

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»

# **СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

**УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

для студентов специальности  
1–40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»

Составление и общая редакция  
С.В.Кухты

УДК 004.41 (075.8)  
ББК 32.973.26–018 я 73  
С

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М.Л.Хейфец, доктор технических наук, профессор,  
проректор по научной работе УО «ПГУ»;  
отдел информационных технологий Новополоцкого РУПТН «Дружба»

Рекомендован к изданию методической комиссией радиотехнического факультета

**С Стандартизация и сертификация программного обеспечения:** Учеб.–метод. комплекс для студ. спец. 1–40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» / Сост. и общ. ред. С.В.Кухты. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 305 с.  
ISBN

Приведена структура изучаемого курса: темы и объем в часах лекций и практических лекционных занятий. Представлены рекомендации по организации рейтингового контроля изучения дисциплины.

Рассмотрены общие положения организации систем стандартизации, сертификации и управления качеством продукции в Республике Беларусь. Изложены процессы стандартизации и модели жизненного цикла программных средств. Описаны основные факторы, определяющие качество программных средств, и стандарты, регламентирующие жизненный цикл и характеристики качества. Приведены метрики характеристик качества программных средств и особенности измерения и оценивания характеристик качества, принципы выбора мер и шкал характеристик качества программных средств. Изложены методы оценивания характеристик качества программных средств и организация сертификации программных продуктов. Даны структура и содержание стандартов Единой Системы Программной Документации.

Представлены методические указания к практическим занятиям по курсу.

УМК предназначен для использования студентами специальностей «Программное обеспечение информационных технологий», «Вычислительные системы, комплексы и сети» по курсам «Стандартизация и сертификация программного обеспечения», «Метрология, стандартизация и сертификация программных средств». Может использоваться при подготовке программной документации и для оценки жизненного цикла и качества программных средств в курсовом и дипломном проектировании.

УДК 004.41 (075.8)  
ББК 32.973.26–018 я 73

ISBN

© Кухта С.В, сост., 2007  
© УО «ПГУ», 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Рабочая программа.....	7
Рейтинговая оценка знаний.....	11
Конспект лекций.....	14
1. Качество как экономическая категория и объект управления.....	15
1.1. Понятие качества. Предмет и задачи курса.....	15
1.2. Управление качеством как фактор успеха предприятия в конкурентной борьбе.....	18
1.3. Стандартизация в системе управления качеством.....	22
1.4. Механизм управления качеством.....	32
1.5. Стандарты ИСО серии 9000.....	33
1.6. Сертификация продукции, услуг и систем менеджмента качества.....	43
Вопросы по теме.....	52
2. Жизненный цикл программных средств.....	54
2.1. Понятие жизненного цикла.....	54
2.2. Базовый профиль жизненного цикла программных средств.....	55
2.3. Особенности стандартизации жизненного цикла программных средств.....	58
2.4. Методическая основа технологии жизненного цикла программных средств.....	60
2.5. Преимущества применения стандартов жизненного цикла.....	62
2.6. Структура профилей стандартов жизненного цикла программных средств.....	65
2.7. Стандартизация жизненного цикла программных средств.....	67
2.8. Модель жизненного цикла программного продукта.....	72
Вопросы по теме.....	83
3. Основные понятия и характеристики качества программных средств.....	85
3.1. Основные факторы, определяющие качество программных средств.....	85
3.2. Стандарты, регламентирующие характеристики качества.....	87
3.3. Метрики характеристик качества программных средств.....	91
3.4. Особенности измерения и оценивания характеристик качества.....	93
3.5. Негативные факторы, влияющие на качество.....	95
3.6. Ресурсы, ограничивающие достижимые характеристики качества.....	97
Вопросы по теме.....	99
4. Выбор мер и шкал характеристик качества программных средств.....	100
4.1. Принципы выбора характеристик качества.....	100
4.2. Выбор свойств и атрибутов качества функциональных возможностей.....	102
4.3. Выбор количественных атрибутов характеристик качества.....	112
4.4. Выбор качественных атрибутов характеристик качества.....	117
4.5. Процессы выбора и установления характеристик и мер качества в проектах программных средств.....	127
Вопросы по теме.....	131
5. Стандартизация оценивания технологических процессов жизненного цикла и характеристик качества программных средств.....	133
5.1. Оценивание уровня зрелости процессов жизненного цикла и обеспечения качества программных средств.....	133
5.2. Оценивание жизненного цикла программных средств по стандарту ISO 15504.....	140

5.3. Оценивание качества готового программного продукта по стандарту ISO 14598 .....	142
5.4. Организация и средства для оценивания качества комплексов программ.....	145
Вопросы по теме.....	153
6. Единая система программной документации.....	154
6.1. Общая характеристика еспд .....	154
6.2. Структура еспд .....	155
6.3. ГОСТ 19.101. Виды программ и программных документов.....	158
6.4. ГОСТ 19.102. Стадии разработки .....	160
6.5. ГОСТ 19.103. Обозначение программ и программных документов .....	162
6.6. ГОСТ 19.105. Общие требования к программным документам .....	164
6.7. ГОСТ 19.104. Основные надписи .....	165
6.8. ГОСТ 19.106. Требования к программным документам, выполненным печатным способом .....	169
6.9. ГОСТ 19.201. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.....	174
6.10. ГОСТ 19.202. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению .....	177
6.11. ГОСТ 19.301. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию, оформлению и контролю качества .....	179
6.12. ГОСТ 19.401. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению...	189
6.13. ГОСТ 19.402. Описание программы .....	190
6.14. ГОСТ 19.404. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.....	191
6.15. ГОСТ 19.502. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.....	192
6.16. ГОСТ 19.503. Руководство системного программиста. Требования к содержанию и оформлению .....	193
6.17. ГОСТ 19.504. Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению.....	194
6.18. ГОСТ 19.505. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.....	195
6.19. ГОСТ 19.508. Руководство по техническому обслуживанию. Требования к содержанию и оформлению .....	196
Вопросы по теме.....	197
7. Оценивание характеристик качества программных средств .....	198
7.1. Оценивание функциональных возможностей .....	198
7.2. Оценивание надежности функционирования.....	208
7.3. Оценивание эффективности использования ресурсов эвм .....	212
7.4. Оценивание практичности .....	215
7.5. Оценивание сопровождаемости.....	216
7.6. Оценивание мобильности.....	218
7.7. Оценивание качества эксплуатационной и технологической документации .....	221
7.8. Оценивание рисков в жизненном цикле .....	226
7.9. Интегральное оценивание характеристик качества.....	228
Вопросы по теме.....	232

