой документации составляется техническое задание на проектирование стенда (станции), проектируется стенд (станция), составляется технологическая и вся другая документация, необходимая для проведения испытаний.

Таблица 1

## Замеряемые параметры при испытании двигателя

Параметры	Единицы измерения	Значения параметров
Тип двигателя		
Тяга двигателя	даН	
Мощность двигателя	кВт	
Частота вращения роторов и воздушных винтов		
Расход топлива	кг/ч	
Температура воздуха на входе в двигатель	К	
Температура воздуха на выходе из компрессора	К	
Расход воздуха	кг/с	
Температура газа перед турбиной	К	
Температура газа за турбиной	К	
Барометрическое давление у земли	кПа	
Давление воздуха на входе в двигатель	кПа	
Давление воздуха на выходе из компрессора	кПа	
Давление газа в реактивном сопле двигателя	кПа	
Давление топлива перед подкачивающим насосом	кПа	
Давление топлива перед форсунками	кПа	
Температура масла на входе в двигатель	К	
Температура масла на выходе из двигателя	К	
Теплоотдача в масло	кДж/мин	
Давление масла в нагнетающей магистрали двигателя	кПа	
Прокачка масла	кг/мин	
Расход масла	кг/ч	
Положение рычага управления двигателя	град	
Положение створок реактивного сопла (площадь сопла)	м <sup>2</sup>	
Вибрация корпуса двигателя	мм/с	

### 1.3. ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ

Серийные авиационные двигатели подлежат следующим видам испытаний:

- сдаточным;
- контрольным;
- совмещенным сдаточно-контрольным испытаниям;
- периодическим (комиссионным);
- технологическим;
- специальным.

Каждый серийный авиационный двигатель, изготовленный и собранный по чертежам главного конструктора и в соответствии с техническими условиями, должен пройти сдаточные и контрольные испытания или совмещенные сдаточно-контрольные испытания.

Сдаточные испытания предусматривают:

- проверку соответствия параметров двигателя техническим условиям качества изготовления и сборки двигателя;
- проведение приработки деталей и агрегатов, комплектующих двигатель, с загрузкой приводов летательного аппарата;
- отладку работы двигателя по режимам и наработку по времени на режимах;

оценку соответствия основных данных двигателя заданным техническим условиям и программе испытаний.

Контрольные испытания предусматривают:

- проверку соответствия техническим условиям повторной (после проведения сдаточных испытаний) сборки двигателя;
- проведение приработки деталей и агрегатов, комплектующих двигатель;

отладку и проверку регулировки двигателя и соответствие его параметров и характеристик заданным техническим условиям;

подтверждение соответствия основных данных двигателя заданным техническим условиям.

Совмещенные сдаточно-контрольные испытания (СКИ). Сдаточные и контрольные испытания проводятся отдельно в период освоения двигателя в серийном производстве, когда выпуск их значительно меньше величины, на которую рассчитывается испытательная станция.

Экономически и технически целесообразно после освоения двигателя сделать переход от отдельных сдаточных и контрольных испытаний к совмещенным сдаточно-контрольным испытаниям. Тогда для расчета испытательной станции принимается трудоемкость СКИ. Объем СКИ, как правило, соответствует объему первоначальных контрольных испытаний, увеличенному на 5—10%.

Периодические испытания предусматривают:  
проверку стабильности технологического процесса;  
проверку качества выпускаемой продукции в серийном производстве и подтверждение годности ее к эксплуатации.

Технологические испытания предусматривают:

проверку надежности и установления гарантийного, межремонтного и назначенного ресурсов деталей, узлов и агрегатов двигателя;

проверку конструктивных и технологических изменений, внесенных для усовершенствования серийного двигателя;

проверку ремонтной технологии, ремонтно-монтажного инструмента и приспособлений, изготовленных для заказчика;

проверку эффективности мероприятий, разработанных для устранения дефектов, выявленных при серийном производстве и эксплуатации двигателей;

уточнение предельных износов и зазоров ремонтных двигателей;

уточнение содержания группового комплекта для ремонта двигателя.

Специальные испытания предусматривают:

определение параметров двигателя и его элементов, периодический контроль стабильности которых предусмотрен действующей технической документацией для серийного производства;

проверку работоспособности двигателя, а также его отдельных деталей, узлов, систем и агрегатов;

выявление причин возникновения дефектов;

проверку надежности срабатывания блокирующих и защитных устройств, предусмотренных на случай возможных отказов систем и агрегатов двигателя при эксплуатации;

проверку газодинамической устойчивости двигателя;

снятие температурного поля за турбиной;

проверку на отсутствие виброгорения в форсажной камере;

проверку запасов по автоколебаниям лопаток и др.

#### *1.4. КОНТРОЛЬНО-ЗАПИСЫВАЮЩАЯ АППАРАТУРА*

Контрольно-записывающая аппаратура (КЗА) выдает необходимую информацию о состоянии контролируемого двигателя (табл. 2) и отвечает следующим требованиям:

высокая точность измерения и регистрации;

высокое быстродействие, повышенная надежность;

устойчивость к воздействию изменений окружающей среды (температура, давление и влажность);

устойчивость к воздействию перегрузок;

малые габариты и масса;

устойчивость к воздействию электромагнитных полей и радиации.

Выбор контрольно-записывающей аппаратуры для проведения конкретных испытаний или испытаний нового образца двигателя может быть спланирован по следующей схеме (рис. 2).

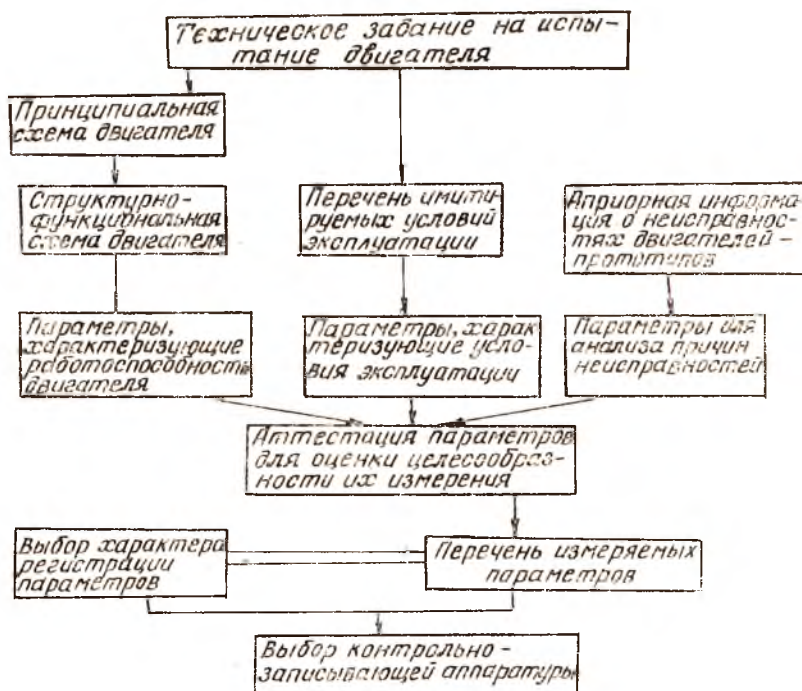


Рис. 2. Схема выбора КЗА при проведении испытаний нового образца двигателя

Таблица 2

Примерный перечень контрольно-записывающей аппаратуры, применяемой на испытательной станции

Наименование	Стоимость, руб
Универсальный магнитно-электрический осциллограф типа К20-21	2325
Многокомпонентный осциллограф К12-21	1670
Осциллограф К10-51А	1290
Малогобаритный осциллограф К6-21А	1525

Наименование	Стоимость, руб
Термопары	от 25 до 150
Импульсные потенциометрические датчики ИПД-2	от 25 до 150
Датчики расхода топлива	от 50 до 200
Датчики давлений	от 25 до 200
Виброаппаратура	от 7060 до 9000
Тензоаппаратура «ТА-5»	8100
Блоки питания ВП-7	102
Счетчик импульсов	от 660 до 1000
Генератор типа 8НО-62	300
Шумомеры	от 375 до 500
Тягомеры	от 2050 до 4000

## 2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ

### 2.1. РУКОВОДСТВО И СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ

Руководство работой испытательной станции (ИС) осуществляется начальником испытательной станции. Административно ИС подчинена заместителю руководителя предприятия, а иногда, в отдельных случаях, Главному конструктору. Структура управления испытательной станцией показана на рис. 3.

