

Счет, программно-логические методы контроля.	II	Ввод данных с документов разнообразного формата и структуры. Формальный и содержательный контроль данных и документов	30
	III	Ввод данных по каналам связи. Формальный и содержательный контроль данных	20
	II	Сравнительно несложные программы, реализующие алгоритмы прямого счета. Ограниченное число разрезов обработки данных. Модификация разработанного алгоритма не требуется. Наличие методов программно – логического контроля.	20
	III	Программы группировочно-расчетного характера, реализующие алгоритмы прямого расчета. Большое число разрезов обработки данных. Широкое использование методов программно - логического контроля.	30
Вывод данных, контроль вывода.	IV	Сложные алгоритмы вычислительного характера (задачи моделирования и оптимизации). Программы, объединенные в систему. Типовые программы.	56
	I	Печать документов однообразной формы и содержания. Вывод данных на технические носители	15
	II	Печать документов сложной многоуровневой структуры, разнообразной формы и содержания	25
	III	Подготовка результатов расчетов к передаче по каналам связи	20

Таблица II.9. Стандарты семейства ISO 9000, рекомендуемые для использования при проектировании и при оценке результатов

Номер стандарта	Наименование стандарта
ISO 8402	Управление качеством и обеспечение качества - Словарь
ISO 9000-1:1994	Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества – Часть 1: Руководящие указания по выбору и применению.
ISO 9000-2:1993	Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества – Часть 2: Общие руководящие указания по применению ISO 9001, ISO 9002 и ISO9003
ISO 9000-3:1991	Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества – Часть 3: Руководящие указания по применению ISO 9001 при разработке, поставке и обслуживании программного обеспечения
ISO 9000-4:1994	Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества – Часть 4: Руководство по управлению программой надежности.
ISO 9001:1994	Системы качества . Модель для обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.
ISO 9002:1994	Системы качества . Модель для обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.
ISO 9003:1994	Системы качества . Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях.
ISO 9004:1994	Общее руководство качеством и элементы системы качества.

Определение трудоемкости разработки алгоритмов и программных продуктов

Структура трудозатрат на создание алгоритмов и программных продуктов наряду с общими составляющими, представленными в табл. 3.5, может иметь свои особенности в зависимости от целевого назначения ПП и наличия различных дополнительных работ (этапов работ), связанных с выполнением общего ТЗ. В табл.3.6 представлен возможный вариант структуры трудовых затрат при разработке ПП, встраиваемых в новую технику.

Определяется трудоемкость по каждой стадии работ и суммарная трудоемкость. Расчеты сводятся по форме таблиц 3.6, 3.7.

Таблица 3.6. Структура трудовых затрат разработки алгоритмов и программных продуктов.

№ п/п	Наименование стадии (этапа) работ	Доля работ на стадии (этапе) в общем объеме работ, %
1.	Анализ предметной области	1
2.	Изучение средств разработки	2
3.	Изучение программируемой задачи	2
4.	Анализ методов решения задачи	4
5.	Составление структурной схемы алгоритма	2
6.	Технико-экономическое обоснование выбранного варианта алгоритма	4
7.	Уточнение и доработка выбранного варианта алгоритма	15
8.	Составление программы	20
9.	Отладка программы и составление документации	35
10.	Анализ работы ПП	5
11.	Испытание ПП в реальных условиях	10
	ИТОГО:	100

Таблица 3.7. Структура трудовых затрат разработки алгоритмов и программных продуктов, встраиваемых в новую технику.

№ п/п	Наименование стадии (этапа) работ	Доля работ на этапе в общем объеме работ, %
1.	Анализ исходных данных, разработка ТЗ	6
2.	Анализ ТЗ, принятие решений	5
3.	Разработка алгоритмов и ПП	6
4.	Разработка аппаратной части	14
5.	Разработка ПП	24
6.	Отладка ПП	30
7.	Изготовление аппаратной части	5
8.	Проведение эксперимента	5
9.	Создание технической документации	5
	Итого:	100

При традиционном программировании, когда каждый ПП содержит все этапы решения задач (комплексов задач), начиная с ввода исходных данных, и кончая выводом результатов, затраты труда ($t_{\text{лр т}}$) в чел.-час. определяются следующим образом:

$$t_{\text{лр т}} = t_o + t_{\text{и}} + t_A + t_K + t_{\text{от}} + t_{\text{д}} \quad (3.1)$$

где: t_o - затраты труда на подготовку описания задачи, комплекса задач;

$t_{\text{и}}$ - затраты труда на изучение и постановку задачи, комплекса задач, (п.1, 2 табл. 3.5; п.2 табл. 3.6);

$$t_{\text{и}} = Q B / 75 K \quad (3.2)$$

t_A - затраты труда на разработку алгоритма решения задачи, комплекса задач (п.3, 4, 5, 6, табл. 3.5; п.3 табл. 3.6);

$$t_A = Q / 20 K \quad (3.3)$$

t_K - затраты труда на программирование по блок-схеме (п.8 табл. 3.5, п.5 табл. 3.6);

$$t_K = Q / 10 K \quad (3.4)$$

t_{om} - затраты труда на отладку программы (п.9 табл. 3.5, п.6 табл. 3.6);

$$t_{om} = Q / 5 K \quad (3.5)$$

t_d - затраты труда на подготовку документации по ПП (п.10 табл. 3.5, п.9 табл. 3.6);

$$t_d = 1,75 Q / 15 K \quad (3.6)$$

Q - условное количество операторов (строк) в машинной программе;

$$Q = q \cdot K_c \cdot (1 + K_{kl} + K_{kn}) \quad (3.7)$$

q - количество этапов и элементарных процедур преобразования информации (вычислительных, логических и других процедур);

K_c - коэффициент сложности программы;

K_K - коэффициент коррекции, при разработке $K_K = 0,05; \dots; 0,1$;

n - количество коррекций;

K - коэффициент квалификации разработчика, программиста (см. табл. П.4 Приложения);

$B = 1,2; \dots; 3,0$ - увеличение затрат на изучение и постановку задачи вследствие ее сложности и новизны.