8. Сертификация программного обеспечения .....	233
8.1. Организация сертификации программных продуктов .....	233
8.2. Документирование процессов и результатов сертификации .....	240
Вопросы по теме.....	243
Практические занятия .....	244
Практическая работа № 1. Выбор характеристик и мер качества программного средства по стандарту ISO 9126.....	245
Практическая работа № 2. Разработка технического задания на создание программного средства.....	247
Практическая работа № 3. Разработка технологической документации на программное средство .....	248
Практическая работа № 4. Разработка эксплуатационной документации на программное средство .....	249
Практическая работа № 5. Оценивание качества программного продукта по стандарту ГОСТ 28195.....	250
Словарь основных терминов .....	288
Список использованных источников .....	297
Перечень основных международных стандартов в области обеспечения жизненного цикла и качества программных средств.....	298

## ВВЕДЕНИЕ

Быстрый рост областей применения, сложности функций и масштабов комплексов программ привел к принципиальному изменению методов в этой сфере и к переходу от технологии индивидуального программирования отдельных небольших программ к коллективному созданию крупных комплексов программ инженерными методами проектирования и разработки. Накопление в мире знаний, опыта разработки и применения огромного количества различных сложных программ для ЭВМ способствовало систематизации и обобщению методов и технологий их разработки, сокращению дефектов и неопределенностей в характеристиках и качестве поставляемых и применяемых программных продуктов. Массовое создание сложных программных средств промышленными методами и большими коллективами специалистов вызвало необходимость их четкой организации, планирования работ по требуемым ресурсам, этапам и срокам реализации.

Вследствие роста сфер применения и ответственности функций, выполняемых программами, резко возросла необходимость гарантирования высокого качества программных продуктов, регламентирования и корректного формирования требований к характеристикам реальных комплексов программ и их достоверного определения. Сложность анализируемых объектов – комплексов программ и психологическая самоуверенность ряда программистов в собственной «непогрешимости» часто приводят к тому, что реальные характеристики качества функционирования программных продуктов остаются неизвестными не только для заказчиков и пользователей, но также для самих разработчиков. Отсутствие четкого декларирования в документах понятий и требуемых значений характеристик качества программных средств (ПС) вызывает конфликты между заказчиками-пользователями и разработчиками-поставщиками из-за разной трактовки одних и тех же характеристик.

Для каждого проекта ПС должны разрабатываться и применяться система качества, специальные планы и Программа, методология и инструментальные средства разработки и испытаний, обеспечивающие требуемое качество, надежность и безопасность функционирования программных продуктов. Эти методы и процессы позволяют разработчикам и заказчикам программных продуктов более корректно взаимодействовать при определении и реализации требований контрактов и технических заданий.

Основные концепции программной инженерии сконцентрировались и формализовались в целостном комплексе систематизированных международных стандартов, охватывающих и регламентирующих практически все процессы жизненного цикла сложных программных средств. Практическое применение стандартов, сосредоточивших мировой опыт создания различных типов ПС и оценки их качества, позволит получать стабильные, предсказуемые результаты и программные продукты требуемого качества, повысит экономическую эффективность технологий и процессов создания различных программных средств и систем.

Многообразие классов и видов сложных комплексов программ, обусловленное различными функциями и сферами применения систем, определяет формальные трудности, связанные с методами и процедурами доказательства соответствия создаваемых и поставляемых программных продуктов условиям контрактов, требованиям заказчиков и потребителей. Вследствие этого резко повысилась ответственность специалистов за качество результатов их труда и создаваемых программных продуктов.

На решение этих проблем направлен учебно-методический комплекс (УМК) по курсу «Стандартизация и сертификация программного обеспечения». Данный УМК включает в себя:

- рабочую программу курса «Стандартизация и сертификация программного обеспечения»,
- систему оценки знаний студентов,
- конспект лекций по темам, предусмотренным рабочей программой,
- методические указания к практическим работам,
- словарь основных терминов в области стандартизации, сертификации и управления качеством,
- перечень основных стандартов в области информационных технологий и программного обеспечения.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

*Целью курса «Стандартизация и сертификация программного обеспечения»* является изучение систем управления качеством, факторов, влияющих на их функционирование и развитие, обучение студентов правилам стандартизации жизненного цикла программных средств и их сертификации, позволяющих существенно повысить качество разрабатываемых программных средств.

*Предметом* курса является изучение параметров, определяющих потребительские свойства программного обеспечения как специфической продукции и социально–экономические и организационно–технические характеристики процессов его создания, эксплуатации (потребления), а также деятельность по совершенствованию таких свойств и процессов.

*Задачи курса «Стандартизация и сертификация программного обеспечения»:*

- определение основных понятий, характеризующих потребительские свойства программного обеспечения;
- рассмотрение критериев качества программной продукции и процессов ее разработки;
- изучение систем управления качеством программного обеспечения;
- изучение видов и особенностей контроля качества программного обеспечения;
- анализ процессов стандартизации и сертификации программного обеспечения.