### 2.2. ЗАДАЧИ И ОБЯЗАННОСТИ ОСНОВНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ИС

*Бригада испытаний.* Задачей бригады испытаний является качественное проведение испытаний двигателей в соответствии с ТУ и в установленные сроки.

Обязанности бригады испытаний:

- осмотр двигателя;
- монтаж и демонтаж двигателя на стенде;
- проведение всех видов испытаний с учетом программ и действующей документации;
- ведение протоколов испытаний;
- выполнение профилактических работ по стендовому оборудованию и системам;
- соблюдение правил техники безопасности и пожарной безопасности.

*Группа испытаний, КЗА и расчетчиков.* Задачи, решаемые подразделением:

- методическое руководство испытаниями и исследованиями;
- составление программ и методик для проведения испытаний;
- обработка результатов испытаний (проведение расчетов, составление графиков, отчетов и т. д.);
- машинная обработка параметров;
- тарировка, проверка и ремонт КЗА и штатной аппаратуры;
- подготовка аппаратуры к испытаниям и обслуживание ее в процессе испытаний;



монтаж схемы измерений для проведения испытаний;  
препарирование двигателя датчиками измерений и КЗА;  
участие в проведении всех видов испытаний.

*Технологическое бюро.* Задачами технологического бюро (ТБ) являются:

участие специалистов ТБ ИС в проведении испытаний;  
разработка технологических процессов;  
решение технологических вопросов, возникающих в процессе испытаний;

участие во внедрении технологического процесса, а также нового оборудования и КЗА на стендах;

совершенствование технологического процесса, КЗА и оборудования;

соблюдение технологической дисциплины;

обучение ИТР и рабочих при внедрении новых технологических процессов и специального оборудования;

выпуск необходимой документации и чертежей для изготовления нестандартного оборудования;

составление заявок на материал и оборудование.

*Электрогруппа.* Задачи электрогруппы:

обеспечение постоянной готовности и исправности всех электросистем испытуемого двигателя;

составление и сборка опытных схем препарирования двигателя;

обслуживание электросхем запуска и загрузки генераторов;

обслуживание схем питания корпуса электроэнергией, в том числе и осветительной системы;

своевременный ремонт и профилактика электроустановок обслуживания двигателя;

выполнение профилактических и регламентных работ по электросистемам двигателя и всему оборудованию.

*Бюро технического контроля (БТК).* В задачу БТК входит: контроль за качественным проведением всех видов испытаний двигателей в соответствии с ТУ, технологией, действующими инструкциями и другой регламентирующей документацией, а также сдача двигателя заказчику.

*Группа механика.* Задачи группы:

обеспечение готовности к проведению испытаний всего закрепленного за группой оборудования;

обслуживание и ремонт имеющегося стандартного и нестандартного оборудования;

наблюдение за составлением подъемно-транспортных сооружений и чалочных приспособлений;

изготовление приспособлений и устройств для проведения экспериментальных работ на двигателях и стендовом оборудовании;

содержание в надлежащем порядке станочного оборудования и обеспечение его ремонта;

обеспечение исправности вентиляционных, водяных и отопительных систем;

выполнение профилактических и регламентных работ по стендовому и другому оборудованию.

*Группа обменного пункта и инструментально-раздаточная кладовая (ИРК).* Задачи группы:

обеспечение проведения испытаний двигателя приспособлениями, материалами, инструментом и другими материалами;

приемка двигателя из монтажного цеха;

установка на двигатель технологического оборудования и демонтаж его после проведения испытаний;

отправка изделия в монтажный цех или эксплуатацию;

получение и выдача инструмента, приспособлений, материалов и спецодежды.

### 3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ИС

#### 3.1. РАСЧЕТ ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ ПО НОМЕНКЛАТУРЕ

Первым этапом технико-экономического планирования является расчет производственной программы ИС на планируемый период, а именно:

количество планируемых двигателей по видам испытаний;  
стендоемкость и трудоемкость работ по видам испытаний;  
общая трудоемкость работ ИС на планируемый период.

Количество двигателей, планируемых на испытания, можно рассчитать по следующим формулам:

сдаточные  $N_{\text{дв сд исп}} = N \cdot f_1$ ;

контрольные  $N_{\text{дв контр исп}} = N \cdot f_2$ ;

совмещенные сдаточно-контрольные  $N_{\text{дв скн}} = N \cdot f_3$ ;

периодические — один-два двигателя в квартал;

технологические  $N_{\text{дв техн исп}} = \frac{N}{100-150} \cdot f_5$ ;

специальные  $N_{\text{дв спец исп}} = (0,025 - 0,03) \cdot N \cdot f_6$ .

где  $N$  — программа выпуска двигателей в год. Она задается студенту профилирующей кафедрой или определяется по статистическим данным в зависимости от типа двигателей и предполагаемой установки его на летательный аппарат или парка эксплуатирующих самолетов;  $f_1 = 1,05-1,07$ ;  $f_2 = 1,03-1,05$ ;  $f_3 = 1,05-1,07$ ;  $f_4 = 1,01-1,02$ ;  $f_5 = 1,01-1,03$ ;  $f_6 = 1,03-1,06$  — коэффициенты повторности соответственно сдаточных, контрольных, совмещенных сдаточно-контрольных, технологических и специальных испытаний.

#### 3.2. РАСЧЕТ СТЕНДОЕМКОСТИ И ТРУДОЕМКОСТИ ИСПЫТАНИЙ

Стендоемкость всех видов испытаний можно определить по формулам:

сдаточные  $V_{\text{сд исп}} = N_{\text{дв сд исп}} t_1$ ;

контрольные  $V_{\text{контр исп}} = N_{\text{дв контр исп}} t_2$ ;

совмещенные сдаточно-контрольные  $V_{ски} = N_{дв ски} t_3$ ;

периодические  $V_{период исп} = N_{дв период исп} t_4$ ;

технологические  $V_{техн исп} = N_{дв техн исп} t_5$ ;

специальные  $V_{спец исп} = N_{дв спец исп} t_6$ ,

где  $t_1 = 6-8$ ;  $t_2 = 5-7$ ;  $t_3 = 8-10$ ;  $t_4 = 150$  и более;  $t_5 = 100-600$  и более;  $t_6 = 200$  и более — средняя продолжительность проведения соответственно сдаточных, контрольных, совмещенных сдаточно-контрольных, периодических, технологических и специальных испытаний в стендо-часах. Более точно ее можно взять по месту прохождения практики.

Годовая стендоёмкость проводимых испытаний определяется по формуле

$$V_{год} = V_{сд исп} + V_{контр исп} + V_{период исп} + V_{техн исп} + V_{спец исп}$$

или

$$V_{год} = V_{ски} + V_{период исп} + V_{техн исп} + V_{спец исп}$$

Из этих формул можно получить формулу суммарной трудоемкости (в человеко-часах)

$$\Sigma T = V_{год} \cdot r,$$

где  $r$  — количество одновременно работающих испытателей на стенде.

Количественный состав стендовых бригад зависит от программы выпуска и трудоемкости. Результаты проведенных расчетов сводятся в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Результаты испытаний

Испытания	Количество	Трудоемкость, стендо-час
Сдаточные		
Контрольные		
СКИ		
Периодические		
Технологические		
Специальные		
Итого:		Стендоёмкость программы

### 3.3. РАСЧЕТ ФОНДОВ ВРЕМЕНИ

На испытательных станциях заводов авиационной промышленности установлены следующие режимы работы:

- а) нормальные условия труда — 41-часовая рабочая неделя;
- б) вредные условия труда — 36-часовая рабочая неделя;
- в) количество недель в году — 52.