При использовании технологии баз данных, технологии объектного программирования, опирающихся на систему баз данных, библиотеки объектов, общая трудоемкость программирования, выраженная через параметры объектов, алгоритмов ПП и базовые трудоемкости программирования типовых процедур ($t_{пр бдо}$), определяется следующим образом:

$$t_{пр бдо} = K_{of} K_{вн} (t_{вв} q m_{вв} + t_{р} q \gamma m_{вв} m_{выв} + t_{выв} m_{выв}), \quad (3.8)$$

где K_{of} - коэффициент, учитывающий затраты на оформление эксплуатационной документации по разработанному ПП ($K_{of} \geq 1,2$);

$K_{вн}$ - коэффициент внедрения, учитывающий затраты на экспериментальные расчеты и прием ПП в эксплуатацию ($K_{вн} \geq 1,1$);

$t_{вв}$ - базовые значения трудоемкости программирования ввода сообщений из библиотек объектов, баз данных;

$t_{р}$ - базовые значения трудоемкости программирования расчетов;

$t_{выв}$ - базовые значения трудоемкости программирования вывода сообщений, форм документов;

$m_{вв}, m_{выв}$ - число соответственно вводимых и выводимых анализируемых характеристик объектов, сообщений из баз данных, форм документов;

q - коэффициент, характеризующий сложность входного контроля; если контроль локализован внутри вводимых сообщений, то $q \geq 1,0$; если контроль осуществляется перекрестно, т.е. учитываются связи между показателями разных сообщений, то $q > 2,0$;

γ - фактор, учитывающий объем обрабатываемых данных; если суммарный объем не превышает 10^3 Кбайт, то $\gamma \geq 1,0$; при превышении 10^3 Кбайт $\gamma > 2,0$;

γ - фактор, учитывающий сложность алгоритма; если алгоритм не предусматривает применение сложных численных методов, то $\gamma < 1,0$, в противном случае $\gamma > 1,0$.

Базовые значения трудоемкости зависят от квалификации программиста, уровня языка программирования, среды программирования и определяются по данным предприятия, где студент проходит преддипломную практику.

При разработке автоматизированных систем управления, таких, как АСУ экспериментальными исследованиями и испытаниями, АСУ технологическими процессами, различных систем автоматизированного проектирования техники и др., плановую трудоемкость программирования данных задач можно оценить по формуле:

$$t_{АСУ} = S_{пр} \cdot (k + p) \cdot (1 + \sum_{i=1}^n K_i) \cdot K_{доп} \cdot K_{asm} \quad (3.9)$$

где $S_{пр}$ - суммарный коэффициент сложности программы по вводу данных, их преобразованию и выводу результатов;

k - оценка квалификации персонала;

p - оценка опыта программистов;

K_K - коэффициент коррекции программы ($K_K = 0,05 \div 0,10$);

n - число изменений в программе в процессе ее разработки;

$K_{доп}$ - коэффициент дополнительных затрат времени на уточнение, согласование, координацию работ, ($K_{доп} = 0,7 \div 1,5$);

K_{asm} - коэффициент автоматизации программирования, учитывающий средства автоматизации программирования (языки и системы).

Нормативные данные для расчетов затрат труда на создание ПП в АСУ приведены в таблицах П.5 - П.8 Приложения.

Общая трудоемкость распределяется по основным этапам работ в соответствии со структурой трудовых затрат, характерной для средств программирования различных уровней.

Таблица П.4. Коэффициенты квалификации разработчиков ПП.

Стаж работы	Коэффициенты квалификации
До 2 лет	0.8
2-3 года	1.0
3-5 лет	1.1 - 1.2
5-7 лет	1.3 - 1.4
Более 7 лет	1.5 - 1.6

Таблица П.5. Коэффициенты квалификации программистов

Знание в области поставленной задачи	Коэффициент квалификации программиста в зависимости от знания языка программирования		
	детальное	общее	слабое
Профессиональное	1.0	2.7	4.1
Общее, без детального понимания поставленной задачи	1.6	4.3	6.7
Отсутствуют	2.3	5.1	10.0

Таблица П.6. Коэффициенты оценки опыта программистов.

Стаж работы	Коэффициенты оценки опыта программистов
До 3 лет	5.0
3-5 лет	4.1
5-7 лет	3.2
Более 7 лет	2.1

Таблица П.7. Коэффициенты автоматизации программирования.

Языки системы программирования			
Языки низкого уровня или машинно-ориентированные языки	Библиотеки стандартных (типовых) программ	Языки высокого уровня, процедурно-ориентированные языки	Проблемно-ориентированные языки
1.0	0.68	0.73	0.76

Таблица П.8. Коэффициенты сложности программ для ЭВМ по основным этапам машинной обработки данных.

Этап машинной обработки информации	Категория сложности программы	Краткое описание процедур обработки данных	Коэффициент сложности программы
Ввод данных, контроль.	I	Ввод данных с технических носителей. Ввод документов однообразной формы и содержания. Формальный контроль данных и документов.	10