В результате освоения курса студент должен:

*знать:*

- теоретические основы прогноза и управления качеством программных средств при их проектировании;
- теоретические основы оценки качества разработанных программных средств;
- метрики качества программных средств;
- правила сертификации программных продуктов;
- действующие стандарты на программное обеспечение, программную документацию и их качество;

*уметь характеризовать:*

- качество исследуемого программного средства;

*уметь анализировать:*



- результаты оценки качества исследуемого программного средства;
- соответствие исследуемого программного средства действующим стандартам;

*приобрести навыки:*

- разработки программной технологической и эксплуатационной документации;
- оценки качества программных средств по основным характеристикам качества;
- выполнения прогноза качества и управления качеством программ в процессе их разработки.

Курс «Стандартизация и сертификация программного обеспечения» охватывает широкий круг проблем и потому связан практически со всеми дисциплинами, которые преподают по специальности 1 – 40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий».

Материал курса использует знания, полученные студентами при изучении дисциплин «Основы алгоритмизации и программирования», «Конструирование программ и языки программирования», «Объектно-ориентированное программирование».

## Содержание дисциплины

Лекционные занятия:

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы	Объем часов
1	Качество как экономическая категория и объект управления	Понятие качества. Управление качеством как фактор успеха предприятия в конкурентной борьбе. Стандартизация в системе управления качеством. Категории нормативных документов. Уровни стандартизации. Механизм управления качеством. Стандарты ИСО серии 9000. Сертификация продукции, услуг и систем менеджмента качества. Национальная система сертификации. Порядок проведения работ по сертификации.	2
2	Жизненный цикл программных средств	Понятие жизненного цикла. Базовый профиль ЖЦ ПС. Особенности стандартизации ЖЦ ПС. Преимущества применения стандартов ЖЦ. Структура профилей стандартов ЖЦ ПС. Стандартизация ЖЦ ПС: стандарт ISO/IEC 12207; стандарт ISO 15504. Модели ЖЦ ПС.	2
3	Основные понятия и характеристики ка-	Основные факторы, определяющие качество ПС. Стандарты, регламентирующие характеристики качества ПС. Метрики характеристик ка-	2

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы	Объем часов
	чества программных средств	чества ПС. Особенности измерения и оценивания характеристик качества ПС. Негативные факторы, влияющие на качество ПС. Ресурсы, ограничивающие достижимые характеристики качества.	
4	Выбор мер и шкал характеристик качества программных средств	Принципы выбора характеристик качества ПС. Выбор свойств и атрибутов качества функциональных возможностей ПС: функциональная пригодность; корректность и надежность; способность к взаимодействию; защищенность. Выбор количественных атрибутов характеристик качества ПС: надежность; эффективность. Выбор качественных атрибутов характеристик качества ПС: практичность; сопровождаемость; мобильность; качество документации.	4
5	Стандартизация оценивания технологических процессов жизненного цикла и характеристик качества программных средств	Оценивание уровня зрелости процессов ЖЦ и обеспечения качества ПС. Оценивание ЖЦ ПС по стандарту ISO 15504. Оценивание качества готового программного продукта по стандарту ISO 14598. Организация и средства для оценивания качества комплексов программ.	2
6	Единая система программной документации	Общая характеристика и структура ЕСПД. Виды программ и программных документов. Требования к содержанию и оформлению основных программных документов.	1
7	Оценивание характеристик качества программных средств	Оценивание функциональных возможностей ПС. Функциональная пригодность. Оценивание надежности функционирования. Оценивание эффективности использования ресурсов ЭВМ. Оценивание практичности. Оценивание сопровождаемости. Оценивание мобильности. Оценивание качества эксплуатационной и технологической документации программных средств. Интегральное оценивание характеристик качества ПС.	3
8	Сертификация программного обеспечения	Организация сертификации программных продуктов. Документирование процессов и результатов сертификации программных продуктов.	2
		<b>Итого:</b>	<b>18</b>

## Практические работы:

№ п/п	Наименование работы	Объем часов
1	Выбор характеристик и мер качества программного средства по стандарту ISO 9126	2
2	Разработка технического задания на создание программного средства	2
3	Разработка технологической документации на программное средство: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Описание программы</li> <li>– Пояснительная записка</li> <li>– Описание применения</li> <li>– Программа и методика испытаний</li> <li>– Спецификация.</li> </ul>	6
4	Разработка эксплуатационной документации на программное средство: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Руководство системного программиста</li> <li>– Руководство программиста</li> <li>– Руководство оператора</li> <li>– Руководство по техническому обслуживанию</li> </ul>	4
5	Оценка качества программного средства по ГОСТ 28195	4
		<b>18</b>

## РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ

Текущий и итоговый контроль качества знаний студентов по дисциплине проводится в рамках рейтинговой системы. Рейтинговая оценка знаний студентов проводится по следующим позициям:

- контрольное тестирование (письменное или компьютерное) на лекциях и практических занятиях по изучаемым темам;
- результаты выполнения и защиты практических работ;
- контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме);
- итоговый контроль (зачет).

Максимальное количество баллов, которое студент может набрать за семестр, равняется 1000 (600 баллов за прохождение контрольных тестов по теоретическому материалу и 400 баллов за выполнение заданий практических работ). Студенты информируются о результатах по каждому модулю (количество набранных баллов каждым студентом).

Содержание теоретической части курса разделено на структурно-логические самостоятельные модули (темы) для обеспечения непрерывного контроля работы студента и оценки качества усвоения материала. После окончания изучения каждой темы лекций (за исключением темы 6) проводится *контрольное тестирование* для определения уровня усвоения каждым студентом материала с выставлением рейтинговой оценки по теме.