Для технико-экономического планирования ИС следует брать не режимный, а действительный (расчетный) фонд времени работы рабочих (табл. 4).

Таблица 4

*Действительный годовой фонд времени рабочих при 41-часовой рабочей неделе*

Режимный фонд времени, ч	Продолжительность отпуска, дни	Потери от режимного фонда, %	Действительный годовой фонд времени, ч
2078	15	10	1860
2078	18	11	1840
2078	21	12	1820
2078	24	13	1800

*Расчет фондов времени работы оборудования.* При расчетах фондов времени работы оборудования учитывается время нахождения оборудования в ремонте и на профилактике. При этом режимный фонд времени работы оборудования равен режимному фонду времени рабочих, помноженному на число смен работы оборудования в сутки. Действительный (расчетный) фонд времени работы оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{\text{действ об}} = \Phi_{\text{н}} m \left( 1 - \frac{K_{\text{об}}}{100} \right),$$

где  $\Phi_{\text{н}}$  — режимный (нормальный) фонд времени работы оборудования, ч;

$m$  — число смен работы оборудования;

$K_{\text{об}}$  — потери времени на ремонт и профилактику оборудования, %. Ориентировочно  $K_{\text{об}} = 10-15\%$ .

### 3.4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

Количество испытательных стендов, необходимых для проведения комплексных испытаний в течение года, можно определить так:

$$n = \frac{V_{\text{год}}}{\Phi_{\text{действ исп ст}}}$$

где  $\Phi_{\text{действ исп ст}}$  — действительный годовой фонд времени работы испытательного стенда, ст.-ч.

Количество и номенклатура вспомогательного оборудования определяется в зависимости от типа двигателей, вида испытаний и параметров испытуемых изделий. В каждом конкретном

Таблица 5

#### Перечень оборудования

Оборудование	Стоимость, руб
Двигатель-подогреватель воздуха	150 000
Калориферная установка	2 000
Газоотводное устройство	20 000
Имитатор самолетного входа	8 500
Устройство для пожаротушения	3 000
Кран-балка	5 000
Электрооборудование системы запуска и управление двигателями	4 000
Система измерений	—
Кабельная раскладка	100 000
Электроосвещение	15 000
Воздухоснабжение	1 500
Отопление, вентиляция, сантехника	20 000
Мостовой кран	5 000
Связь, сигнализация	2 000
Воздухозаборная камера	19 000
Барокамера	20 000
Выхлопная труба	2 000
Высотный диффузор	4 000
Газосборник	2 000
Смеситель воздуха	7 000
Подогреватель топлива	2 000
Измерительная и регистрирующая аппаратура	100 000—150 000
Станки и оборудование для группы механика	45 000
Другое оборудование	—

случае оно должно соответствовать требованиям технического задания и технических условий на поставку двигателей. В табл. 5 приведен примерный перечень оборудования, применяемый на ИС серийного предприятия.

### 3.5. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА ИС

Для расчета производственного персонала необходимо иметь следующие данные:

1. Программу выпуска изделий в год.
2. Трудоемкость изделия.
3. Процент неиспользованного рабочего времени.
4. Коэффициент выполнения норм.
5. Продолжительность рабочего дня.
6. Продолжительность рабочей недели.
7. Число смен.
8. Число рабочих дней.

Количество производственных (основных) рабочих (чел.) определенной профессии и разряда, занятых на нормируемых работах, определяется по формуле

$$P_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{изд}} N_{\text{зап изд}}}{\Phi_{\text{действ}} K_{\text{вн}}}$$

где  $t_{\text{изд}}$  — трудоемкость испытания изделия одного наименования в человеко-часах;

$N_{\text{зап изд}}$  — годовая программа запуска изделия данного наименования;

$\Phi_{\text{действ}}$  — действительный годовой фонд времени рабочего, ч;

$K_{\text{вн}}$  — средний коэффициент выполнения норм (принимать равным 1,1—1,2).

Результаты расчета целесообразно свести в табл. 6.

Таблица 6

Расчет количества рабочих, занятых на нормируемых работах

Профессия	Разряды				Трудоемкость работ на годовую программу, чел.-ч.	Количество рабочих	Заработная плата, руб.
	3	4	5	6			

Таким же образом определяется количество вспомогательных рабочих, занятых на нормируемых работах.

Количество производственных рабочих, занятых на ненормируемых работах, определяется по формуле:

$$P_{p'} = \frac{\Phi_{\text{действ об}} \cdot O_{\text{пр}} \cdot K_{з о}}{\Phi_{\text{действ}}},$$

где  $\Phi_{\text{действ об}}$  — действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$O_{\text{пр}}$  — принятое количество оборудования, шт;

$K_{з о}$  — коэффициент загрузки оборудования;

$\Phi_{\text{действ}}$  — действительный фонд времени рабочего, ч.

Явочное количество рабочих необходимо перевести в списочное:

$$P_{\text{сп}} = P_{p'} \left( 1 + \frac{a}{100} \right),$$

где  $a$  — процент плановых потерь времени (см. табл. 4).

Количество работающих по нормам обслуживания определяется по специальным таблицам (табл. П1, см. приложение), где предусмотрено списочное количество людей. Результаты расчетов сводятся в табл. 7.

Таблица 7

Результаты расчета

Профессия	Количество	Зарплата по тарифу, руб	Премия, %	Общая сумма заработной платы, руб

Штаты инженерно-технических работников (ИТР), конторско-счетного персонала (КСП), младшего обслуживающего персонала (МОП) ИС должны быть рассчитаны по должностям. В табл. П2, П3, П4 приложения приведены данные об их численности.

### 3.6. РАСЧЕТ ФОНДОВ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Форма оплаты труда основных производственных рабочих — повременно-премиальная по тарифной сетке для работ с особо тяжелыми и особо вредными условиями труда. Премия выплачивается по показателям премирования до 40% от основной за-

рабочей платы. Размер месячной заработной платы рабочего определяется по формуле

$$Z_{\text{м раб}} = \text{ч}_\text{ч} \text{Д}_\text{ф} \left( 1 + \frac{P_{\text{пр}}}{100} + \frac{P_{\text{доп}}}{100} \right),$$

где  $\text{ч}_\text{ч}$  — повременная часовая тарифная ставка рабочего (определяется по табл. П5 и П6);

$\text{Д}_\text{ф}$  — фактически отработанное за месяц время;

$P_{\text{пр}}$  — размер премии за выполнение показателей плана;

$P_{\text{доп}}$  — размер предусмотренных доплат (сверхурочная работа, работа в ночное время и т. д.).

Полученные данные целесообразно свести в табл. 7.

Расчет фонда заработной платы *вспомогательных рабочих и рабочих с повременной оплатой труда*. Фонд прямой заработной платы вспомогательных рабочих определяется в зависимости от их разрядов, вида оплаты труда с учетом отработанного времени.

Прямой (тарифный) фонд заработной платы рабочих-повременщиков определенной профессии, находящихся на почасовой оплате, равен:

$$Z_{\text{поч}} = P_{\text{сп}} \Phi_{\text{действ}} \text{ч}_{\text{ср}},$$

где  $P_{\text{сп}}$  — списочное количество рабочих данной профессии;

$\Phi_{\text{действ}}$  — годовой действительный фонд времени, ч;

$\text{ч}_{\text{ср}}$  — средняя часовая ставка по данной группе рабочих.

Некоторым группам вспомогательных рабочих разряды не присваиваются и труд их оплачивается по месячным должностным окладам (табл. П7). Причем на работах с вредными условиями оклады повышаются на 10%.

Таблица 8

*Штатное расписание ИТР*

Подразделение цеха	Должность	Количество	Оклад, руб	Премия, %	Общая сумма, руб

Всего ИТР по ИС:

Общий фонд заработной платы за год

*Труд ИТР, КСП, МОП* оплачивается по месячным окладам. В табл. П8 приведены должностные оклады этих категорий ра-

ботающих. Причем, на работах с вредными условиями и на горячих работах оклады повышаются на 10%.

Полученные данные целесообразно свести в табл. 8, 9, 10.

Таблица 9

*Штатное расписание КСП и МОП*

Должность	Количество	Оклад, руб	Премия, %	Общая сумма, руб

Всего КСХ и МОП:

Общий фонд зарплаты

Таблица 10

*Сводная таблица всех работающих ИС*

Категории работающих	Количество

Расчет фонда заработной платы рабочих, ИТР, КСП и МОП целесообразно свести в табл. 11.

Таблица 11

*Зарботная плата рабочих, ИТР, КСХ и МОП*

Категории работающих	Количество	Средняя зарплата, руб	Годовой фонд, руб	Годовой фонд +14,1 % страх. начисления, руб.
Производственные рабочие				
Вспомогательные ИТР				
КСХ				
МОП				

Итого:

### 3.7. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И ОБЪЕМОВ ИС

Вся площадь ИС делится на производственную, вспомогательную, складскую, административно-техническую, бытовую и пр.

При компоновке цеха *производственная площадь* определяется по нормативам удельных площадей на единицу оборудования или на одно рабочее место (табл. П9). *Вспомогательная площадь и склады*, а также *бытовые помещения и площади для инженерных служб* берутся по табл. П10—П13.

При выполнении планировки ИС производственные площади уточняются путем расстановки оборудования, а также с учетом действующих требований на ИС.

В табл. 12 приведена ориентировочная полезная площадь и кубатура одного бокса ИС с учетом подсобных, вспомогательных и складских помещений.

Таблица 12

*Ориентировочная полезная площадь и кубатура одного бокса ИС*

Тип бокса	Размеры двигателя (диаметр×длину), м	Полезная площадь, м <sup>2</sup>	Кубатура, м <sup>3</sup>
Короткий	6×4	250	1000
Укороченный	6×12	280	1200
Средний	6×18	400	1800
Удлиненный	6×24	600	2800
7-метровый	7×30	900	4200
8-метровый	8×42	1400	8000
9-метровый укороченный	9×12	470	2300
9-метровый	9×15	2200	16000
12-метровый укороченный	12×12	600	3300
12-метровый	12×54	3000	23000

Расчет площадей и объемов ИС целесообразно свести в табл. 13.

Таблица 13

## Площади и объемы ИС

Помещения	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Крытые, не крытые	Стоимость, руб.
Производственные				
Вспомогательные				
Бытовые				
Канторские				
Склады				
Другие				

Итого:

Примечание. Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> здания испытательных станций на каменном, бетонном или железобетонном фундаменте со станями из кирпичей или блоков с железобетонными или стальными конструкциями корпуса и покрытиями равна 60—80 р.

### 3.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ И ГОДОВЫХ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ

1. Укрупненно расчет стоимости здания можно производить по нормативам стоимости 1 м<sup>3</sup> здания (табл. П13).

2. Стоимость КЗА и оборудования ИС, затраты на приобретение КЗА и оборудования (см. табл. 5).

3. Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря укрупненно можно принять равной 2—3% стоимости оборудования цеха.

Таблица 14

## Основные фонды ИС и их амортизация

Наименование группы	Первоначальная стоимость, руб	Норма аморти- зации, %	Годовой амортиза- ционный фонд, руб

4. Стоимость инструмента и приспособлений, относящихся к основным фондам, при укрупненных расчетах можно принять равной 10—15% общей стоимости оборудования цеха.

Годовые амортизационные отчисления от стоимости основных фондов определяются с помощью норм, амортизационных отчислений (см. табл. 35[3]).

Результаты расчетов по основным фондам и амортизационным отчислениям от их стоимости целесообразно свести в табл. 14.

### 3.9. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

#### 1. Расчет расходов по статьям затрат.

При разработке проекта цеха расчеты себестоимости продукции целесообразно выполнять в следующем порядке: расчет затрат по статьям: «Основные материалы», «Покупные изделия» и «Возвратные отходы». Эти затраты рассчитываются на отдельные изделия, а затем суммируются по всем изделиям на годовой объем работ.

*Определение затрат на основные горюче-смазочные материалы* производится по формуле

$$Z_{\text{гсм}} = Z_{\text{т}} + Z_{\text{гд}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{с}} + Z_{\text{б}}.$$

где  $Z_{\text{т}}$  — годовые затраты на топливо,

$$Z_{\text{т}} = C_{\text{кер}} G_{\text{т}} T_{\text{ис}} N_{\text{дв}},$$

где  $C_{\text{кер}}$  — стоимость 1 т керосина, руб. Можно принять  $C = 90$  руб/т;

$G_{\text{т}}$  — часовой расход топлива на один испытуемый двигатель;

$T_{\text{ис}}$  — время испытаний, газо-час;

$N_{\text{дв}}$  — годовое количество двигателей, проходящих испытание.

При испытании двигателей больших тяг годовые затраты на топливо увеличиваются на 10—15% за счет расхода топлива на двигатели-подогреватели.

*Определение годовых затрат на гидросмесь* производится по формуле

$$Z_{\text{гд}} = G_{\text{гд}} n (12 + K) C_{\text{гд}},$$

где  $G_{\text{гд}}$  — расход гидросмеси на один насос в течение месяца;  
 $n$  — количество насосов гидросистемы;

$C_{\text{гд}}$  — стоимость 1 т АМГ-10, руб.  $C_{\text{гд}} = 290$  р.

$K$  — количество двигателей, проходящих длительное испытание.

Определение годовых затрат на масло для загрузки масляной системы стенда производится по формуле

$$Z_M = C_M (G_M \cdot T_{ис} + G_{МК} + \Delta G_M) N_{дв}.$$

где  $C_M$  — стоимость 1 т масла, руб.  $C_M = 260$  р.;

$G_M$  — часовой расход масла на один двигатель;

$G_{МК}$  — расход масла на консервацию двигателя;

$\Delta G_{МК}$  — дополнительный расход масла для заполнения системы стенда.

Годовые затраты на спирт для обслуживания системы отбора воздуха. Ориентировочно на один газо-час испытаний можно взять 100—150 г спирта. Стоимость 1 т спирта принимается равной 60 рублей.

Годовые затраты на бензин для промывки, обезжиривания узлов двигателя и коробок систем. В среднем на один испытуемый двигатель можно принять 10—15 кг бензина. Стоимость 1 т бензина принимается равной 110 рублей.

2. Определение затрат на заработную плату основных производственных рабочих. Методика и порядок расчета приведены в п. 3.6.

3. Определение затрат по статьям «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» и «Цеховые расходы».

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» учитывают амортизационные отчисления от стоимости производственного оборудования, транспортных средств цеха и ценного инструмента. Амортизационные отчисления определяются по установленным нормам амортизации (см. п. 3.8).

К статье «Цеховые расходы» относят следующие затраты: затраты и амортизацию на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений, технологического оборудования и инвентарь общецехового назначения, заработную плату аппарата управления цехом, энергию различных видов, затраты на исследования, рационализацию и изобретательство цехового характера, затраты на мероприятия по охране труда и природы. Результаты расчетов по цеховым расходам целесообразно свести в табл. 15.