По результатам тестов тем курса можно получить следующее максимально возможное количество баллов:

Тема 1. Качество как экономическая категория и объект управления	75 баллов
Тема 2. Жизненный цикл программных средств	100 баллов
Тема 3. Основные понятия и характеристики качества программных средств	100 баллов
Тема 4. Выбор мер и шкал характеристик качества программных средств	100 баллов
Тема 5. Стандартизация оценивания технологических процессов жизненного цикла и характеристик качества программных средств	100 баллов
Тема 7. Оценивание характеристик качества программных средств	75 баллов
Тема 8. Сертификация программного обеспечения	50 баллов

Выполнение заданий *практических работ* оценивается следующим образом:

1	Анализ и установление характеристик и мер качества программного средства по стандарту ISO 9126	50 баллов
2	Разработка технического задания на создание программного средства	80 баллов
3	Разработка технологической документации на программное средство: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Описание программы</li> <li>– Пояснительная записка</li> <li>– Описание применения</li> <li>– Программа и методика испытаний</li> <li>– Спецификация.</li> </ul>	20 баллов 40 баллов 20 баллов 40 баллов 10 баллов
4	Разработка эксплуатационной документации на программное средство: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Руководство системного программиста</li> <li>– Руководство программиста</li> <li>– Руководство оператора</li> <li>– Руководство по техническому обслуживанию</li> </ul>	20 баллов 25 баллов 25 баллов 10 баллов
5	Оценка качества программного средства по ГОСТ 28195	60 баллов

По результатам защиты практической работы преподаватель имеет право уменьшить число выставляемых баллов из-за: наличия ошибок в содержании документа и его оформлении, неполного выполнения задания, заимствования или привлечения студентом сторонней помощи.

Если при прохождении планового рубежного контроля по дисциплине студент не явился на контрольную точку по неуважительной причине или не выполнил в установленный срок задание практических работ, то при проведении контроля в более поздние сроки при выставлении рейтинговой оценки вводится понижающий коэффициент 0,7.

Студент, не имеющий пропусков лекций, получает 100 поощрительных баллов.

Пропуск практического занятия по неуважительной причине приводит к штрафу в размере 50 баллов рейтинга.

Выполнение *самостоятельной работы* (подготовка реферата, выступление на студенческой конференции и т.п.) необязательно и осуществляется по желанию студента. Но за нее можно получить дополнительно 100 баллов к рейтингу.

Два раза в семестр деканатом проводится текущая *аттестация* студентов. Студент считается аттестованным, если он набрал не менее 40 % от максимально возможного рейтинга к началу недели ее проведения.

В конце семестра подводится *итоговый рейтинг* отдельно по теоретическому материалу и практическим занятиям. Итоговый рейтинг представляет собой соответственно сумму рейтинговых оценок за отдельные темы курса и индивидуальную самостоятельную работу студента, за каждую практическую работу.

*Зачет* выставляется автоматически студентам, набравшим в течение семестра не менее 450 баллов по теории и 300 баллов по практическим работам (75 %). Студенты, не набравшие данного количества баллов, сдают зачет преподавателю, проводящему лекционный курс. Зачет проводится в форме компьютерного теста по всем 8 темам курса. Необходимо ответить не менее чем на 70 % вопросов.

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

# 1. КАЧЕСТВО КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ И ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

## 1.1. Понятие качества. Предмет и задачи курса

В рыночной экономике проблема качества является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности. Качество – комплексное понятие, характеризующее эффективность всех сторон деятельности: разработка стратегии, организация производства, маркетинг и др.. Важнейшей составляющей всей системы качества является качество продукции.

В современной литературе и практике существуют различные трактовки понятия качество. Международная организация по стандартизации определяет *качество* (стандарт ИСО 8402) как совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

Требования к качеству на международном уровне определены стандартами ИСО серии 9000. Первая редакция международных стандартов ИСО серии 9000 вышла в конце 80–х годов и ознаменовала выход международной стандартизации на качественно новый уровень. Эти стандарты вторглись непосредственно в производственные процессы, сферу управления и установили четкие требования к системам обеспечения качества. Они положили начало сертификации систем качества. Возникло самостоятельное направление менеджмента – *менеджмент качества*. В настоящее время ученые и практики за рубежом связывают современные методы менеджмента качества с методологией TQM (total quality management) – всеобщим (всеохватывающим, тотальным) *менеджментом качества*.

Стандарты ИСО серии 9000 установили единый, признанный в мире подход к оценке систем качества и одновременно регламентировали отношения между производителями и потребителями продукции. Иными словами, стандарты ИСО – жесткая ориентация на потребителя. При этом речь идет о культуре производства. Качество можно представить в виде пирамиды (рис. 1.1).

Наверху пирамиды находится TQM – тотальный менеджмент качества, который предполагает высокое качество всей работы для достижения требуемого качества продукции. Прежде всего, это работа, связанная с обеспечением высокого организационно–технического уровня производства, надлежащих условий труда. *Качество работы* включает обоснованность принимаемых управленческих решений, систему планирования.



Особое значение имеет качество работы, непосредственно связанной с выпуском продукции (контроль качества технологических процессов, своевременное выявление брака). *Качество продукции* является составляющей и следствием качества работы. Здесь непосредственно оценивается качество годной продукции, мнение потребителя, анализируются рекламации.



Рис. 1.1. Пирамида качества

Для дальнейшего уточнения понятия управления качеством продукции целесообразно обратить внимание на трактовку понятия продукции и уточнить само это понятие. Продукция – комплексное понятие. Товары, работы и услуги входят в общее понятие *продукция*. Это – результат деятельности предприятия, организации, фирмы, который может быть представлен товарами, продуктами (имеющими вещественную форму) и услугами (не имеющими вещественной формы). Услуги производственного характера (ремонт и т.п.) называют *работами*. Чтобы произвести ту или иную продукцию, выполнить работу, оказать услугу, необходимо осуществить целый ряд операций, подготовительных работ. Конечное качество зависит от качества работы на каждом этапе.

Качество работы непосредственно связано с обеспечением *функционирования предприятия*. Это – качество руководства и управления (планирование, анализ, контроль). От качества планирования (разработки стратегии, системы планов т.п.) зависит достижение поставленных целей и качество предприятия.

Понятие качества формировалось под воздействием историко–производственных обстоятельств. Это обусловлено тем, что каждое общественное производство имело свои объективные требования к качеству продукции. На первых порах крупного промышленного производства проверка качества предполагала определение точности и прочности (точность размеров, прочность ткани и т.п.). Повышение сложности изделий привело к увеличению числа оцениваемых свойств. Центр тяжести сместился к комплексной проверке функциональных способностей изделия. В условиях

массового производства качество стало рассматриваться не с позиций отдельного экземпляра, а с позиций *стандарта качества* всех производимых в массовом производстве изделий.

С развитием научно–технического прогресса, следствием которого стала автоматизация производства, появились автоматические устройства для управления сложным оборудованием и другими системами. Возникло понятие “*надежность*”. Таким образом, понятие качества постоянно развивалось и уточнялось. В связи с необходимостью контроля качества были разработаны методы сбора, обработки и анализа информации о качестве. Предприятия, функционировавшие в условиях рыночной экономики, стремились организовать наблюдения за качеством в процессе производства и потребления. Упор был сделан на предупреждение дефектов.

Качество у производителя и потребителя – понятия взаимосвязанные. Производитель должен проявлять заботу о качестве в течение всего периода потребления продукта. Кроме того, он должен обеспечить необходимое послепродажное обслуживание. Особенно это важно для товаров, отличающихся сложностью эксплуатации, программных продуктов.

Качество изделия может проявляться в процессе потребления. Понятие качества продукта с позиций его соответствия требованиям потребителя сложилось именно в условиях рыночной экономики. Вместе с тем нельзя рассматривать качество изолированно с позиций производителя и потребителя. Без обеспечения технико–эксплуатационных, эксплуатационных и других параметров качества, записанных в технических условиях, не может быть осуществлена сертификация продукции.

Разнообразные физические свойства, важные для оценки качества, сконцентрированы в потребительной стоимости. Важными *свойствами для оценки качества* являются:

- технический уровень, который отражает материализацию в продукции научно–технических достижений;
- эстетический уровень, который характеризуется комплексом свойств, связанных с эстетическими ощущениями и взглядами;
- эксплуатационный уровень, связанный с технической стороной использования продукции (уход за изделием, сопровождение, ремонт и т.п.);
- техническое качество, предполагающее гармоничную увязку предполагаемых и фактических потребительных свойств в эксплуатации изделия (функциональная точность, надежность, длительность срока службы).

Качество является одной из фундаментальных категорий, определяющих образ жизни, социальную и экономическую основу для успешного

развития человека и общества. Качество – не абстрактная категория, а осязаемый каждым человеком конкретный измеритель полезности, целесообразности и эффективности любого труда. Повышение качества обязательно приводит к снижению издержек (потерь) на всех этапах жизненного цикла продукции (маркетинг – разработка – производство – потребление – утилизация), а следовательно, к снижению себестоимости, цены и повышению жизненного уровня людей.

Отсюда *цель курса «Стандартизация и сертификация программного обеспечения»* – изучение систем управления качеством, факторов, влияющих на их функционирование и развитие, обучение студентов правилам стандартизации жизненного цикла программных средств и их сертификации, позволяющих существенно повысить качество разрабатываемых программных средств.

*Предметом* курса является изучение параметров, определяющих потребительские свойства программного обеспечения как специфической продукции и социально–экономические и организационно–технические характеристики процессов его создания, эксплуатации (потребления), а также деятельность по совершенствованию таких свойств и процессов.

*Задачи курса «Стандартизация и сертификация программного обеспечения»:*

- определение основных понятий, характеризующих потребительские свойства программного обеспечения;
- рассмотрение критериев качества программной продукции и процессов ее разработки;
- изучение систем управления качеством программного обеспечения;
- изучение видов и особенностей контроля качества программного обеспечения;
- анализ процессов стандартизации и сертификации продукции.

## **1.2. Управление качеством как фактор успеха предприятия в конкурентной борьбе**

Рыночная экономика в качестве одной из важнейших характеристик включает конкуренцию между субъектами и объектами рынка. *Под конкуренцией* понимают соперничество между отдельными лицами или хозяйственными единицами, заинтересованными в достижении одной и той же цели в какой–либо сфере деятельности.

С конкуренцией тесно связано и понятие конкурентоспособности. *Конкурентоспособность* – способность выдерживать конкуренцию, противостоять ей. При этом понятие конкурентоспособности применяют как к товарам (услугам), так и к предприятиям, фирмам и другим организациям.

*Конкурентоспособность товара* – это его относительная характеристика, которая отражает отличие данного товара от товара конкурента, во-первых, по степени соответствия одной и той же общественной потребности, а во-вторых, по затратам на удовлетворение этой потребности.

Под *затратами* понимается цена потребления, включающая издержки покупателя, связанные с приобретением товара, и все расходы, возникающие при его потреблении или использовании.

Конкурентоспособность товара характеризуется тремя группами показателей:

- *полезностью* (качество, эффект от использования и т.п.);
- *определяющими затратами потребителя* при удовлетворении его потребностей посредством данного изделия (затраты на приобретение, использование, техническое обслуживание, ремонт, утилизацию и т.п.);
- *конкурентоспособностью предложения* (способ продвижения продукции на рынок, условия поставки и платежа, каналы сбыта, сервисное обслуживание и т.д.).

Параметры конкурентоспособности продукции (рис. 1.2) подразделяются на *нормативные* (соответствие товара стандартам, техническим условиям, законодательству), *технические* (технологические свойства товара, определяющие область его применения, надежность, долговечность, мощность и т.д.), *экономические* (уровень расходов покупателя на приобретение, потребление и утилизацию товара, т.е. цена потребления) и *организационные* (система скидок, комплектность поставок, сроки и условия поставок и т.п.).