Т а б л и ц а 15  
Цеховые расходы

Статьи расходов	Определение расходов, руб
Электроэнергия на производственные нужды	30 р. в год на 1 кВт/ч
Сжатый воздух	В укрупненных расчетах можно пренебречь

Статьи расходов	Определение расходов, руб
Вода для производственных нужд	$Z_v = G_v \cdot T_{исп} \cdot \eta \cdot m,$ где $G_v$ — часовой расход воды; $T_{исп}$ — время испытаний; $\eta$ — коэффициент спроса, 0,7—0,8; $m$ — число потребителей. Стоимость 1 м <sup>3</sup> воды равна 98 коп.
Заработная плата: вспомогательных рабочих ИТР МОП, служащих	См. п. 3.6
Содержание зданий, сооружений:	6—8% от стоимости здания цеха
электроэнергия для освещения пар для отопления; вода для бытовых нужд; вентиляция, канализация; расходы на содержание зданий в чистоте	1% от стоимости здания цеха
Содержание оборудования, инструмента	150 р. на одного производственного рабочего
Текущий ремонт: зданий и сооружений оборудования	3,5% от стоимости здания 3,5% от стоимости технологического оборудования
Амортизация: зданий и сооружений; оборудования инвентаря	10,2% от первоначальной стоимости 12,0% от первоначальной стоимости 10,0% от первоначальной стоимости.
Соцстрах	14,1% от полного фонда зарплаты производственных рабочих
Разные расходы: усовершенствование и изобретательство охрана труда транспортные расходы	4 р. в год на одного работающего 13,5 р. на одного рабочего в год 1% от основной заработной платы производственных рабочих
прочие расходы (оплата командировок, почтовые расходы, канцелярские товары и др.)	3% от основной заработной платы производственных рабочих
Общая сумма цеховых расходов	

Результаты расчетов по определению себестоимости испытаний целесообразно свести в табл. 16.

Т а б л и ц а 16

*Себестоимость испытаний*

Статьи калькуляции	Затраты, руб	Примечание
1. Основные материалы		Вычитаются
2. Покупные изделия и полуфабрикаты		
3. Возвратные отходы		
4. Основная (прямая) зарплата производственных рабочих		
5. Дополнительная зарплата производственных рабочих		
6. Отчисления на соцстрах от зарплаты производственных рабочих		
7. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования		
8. Цеховые расходы		
Итого: цеховая себестоимость:		

### 3.10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

1. Разработка экономической части проекта оценивается составлением основных технико-экономических показателей (табл. 17) и их анализом.

Т а б л и ц а 17

*Технико-экономические показатели работы ИС*

Показатели	Единица измерения	Значения
Годовая программа испытываемых двигателей	шт.	
Стоимость основных фондов, в том числе: зданий и сооружений оборудования	тыс. руб. »	
Количество стендов	шт.	
Среднесписочный состав работающих: производственных рабочих	чел. »	

Показатели	Единица измерения	Значения
вспомогательных	чел.	
ИТР	»	
служащих	»	
МОП	»	
Выработка на одного рабочего:		
в натуральном выражении	дв/чел	
в стоимостном выражении	руб/чел	
Выработка на одного работающего:		
в натуральном выражении	дв/чел	
в стоимостном выражении	руб/чел	
Суммарная трудоемкость испытаний всей программы	ст.-ч	
Производительность труда		
Среднемесячная зарплата одного человека:		
производственного рабочего	руб	
вспомогательного рабочего	»	
ИТР	»	
служащего	»	
МОП	»	
Себестоимость испытаний, в том числе:	»	
основные материалы	»	
зарплата производственных рабочих	»	
цеховые расходы	»	
Себестоимость испытаний одного двигателя	»	
Общая стоимость основных фондов	»	
Фондоотдача	»	
Фондовооруженность	»	
Удельный расход основных ресурсов	»	

---

#### *4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ НА НИХ*

##### *4.1. ЗНАЧЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ*

Испытательные станции могут иметь достаточно большие экономические выигрыши при модернизации оборудования. Модернизированное оборудование позволяет автоматизировать процесс испытаний как систем, так и всего изделия в целом.

Автоматизация испытаний — это одно из основных средств повышения производительности труда, улучшения качества и повышения надежности двигателей, сокращения расхода ГСМ и совершенствование организации производственного цикла испытаний.

Затраты на модернизацию и автоматизацию проведения испытаний, обеспечивающие вышеизложенные технико-экономические показатели, составляют ничтожные доли процента от того экономического эффекта, который при этом достигается.

Например. 1. По результатам наземных испытаний и записей с помощью модернизированной аппаратуры были построены дроссельные характеристики некоторых двигателей. Эти характеристики позволили постоянно контролировать рабочие параметры двигателей, следить за их сохранением в заданных пределах на протяжении всей годовой программы, при сдачных ресурсных испытаниях.

2. Используя виброаппаратуру, можно оценить состояние двигателей по изменению уровня вибрации. Это позволяет своевременно зафиксировать устойчивое увеличение вибрации и предотвратить возможные неисправности.

3. О состоянии многих узлов двигателя можно судить по результатам спектрального анализа масла. Определяя концентрации продуктов износа, содержащихся во взвешенном состоянии (железа, меди, серебра, кремния, магния и др.), удастся с большой степенью точности предугадать дефекты некоторых узлов.

Автоматизированная обработка материалов испытаний позволяет накапливать статистику и на основе изучения и анализа характера изменения параметров вести раннее прогнозирование неисправностей.

Известно, что всякое серьезное мероприятие начинается или, по крайней мере, должно начинаться с экономических расчетов. Мы попытаемся показать некоторые из них, которые нашли себе применение в практической деятельности.

#### *4.2. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА, ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ПОЛУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ИСПЫТАНИИ АВИАЦИОННЫХ ГТД*

Он основан на сравнении приведенных затрат по сбору информации одного замера и последующей ее обработки в условиях базового и проектируемого вариантов.

В этом случае годовой экономический эффект можно получить так:

$$\Delta_r = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] N_{изм}.$$

где  $C_1, C_2$  — себестоимость получения и обработки информации одного замера соответственно до и после внедрения автоматизированной системы испытаний;

$E_n = 0,33$  — нормативная сравнительная экономическая эффективность;

$N_{изм}$  — количество измерений информации;

$K_1, K_2$  — удельные капитальные вложения по сбору и обработке информации одного замера соответственно до и после внедрения автоматизации проведения испытаний.

В условиях автоматизации проведения испытаний удельные капитальные затраты складываются так:

$$K_{уд} = K_{об} + K_{мо},$$

где  $K_{об}$  — удельные капитальные затраты по сбору, обработке и получению результатов одного замера информации по программе испытаний ГТД.

$$K_{об} = \frac{K_6 \gamma}{N_{изм}},$$

где  $K_6$  — балансовая стоимость вычислительного комплекса (управляющий вычислительный комплекс, периферийные и центральные пульта управления, устройства наглядного отображения информации и т. д.);

$\gamma$  — коэффициент полезного использования техники.

$$K_6 = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \gamma_i}{N_{\text{ИЗМ}}},$$

где  $K_i$  — стоимость устройства системы  $i$ -го вида.

$K_{\text{МО}}$  — удельные капитальные затраты, приходящиеся на одно измерение информации по созданию математического обеспечения автоматизированной системы испытаний.

$$K_{\text{МО}} = \frac{Z_{\text{МО}}}{N_{\text{ИЗМ}}},$$

где  $Z_{\text{МО}}$  — суммарные затраты по созданию математического обеспечения автоматизированной системы испытаний.

#### *4.3. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ СБОРА, ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОДНОГО ЗАМЕРА ИНФОРМАЦИИ*

Он основан на определении суммы издержек, характерных для варианта технологии сбора, обработки информации и получения результатов проведения испытаний.

Себестоимость может быть определена так:  
до внедрения автоматизации испытаний

$$C_1 = Z_{\text{ЗП1}} + Z_{\text{П1}} + Z_{\text{А1}},$$

после внедрения автоматизации

$$C_2 = Z_{\text{ЗП2}} + Z_{\text{П2}} + Z_{\text{А2}} + Z_{\text{ЭВМ}};$$

где  $Z_{\text{ЗП1}}$ ,  $Z_{\text{ЗП2}}$  — затраты на заработную плату соответственно техника-расчетчика и оператора ЭВМ;

$Z_{\text{П1}}$ ,  $Z_{\text{П2}}$  — затраты на аренду помещения;

$Z_{\text{А1}}$ ,  $Z_{\text{А2}}$  — затраты на амортизацию оборудования;

$Z_{\text{ЭВМ}}$  — затраты на использование ЭВМ для решения задач по программе испытаний.