*Конкурентоспособность производителя* – это его способность сохранять и расширять рынки сбыта за счет целенаправленной деятельности как по отношению к качественным характеристикам продукции, так и по отношению к производителям–конкурентам. Обеспечению конкурентоспособности предприятия подчинены все решения, связанные с выходом на новые рынки сбыта, реорганизацией организационной структуры, модификацией и освоением новых видов продукции, изменением объемов ее выпуска, сменой основных производственных фондов, изменением хозяйственных связей и маркетинговой политикой.

Категории «конкурентоспособность товара» и «конкурентоспособность производителя» взаимосвязаны. Предприятие не может быть конкурентоспособным, если его товар не имеет сбыта. Конкурентоспособность предприятия определяется действием комплекса факторов внешней и внутренней среды его жизнедеятельности. К факторам *внешней среды* могут быть отнесены:



Рис. 1.2. Параметры конкурентоспособности продукции

- уровень государственного регулирования и развития экономики страны обитания (налогообложение, кредитно–финансовая и банковская система, законодательное обеспечение бизнеса, система внешнеэкономических связей и т.д.);

- система коммуникаций;
- организация входных материальных потоков;
- факторы, определяющие потребление продукции (емкость рынка, требования потребителя к качеству продукции и т.д.).

*Факторы внутренней среды* предприятия характеризуют следующие внутрипроизводственные показатели:

- технический уровень производства (состояние и уровень использования производственных мощностей);
- технология;
- организация производства и управления;
- система формирования спроса и стимулирования и т.д..

Возможности воздействия предприятия на факторы окружающей среды ограничены, поскольку они действуют объективно по отношению к предприятию. Реальные и непосредственные возможности *регулирования конкурентоспособности предприятия* относятся к сфере факторов внутренней среды, однако воздействовать на эти факторы предприятие может с разной интенсивностью. Серьезных капиталовложений и длительного времени окупаемости требуют изменения технико–технологических условий работы предприятия. Наиболее мобильными и поддающимися эффективному регулированию без существенных капиталовложений являются факторы организации управления производственно–сбытовой деятельностью, и именно в этой сфере находятся реальные пути повышения конкурентоспособности предприятия. Решающим рычагом при этом является внедренная предприятием *система менеджмента качества продукции*.

*Конкурентоспособность предприятия может оцениваться* путем сопоставления конкретных позиций нескольких предприятий на одном и том же рынке по таким параметрам, как: способность к адаптации в изменяющихся условиях конкуренции, технология, разрешающая способность оборудования, знания и практический опыт персонала, система управления, маркетинговая политика, имидж и коммуникации.

Проблема качества и повышения конкурентоспособности становится ключевой для белорусских предприятий, способствуя очевидному росту интереса к стратегическим вопросам бизнеса и к проблеме качества, а также к подходам и методам их решения.

Предприятия активизируют деятельность по разработке и внедрению системы менеджмента качества продукции, отвечающей требованиям международных стандартов. В экономически развитых странах эти системы являются не только источником получения конкурентных преимуществ, но и обязательной инфраструктурной основой для эффективного взаимодействия компаний в условиях стремительно углубляющегося разделения труда.

Решение проблемы качества – неотъемлемый элемент стратегии развития современных предприятий. Поэтому начинать внедрение системы менеджмента качества продукции следует с определения места этой системы в общей стратегии компании. Стратегия качества должна рассматриваться как одна из важнейших функциональных стратегий и разрабатываться в виде неотъемлемой части общей стратегии предприятия. Система менеджмента качества продукции должна обеспечивать как соответствие продукции спросу на нее, так и гарантированное выявление и устранение недостатков процессов, которые влияют на ее качество, т.е. обеспечивать наибольшую вероятность качества выпускаемой продукции.

### **1.3. Стандартизация в системе управления качеством**

#### **1.3.1. Система стандартизации**

*Стандартизация* – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач.

*Стандарт* – нормативный документ по стандартизации, разработанный на основе согласия большинства заинтересованных сторон и утвержденный (принятый) признанным органом, в котором устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Стандарты, с одной стороны, устанавливают ряд обязательных требований, а с другой стороны – дают рекомендации по потребительским показателям продукции, направленные на повышение ее качества и экономии ресурсов.

К *обязательным требованиям* относятся: обеспечение безопасности продукции для жизни, здоровья, имущества граждан, охраны окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость, требования к маркировке,

методам испытаний, контроля и метрологическим характеристикам средств измерений.

*Рекомендации* касаются определенных видов продукции, работ или услуг и отражают их специфические особенности. Рекомендации становятся обязательными, если они указываются в договоре или технической документации изготовителя или поставщика продукции, исполнителя работ или услуг.

Цели стандартизации, установленные Законом Республики Беларусь «О стандартизации», полностью гармонизированы с аналогичными целями, принятыми в документах международных организаций по стандартизации:

1. Защита интересов потребителей и государства в вопросах качества продукции, обеспечивающих безопасность жизни людей и охрану окружающей среды.
2. Повышение качества продукции.
3. Обеспечение технической и информационной совместимости и взаимозаменяемости продукции.
4. Содействие внедрению ресурсо- и энергосберегающих технологий.
5. Устранение технических барьеров в торгово-экономическом и научно-техническом сотрудничестве.
6. Повышение конкурентоспособности белорусских товаров на мировом рынке.
7. Участие республики в международном разделении труда.
8. Обеспечение единства измерений.
9. Содействие повышению обороноспособности и мобилизационной готовности республики.
10. Содействие выполнению законодательства республики методами и средствами стандартизации.

Основные элементы и категории действующей системы стандартизации представлены на рис. 1.3.

*Принцип системности* определяет стандарт как элемент системы и обеспечивает создание систем стандартов, взаимосвязанных между собой сущностью конкретных объектов стандартизации. Системность – одно из требований к деятельности по стандартизации, предполагающее обеспечение взаимной согласованности, непротиворечивости, унификации и исключение дублирования требований стандартов.



*Принцип повторяемости* означает определение круга объектов, к которым применимы вещи, процессы, отношения, обладающие одним общим свойством – повторяемостью во времени или в пространстве.



Рис. 1.3. Основные элементы и категории действующей системы стандартизации

*Принцип вариантности* в стандартизации означает создание рационального многообразия (обеспечение минимума рациональных разновидностей) стандартных элементов, входящих в стандартизируемый объект.

*Принцип взаимозаменяемости* предусматривает (применительно к технике) возможность сборки или замены одинаковых деталей, изготовленных в разное время и в различных местах.

*Методы стандартизации* – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации. К числу основных специфических методов стандартизации относятся унификация, агрегирование, комплексная и опережающая стандартизация.

Под *унификацией* понимают действия, направленные на сведение к технически и экономически обоснованному рациональному минимуму неоправданного многообразия различных изделий, деталей, узлов, технологических процессов и документации. Унификацию можно рассматривать как средство оптимизации параметров качества и ограничения количества типоразмеров выпускаемых изделий и их составных частей.

К *основным видам унификации* обычно относят конструкторскую и технологическую унификацию. При этом первая предполагает унификацию изделий в целом и их составных частей, а вторая – унификацию нор-

мативно–технической документации (стандартов, технических условий, инструкций, методик, руководящих документов, конструкторско–технологической документации и др.).

Под *агрегатированием* понимают метод конструирования и эксплуатации изделий, основанный на функциональной и геометрической взаимозаменяемости их основных узлов и агрегатов. Важнейшим преимуществом изделий, созданных на основе агрегатирования, является их конструктивная обратимость. Агрегатирование позволяет многократно применять стандартные детали, узлы и агрегаты в новых модификациях изделий при изменении их конструкции.

*Основные требования к разработке фонда стандартов* можно сформулировать следующим образом:

- стандарты должны быть социально и экономически необходимыми;
- стандарты должны иметь определенный круг пользователей и конкретность требований;
- стандарты не должны дублировать друг друга;
- стандарты должны отражать взаимосогласованные требования комплексности по всем стадиям жизненного цикла продукции (от разработки до утилизации), по всем уровням разукрупнения (от исходных материалов до конечной продукции), по всем аспектам обеспечения качества и уровням управления;
- стандарты должны обладать стабильностью требований в течение определенного периода;
- стандарты должны своевременно пересматриваться.

Стандарты сочетают технические, экономические и правовые требования.

*Технические* требования заключаются в том, что стандарты регламентируют научно–техническую подготовку производства, технологию, организацию и процесс труда на всех стадиях создания и эксплуатации изделий.

*Экономические* требования:

- стандарты являются нормативом и масштабом измерения качества продукции;
- стандарты являются средством организации и управления производством;
- стандарты обеспечивают взаимосвязь между различными звеньями народного хозяйства;

•стандарты минимизируют затраты на работы и продукты, т.к. однотипные работы и продукты обходятся всегда дешевле.

*Правовые* требования: стандарт – нормативный акт, утверждается государственными органами в установленном законом порядке, содержит изложение норм, обязательных для соблюдения. За нарушение стандартов установлены санкции в гражданском, трудовом, уголовном и административном законодательстве.

### 1.3.2. Категории нормативных документов

*Объектами стандартизации* могут быть продукция, услуги и процессы, имеющие перспективу многократного воспроизведения и/или использования (рис. 1.4). Непосредственным результатом стандартизации является нормативный документ (НД). Применение НД – способ упорядочения в определенной области, поэтому нормативный документ – *средство стандартизации*.



Рис.1.4. Классификация объектов стандартизации

*Нормативный документ* – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Уровень утверждения или принятия НД по стандартизации и соответствующая область его использования называется *категорией НД*. В Республике Беларусь выделены семь категорий НД (табл. 1.1).

Таблица 1.1

## Категории нормативных документов стандартизации

Категории НД	Порядок разработки	Согласование, утверждение	Требования к поставляемой продукции	Государственная регистрация
Государственный стандарт, СТБ	СТБ 1.2–96	Госстандарт, Минстройархитектуры	+	+
Государственные строительные нормы и правила, СНБ	СНБ 1.01.01–93	Минстройархитектуры	–	+
Общегосударственный классификатор технико–экономической и социальной информации, ОК РБ	СТБ 6.01.2–94	Госстандарт (может совместно с др. министерствами, ведомствами)	–	+
Руководящий документ, РД РБ	Министерство, ведомство	Министерство, ведомство	–	+
Технические условия, ТУ РБ	СТБ 1.3–98	Руководитель предприятия (заказчика, изготовителя)	+	+
Техническое описание, ТО РБ	СТБ 1.4–96	Руководитель предприятия	+	–
Стандарт предприятия, СТП	Предприятие	Руководитель предприятия	–	–

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания, установленных к нему требований различают виды стандартов:

- основополагающие (общетехнические и организационно–методические);
- на продукцию;
- на работы (процессы), услуги;
- на методы контроля, (испытаний, измерений, анализа).

В *государственных стандартах СТБ* устанавливаются обязательные и рекомендуемые требования. Рекомендуемые требования подлежат обяза-

тельному выполнению в случаях: предусмотренных законодательными актами; когда включены в договор на разработку, изготовление и поставку продукции; сделана документальная заявка о соответствии продукции этим требованиям.

Стандарты СССР (ГОСТ) по межправительственному «Соглашению по проведению согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации» приняты в качестве *межгосударственных стандартов СНГ* с сохранением обозначения *ГОСТ*. Вновь разрабатываемым межгосударственным стандартам присваивается это обозначение.

*Международные стандарты* (ИСО, МЭК), региональные стандарты (ЕН) и национальные других стран (ГОСТ Р, DIN) применяются через государственные стандарты СТБ. Возможны три способа применения:

- 1) Прямое применение (например, СТБ ИСО 14001–2000);
- 2) Прямое применение с дополнительными национальными требованиями (например, СТБ 914–99 (ИСО 7591:1982));
- 3) Прямое применение в качестве приложения к СТБ (в обозначении не отображается).