Определим составляющие себестоимости.

1. Затраты на заработную плату исполнителей:

$$Z_{\text{ЗП1}} = t_1 \cdot \text{ч}_T;$$

$$Z_{\text{ЗП2}} = t_2 \cdot \text{ч}_0;$$

где  $t_1$ ,  $t_2$  — трудоемкость выполнения операции программы испытаний по одному замеру информации соответственно по вариантам;

$ч_т, ч_о$  — часовые тарифные ставки с начислениями (премия, социальные страхования, дополнительная зарплата) соответственно техника-расчетчика и оператора ЭВМ;

$$t_1 = t_{o1} + t_{д1} = t_{o1} + ч_{д1} \cdot n_1,$$

$$t_2 = t_{o2} + t_{д2} = t_{o2} + ч_{д2} \cdot n_2,$$

где  $t_{o1}, t_{o2}$  — трудоемкость снятия и обработки информации, получения результатов по одному замеру информации соответственно по вариантам;

$t_{д1}, t_{д2}$  — трудоемкость оформления технической документации по результатам проведения испытаний соответственно по вариантам;

$ч_{д1}, ч_{д2}$  — трудоемкость оформления (норма времени) одного листа технической документации соответственно по вариантам;

$n_1, n_2$  — количество листов технической документации отчета о проведении испытаний соответственно по вариантам.

2. Затраты на аренду помещения:

$$З_{п1} = \frac{S_1 \cdot C_{S1}}{N_{изм1}};$$

$$З_{п2} = \frac{S_2 \cdot C_{S2}}{N_{изм2}},$$

где  $S_1, S_2$  — производственные площади, используемые для размещения оборудования соответственно по вариантам;

$C_{S1}, C_{S2}$  — нормативы затрат, связанных с использованием одного квадратного метра производственной площади;

$N_{изм1}, N_{изм2}$  — количество замеров информации на стенде в течение года соответственно по вариантам.

3. Затраты на амортизацию оборудования:

$$З_{a1} = \frac{K_{б1} \cdot H_a}{100 \cdot N_{изм1}},$$

$$З_{a2} = \frac{K_{б2} \cdot H_a}{100 \cdot N_{изм2}} = \frac{(K_{б1} + K_{увк}) H_a}{100 \cdot N_{изм2}},$$

где  $K_{б1}$  — балансовая стоимость оборудования по измерению снятия информации (датчики, преобразователи и т. д.);

$K_{увк}$  — балансовая стоимость управляющего вычислительного комплекса;

$N_a$  — норма годовых амортизационных отчислений.

4. Затраты на использование ЭВМ :

$$Z_{\text{эвм}} = C_{\text{эвм}} \cdot t_{\text{реш}} ,$$

где  $C_{\text{эвм}}$  — себестоимость одного часа работы ЭВМ в условиях автоматизированного процесса испытаний ;

$t_{\text{реш}}$  — время решения задач по программе испытаний,

или

$$Z_{\text{эвм}} = \frac{C_{\text{эвм}} \cdot \Phi_d}{N_{\text{изм}}} ,$$

где  $\Phi_d$  — действительный фонд времени по использованию ЭВМ для решения задач проведения испытаний в течение года :

$$\Phi_d = \Phi_{\text{пол}} \cdot \gamma ,$$

где  $\Phi_{\text{пол}}$  — полезный фонд времени работы ЭВМ в течение года;  
 $\gamma$  — коэффициент использования ЭВМ для решения задач проведения испытаний в течение года.

#### *4.4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ИСПЫТАНИЙ*

На рис. 4 показана схема взаимосвязи слагаемых эффективности, качества, надежности и совершенствования организации при введении автоматизации проведения испытаний на различных стадиях производственного цикла создания и эксплуатации двигателей.

Экономия затрат по проведению автоматизации испытаний может быть определена так :

$$\Delta Z_{\text{исп}} = Z_{\text{баз}} - Z_{\text{авт}} = C_{\text{ст ч}} (T_{\text{исп баз}} - T_{\text{исп авт}}) ,$$

где  $C_{\text{ст ч}}$  — себестоимость одного станко-часа испытаний;

$T_{\text{исп баз}}$ ,  $T_{\text{исп авт}}$  — время на проведение испытаний соответственно по базовому варианту и после автоматизации.

За базу сравнения принимается вариант действующей технологии проведения испытаний. Она предусматривает традиционные методы сбора, обработки, анализа информации и контроля процесса испытаний.

Сокращение цикла испытаний при автоматизации технологического процесса достигается путем уменьшения времени выполнения этапов, таких как:

отладки параметров и системы двигателя;  
математической обработки результатов измерений;  
режимной работы двигателя и др.

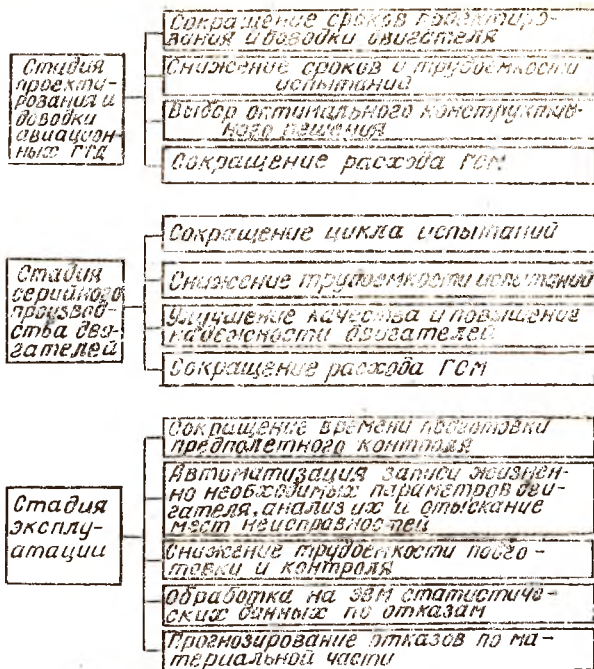


Рис. 4. Схема взаимосвязи слагаемых эффективности при введении автоматизации проведения испытаний

В табл. 18 приведены сравнительные данные по времени ручной и автоматизированной математической обработки результатов испытаний на отдельных этапах сдаточных испытаний.

Из табл. 18 видно, что объем работ (трудоемкость) уменьшился из-за сокращения времени обработки информации цикла испытаний. Автоматизация испытаний приводит и к уменьшению числа расчетчиков, прибористов и бригад испытателей. Сокращается также трудоемкость сборки двигателей, так как уменьшается число необоснованных переборок.

Другим источником экономической эффективности автоматизации испытаний является улучшение качества выпускаемых двигателей. Экономический эффект от повышения качества выпускаемых двигателей ( $\mathcal{E}_p$ ) можно оценить по изменению себестоимости часа ресурса двигателя:

$$\mathcal{E}_p = \left( \frac{C_1}{T_p} - \frac{C_2}{T_{p_1}} \right) T_n N,$$

где  $C_1, C_2$  — стоимость двигателя исходного и улучшенного качества;

$T_{p1}, T_{p2}$  — гарантийные ресурсы двигателя исходного и улучшенного качества;

$T_{н}$  — среднегодовая выработка двигателя;

$N$  — число двигателей, находящихся в эксплуатации в течение года.

Таблица 18

*Сравнительные данные по времени ручной и автоматизированной обработки результатов испытаний*

Этапы сдаточных испытаний	Время обработки информации, мин	
	вручную	автоматизированная система испытаний
Оценка характеристики	20	5
Оценка тяги	30	8
Отработка отладочной характеристики	120	17
Оценка характеристики	25	5
Оценка реверса тяги	80	10
Оценка параметров «взлетного режима»	15	3
Написания акта сдачи после проведения сдаточных испытаний	100	10
Итого:	390	58

Изменение ресурса двигателя приводит также к изменению затрат при его капитальном ремонте, которые можно оценить так:

$$\Delta C_k = \left( \frac{C_{k1}}{T_{p1}} - \frac{C_{k2}}{T_{p2}} \right) T_n N,$$

где  $C_{k1}, C_{k2}$  — затраты на капитальный ремонт двигателя соответственно исходного и улучшенного.

Следующим источником экономической эффективности автоматизации ГТД является сокращение горюче-смазочных материалов (ГСМ):

$$\Delta T_n = T_{н1} - T_{н2},$$

где  $\Delta T_n$  — уменьшение времени работы двигателя на основных режимах от сокращения потребного времени на измерение параметров, совмещение операций, а также отладки параметров;

$T_{н1}$ ,  $T_{н2}$  — время проведения испытаний соответственно до и после введения автоматизации.

Тогда  $\Delta G_T = G_{гсм} \Delta T_n$ ,

где  $\Delta G_T$  — экономия ГСМ на испытание ;

$G_{гсм}$  — часовой расход ГСМ.

Из расчетов видно, что испытательные станции могут иметь достаточно большие экономические выигрыши от модернизации оборудования.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица III

*Примерные нормы обслуживания на одного вспомогательного рабочего в цехах основного производства авиадвигательостроительных заводов (работа в две смены)*

Профессия	Цехи и численность основных рабочих							
	штамповочный		механический		сборочный		испытательный	
	200	400	200	400	300	400	100	200
Наладчики:								
многошпиндельных автоматов, уникального оборудования	5	5	5	5				
одношпиндельных автоматов, полуавтоматов, револьверных станков, прессов свыше 100 т	8	8	8	8				
простого металлорежущего оборудования и прессов до 100 т	10	10	9	9				
Слесари по обслуживанию оборудования:								
ремонтных единиц	150	180	350	350				
основных рабочих					100	120	30	40
Электромонтеры:								
установленных мощностей	350	370	300	330				
основных рабочих					80	100	30	35
Слесари по ремонту оборудования:								
ремонтных единиц	200	250	170	200				
основных рабочих					70	80	30	40
Станочники по ремонту оборудования								
	350	350	350	350				
Слесари ПРИН	45	50	60	70	80	100		
Станочники ПРИН	55	60	70	80	120	140		

Профессия	Цехи и численность основных рабочих							
	штамповочный		механический		сборочный		испытательный	
	200	400	200	400	300	400	100	200
Кладовщики ИРК	60	65	35	40	100	130	50	70
Кладовщики производственных складов	35	40	80	100	55	60	120	150
Раздатчики чертежей	100	150	100	150	100	200		200
Подготовители (распределители)	25	30	25	25	25	25	75	100
Транспортные рабочие	20	25	30	40	35	40	30	35
Уборщики цеха	55	60	45	50	45	50	25	30
Контролеры	15	15	12	14	12	14	5	5
Максимальный процент вспомогательных рабочих к числу основных рабочих	50	40	50	45	40	35	60	50

Т а б л и ц а П2

*Примерная численность ИТР в цехах основного производства авиадвигателестроительных заводов*

Подразделения	Должность	Численность основных рабочих по цехам					
		механические, штамповочные			сборочные, испытательные		
		200	400	600	200	400	
Руководство	Начальник цеха	1	1	1	1	1	
	Зам. нач. по производству	1	1	1	1	1	
	Зам. нач. по подготовке производства	—	1	1	—	1	
Производство	Ст. мастер	4 сменных мастера при 2-х сменах					
	Сменный мастер	На 20—30 рабочих					

Окончание табл. П2

Подразделения	Должность	Численность основных рабочих по цехам				
		механические, штамповочные			сборочные, испытательн.	
		200	400	600	200	400
Подготовка производства	Начальник техбюро	1	1	1	1	1
	Технолог	5	8	10	6	10
	Конструктор	—	1	2	—	2
	Инженер по инструменту	1	1	1	—	—
	Техник по инструменту	1	1	1	1	1
	Мастер ПРИН	1	1	2	—	1
	Заведующий ИРК	—	1	1	—	1
Планово-диспетчерское бюро	Начальник ПДБ	1	1	1	1	1
	Плановик	4	6	8	3	5
	Диспетчер	2	2	3	2	2
	Техник по материалам	1	1	1	—	—
Бюро труда и зарплаты	Начальник БТЗ	1	1	1	1	1
	Нормировщик	2	4	6	2	4
Экономическое бюро	Экономист	1	2	2	1	2
Группа мехашка	Механик цеха	1	1	1	1	1
	Мастер по оборудованию	1	2	2	—	—
Бюро технического контроля	Начальник БТК	1	1	1	1	1
	Ст. контрольный мастер	2—3 контрольных мастера 2—4 сменных мастера				
	Максимальный процент к числу основных рабочих	22	18	15	20	15

Таблица ПЗ

Примерная численность КСП в цехах основного производства

Подразделения цеха	Должность	Количество основных рабочих		
		200	400	600
П Д Б	Нарядчик	1	2	3
	Учетчик	1	1	2
Бухгалтерия	Ст. бухгалтер	—	1	1
	Бухгалтер	1	1	1
Подготовка производства	Архивариус	1	1	1
	Чертежник-копировщик	—	1	1
Общее обслуживание	Секретарь-машинистка	1	1	1
	Завхоз	1	1	1
	Табельщик	1	1	1
Процент к числу производственных рабочих		3	2,5	2

Таблица П4

Примерная численность МОП в цехах основного производства

Должность	Количество основных и вспомогательных рабочих		
	200	400	600
Уборщик конторских помещений	1	1	2
Гардеробщик (в смену)	1	1	2
Прочие (курьеры и др.)	—	1—2	1—2
Процент к числу основных рабочих	1,5	1	0,8

Таблица П5

Тарифные ставки рабочих-станочников при 41-часовой рабочей неделе (в копейках за один час)

Рабочие	Разряды					
	1	2	3	4	5	6
Нормальные условия труда						
Сдельщики	53,9	58,6	64,8	72,7	80,7	92,4
Повременщики	50,3	54,8	60,6	67,0	75,4	86,3
Вредные условия труда						
Сдельщики	56,6	61,6	66,2	75,4	84,9	97,1
Повременщики	53,0	57,6	63,7	70,5	79,4	90,8

Т а б л и ц а П 6

Тарифная ставка для рабочих-нестаночников (слесарей, штамповщиков, сборщиков и др.) при 41-часовой рабочей неделе с нормальными условиями труда (в копейках за один час)

Рабочие	Р а з р я д ы					
	1	2	3	4	5	6
Сдельщики	47,9	52,1	57,6	63,7	71,7	82,1
Повременщики	44,7	48,7	53,9	59,6	67,0	76,7

Т а б л и ц а П 7

Должностные оклады рабочих-повременщиков

Должности	Месячные оклады, руб
Ст. кладовщики	80—85
Кладовщики, комплектовщики	70—75
Раздатчики инструмента	70—75
Уборщики производственных помещений	70—75
Автоэлектрокарщики	75—85
Транспортные и подсобные рабочие	70
Подготовители (распределители)	70—80

Т а б л и ц а П 8

Должностные оклады ИТР, КС и МОП

Должности	Месячные ставки, руб
Начальники цехов:	
I группы (производственных рабочих 600)	200—225
II группы (производственных рабочих 300—600)	185—200
Зам. начальника цеха	175—186
Ст. мастер, ст. контрольный мастер участка:	
I группы	160—175
II группы	150—165
III группы	140—155

Д о л ж н о с т и	Месячные ставки, руб
Мастер, контрольный мастер участка:	
I группы	150—165
II группы	140—155
III группы	130—145
Начальники цеховых бюро (техбюро, ПДБ, БТЗ и др.)	160—170
Механик, энергетик цеха, нач. БЦК	160—180
Ст. инженеры всех специальностей	140—165
Инженер-конструктор I категории	165—175
Инженер-конструктор II категории, инженер-технолог I категории	155—165
Инженер-конструктор III категории, инженер-технолог II категории	145—160
Инженер-технолог III категории и инженеры всех специальностей	115—150
Ст. техник всех специальностей	90—115
Ст. бухгалтер	120—145
Бухгалтер, завхоз	90—110
Ст. табельщик, ст. машинистка	85—95
Парядчик, учетчик, архивариус, чертежник, секретарь-машинистка, табельщик	75—80
Гардеробщик, уборщики, кубовщики	70

Таблица П9

*Примерные нормативы производственной площади на единицу основного оборудования для цехов заводов авиационных двигателей (м<sup>2</sup>)*

Ц е х а	Удельная площадь для двигателей	
	легких	тяжелых
Автоматно-револьверный	8—10	10—12
Средних стальных деталей	11—12	13—16
Средних цветных деталей	14—16	18—22
Магниевых деталей	15—18	18—22
Шестерен	11—13	13—15
Лопаток турбин	14—16	15—17

Цех	Удельная площадь для двигателей	
	легких	тяжелых
Лопаток компрессора	13—15	14—16
Механосборочных корпусов компрессоров	17—22	25—28
Механосборочных роторов компрессоров	18—21	22—24
Механосборочных роторов турбин	17—21	21—23
Механосборочных сопловых аппаратов	18—21	22—25
Механосборочных форсунок	12—14	12—14
Редукторов	16—18	19—20
Агрегатов	12—14	14—17
Трубопроводов и мелких узлов	10—12	12—14
Камер сгорания	12—13	13—15
Сборки двигателя и испытаний	25—35	35—45

Примечания. 1. В удельных площадях на единицу основного оборудования учтены площади слесарных и сборочно-испытательных участков.

2. К типам легких относятся двигатели массой 2 000 кг, тяжелых — свыше 2 000 кг.

3. Нижние пределы площадей учитывать для двигателей малых габаритов, верхние — для двигателей крупных габаритов.

Таблица П10

Примерные нормативы для расчета площадей вспомогательных и складских помещений цехов (м<sup>2</sup>)

Помещения	Цех			
	механический	заготовительно-штамповочный	слесарно-сборочный	сборочный
1	2	3	4	5
Мастерская механика Станочный участок	8—10 на один станок			
Слесарный участок	Один верстак на два ремонтных слесаря. 6—8 на верстак			—
Участок для слесарей по обслуживанию оборудования и электриков	5—7 на два человека			—

## Окончание табл. П10

1	2	3	4	5
Кладовая материалов и запчастей	0,02—0,06 на 1 ремонтную единицу			
Кладовая смазочных материалов	0,03—0,05 на 1 ремонтную единицу			
Мастерская ПРИН	16—20 на станок	6—8 на каждое рабочее место		5—6 на каждое рабочее место
ИРК	0,3—0,7 на станок в осн. производстве	0,10—0,12 на одного производственного рабочего		0,15—0,25 на одного производственного рабочего
Архив чертежей	10—12	16—18	16—18	16—18
Склад приспособлений	0,1—0,3 на станок		30—60	Хранится в ИРК
Склад материалов		10—15		
Изолятор брака		10—12		
Контрольный участок	5—6 на контролера			

Таблица П11

Примерные нормы площади конторских помещений (м<sup>2</sup>)

Помещения	Число основных рабочих	
	до 300	более 300
Кабинет начальника цеха	18	20—24
Кабинет секретаря	10	12
Кабинет зам. нач. цеха	14—16	18
БТК	14—16	16—18
Кабинет секретаря парторганизации	—	12—14
Кабинет предцехкома	12	12—14
Рабочая комната цехкома	12	12
Кабинет секретаря ВЛКСМ	—	12

Таблица П12

Нормы площади бытовых помещений (м<sup>2</sup>)

Помещения	Норма	Количество работающих в смену, чел.
Гардероб с открытым способом хранения одежды	0,3—0,4 на одного рабочего	Общее количество
Гардероб с закрытым способом хранения одежды	0,6—0,7 на одного рабочего	Общее количество
Умывальные	1,0—1,2 на один кран	15
Туалет женский	2,8—3,0 на одно место	16
Туалет мужской	3,3—3,5 на одно место	30
Душевые	2,2—2,5 на кабину	15
Пункты питания	1,0 на одно место	Число мест — по числу работающих

Таблица П13

Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> здания на каменном, бетонном или железобетонном фундаментах со стенами из кирпича или блоков с железобетонными или стальными конструкциями корпуса и покрытия

Назначение здания	Характер строения	Стоимость, 1 м <sup>3</sup> , руб
Производственные	Одноэтажное со строительными объемами:	
	до 35 тыс. м <sup>3</sup>	15—17
	до 75 тыс. м <sup>3</sup>	11—13
	до 200 тыс. м <sup>3</sup>	8—10
Испытательные станции	Для моторостроительных заводов	48—50
Бытовые помещения	Для агрегатных заводов	20—24

## ЛИТЕРАТУРА

1. Саркисян С. А., Старик Д. Э. Экономика авиационной промышленности. — М.: Высшая школа, 1980. — 364 с.
2. Луарсабов К. А., Пронь Л. В., Сердюк А. В. Летные испытания жидкостных ракетных двигателей. — М.: Машиностроение, 1977. — 183 с.
3. Оглезнев Н. А. Организационно-экономические расчеты при проектировании участков и цехов авиационных предприятий: Методические указания. — Куйбышев: КуАИ, 1981. — 63 с.
4. Моренков Н. И. Технико-экономическое обоснование проектов авиационных газотурбинных двигателей самолетов. — Куйбышев: КуАИ, 1984. — 46 с.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

В в е д е н и е . . . . .	3
1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ . . . . .	4
1.1. Цели и задачи испытательной станции . . . . .	4
1.2. Подготовка к проведению испытаний двигателя . . . . .	4
1.3. Виды испытаний . . . . .	7
1.4. Контрольно-записывающая аппаратура . . . . .	8
2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТА- ТЕЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ . . . . .	11
2.1. Руководство и структура управления испытательной станцией . . . . .	11
2.2. Задачи и обязанности основных подразделений ИС . . . . .	11
3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ИС . . . . .	15
3.1. Расчет программы испытаний по номенклатуре . . . . .	15
3.2. Расчет стендоемкости и трудоемкости испытаний . . . . .	15
3.3. Расчет фондов времени . . . . .	17
3.4. Расчет количества оборудования . . . . .	18
3.5. Расчет производственного персонала ИС . . . . .	19
3.6. Расчет фондов заработной платы . . . . .	20
3.7. Расчет площадей и объемов ИС . . . . .	23
3.8. Определение стоимости основных фондов и годовых амортиза- ционных отчислений . . . . .	24
3.9. Расчет себестоимости испытаний двигателей . . . . .	25
3.10. Техничко-экономические показатели . . . . .	28
4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ МОДЕР- НИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЯ НА НИХ . . . . .	30
4.1. Значение модернизации оборудования и автоматизации испы- таний . . . . .	30
4.2. Расчет экономической эффективности автоматизации сбора, обработки данных и получения характеристик при испытании авиационных ГТД . . . . .	31
4.3. Расчет себестоимости сбора, обработки информации и получе- ние результатов одного замера информации . . . . .	32
4.4. Расчет экономической эффективности автоматизации и контроля испытаний . . . . .	34
П р и л о ж е н и е . . . . .	39
Л и т е р а т у р а . . . . .	47

Св. план, 1985, поз. 906

*Николай Иванович Моренков,  
Галина Ермолаевна Мазова,  
Ольга Александровна Кузьмичева*

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ И  
ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ НА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ  
СТАНЦИЯХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Редактор М. И. Логупова  
Техн. редактор Н. М. Каленюк  
Корректор Н. С. Курьянова

Сдано в набор 29.03.85 г. Подписано в печать 18.06.85 г.  
ЕО 00393. Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная.  
Литературная гарнитура. Высокая печать.  
Усл. п. л. 2,8. Уч.-изд. л. 3,0. Т. 500 экз.  
Заказ 318. Цена 10 к.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С. П. Королёва,  
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Типография УЭЗ КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.