Правила ЕК ООН действуют в Беларуси напрямую.

*Общесоюзный классификатор продукции ОКП*, разработанный в СССР, действует совместно с общегосударственными ОКП РБ. ОК РБ создаются на основе европейских классификаторов (например, ОК РБ (СРА) 007–96).

В настоящее время в Республике Беларусь используются *отраслевые стандарты* (ОСТ) министерств и ведомств СССР и России. ОСТы, разработанные в СССР, не отменены, если они есть в указателе за 1997 год.

Руководящие документы Республики Беларусь используют предприятия и организации, входящие в систему органа, утвердившего РД РБ. *Руководящие документы* отражают общетехнические и организационно-методические вопросы и разрабатываются на конкретную продукцию.

*Технические условия (ТУ)* – нормативный документ, устанавливающий требования к конкретной продукции или услуге, группе продукции или услуг, предназначенной к самостоятельной поставке и утвержденный разработчиком (изготовителем) продукции. ТУ разрабатываются при отсутствии стандартов на данную продукцию или в случае необходимости их уточнения. Требования, устанавливаемые в ТУ, не должны нарушать обязательные требования действующих стандартов и нормативных актов Республики Беларусь, распространяющихся на данную продукцию.

В случае существования нормативных документов на выпускаемую продукцию разрабатывается техническое описание.

*Техническое описание (ТО)* – нормативный документ на конкретную продукцию, разрабатываемый в случаях, предусмотренных стандартами (техническими условиями) на данную продукцию или стандартами (руководящими документами), определяющими порядок постановки на производство простейших товаров народного потребления и утверждаемых разработчиком, изготовителем продукции.

*Стандарты предприятий (СТП)* утверждаются или принимаются самими субъектами хозяйственной деятельности, используются только этим предприятием и являются объектами авторского права. В качестве СТП могут разрабатываться документы системы качества предприятия на основе международных стандартов ИСО серии 9000.

### 1.3.3. Уровни стандартизации

Управление качеством происходит на международном, региональном, национальном и отраслевом уровнях, а также на уровне предприятия или фирмы (рис.1.5). Уровень стандартизации определяется формой участия субъекта в работах по стандартизации с учетом географических, политических и экономических аспектов.

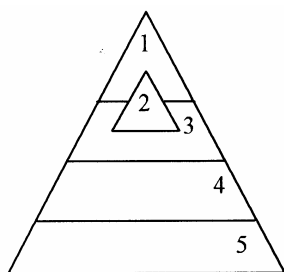


Рис. 1.5. Уровни стандартизации: 1 – международный (ISO, IEC); 2 – региональный (EN, ГОСТ); 3 – национальный (СТБ, ГОСТ Р, DIN) ; 4 – отраслевой (ОСТ, РД РБ); 5 – предприятия (ТУ РБ, ТО РБ, СТП)

Современные темпы технического развития и либерализация международной торговли обеспечивают возможности для развития международного сотрудничества на основе использования *международных стандартов*. В этой связи международная стандартизация – это стандартизация, открытая для всех стран. Важнейшей особенностью развития сотрудничества стран в области стандартизации в последнее время является количественный, структурный и функциональный рост международных организаций. На сегодняшний день в мире более 400 организаций, в той или иной мере занимающихся вопросами стандартизации.

*Международная организация по стандартизации* (ИСО) (ISO – International Organization for Standardization) была создана по решению ООН в октябре 1946 года. Ее целью является содействие развитию стан-

дартизации в мировом масштабе для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности.

ИСО разрабатывает стандарты по всем направлениям кроме электротехники, радиоэлектроники и связи, которыми занимается *Международная электротехническая комиссия* (МЭК) (IEC – International Electrotechnical Commission). Ее цель – содействие международному сотрудничеству в решении вопросов стандартизации и смежных с ней проблем в области электротехники и радиоэлектроники.

*Ассоциация по вычислительной технике* (ACM – Association for Computing Machinery) – всемирная научная и образовательная организация в области вычислительной техники. Известна также и разработкой образовательных стандартов.

*Институт Программной Инженерии* (SEI – Software Engineering Institute) проводит исследования в области программной инженерии с упором на разработку методов оценки и повышения качества программного обеспечения (ПО), разрабатывает стандарты по качеству ПО и зрелости организаций, разрабатывающих ПО.

*Международный Институт Управления Проектами* (PMI – Project Management Institute) – некоммерческая организация, целью которой является продвижение, пропаганда, развитие проектного менеджмента в разных странах. PMI разрабатывает стандарты проектного менеджмента, занимается повышением квалификации специалистов. PMI является ведущей профессиональной организацией по управлению проектами в таких областях, как авиакосмическая и автомобильная промышленность, управление коммерческими предприятиями, машиностроение, финансовые операции, информационные технологии, фармацевтика, телекоммуникации и многие другие.

*Институт инженеров по электронике* (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers) занимается поддержкой научных и практических разработок в области электроники и вычислительной техники, разработкой стандартов в этой области. IEEE объединяет почти 400000 технических специалистов более 150 стран. IEEE состоит из ряда профессиональных сообществ, в самое крупное из которых – IEEE Computer Society – входят более 100000 человек. Компьютерное сообщество IEEE ежегодно спонсирует около 150 научных конференций и симпозиумов, публикует более 20 периодических изданий. IEEE Computer Society также широко известно

своей деятельностью по стандартизации, которую на сегодняшний день в рамках сообщества осуществляют порядка 200 рабочих групп.

Одним из важнейших направлений в работе по международной и *региональной стандартизации* в настоящее время является проведение согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации в рамках Содружества Независимых Государств (СНГ).

*Госстандарт Республики Беларусь*, согласно принятому законодательству, наделен правом установления в стандартах Государственной системы стандартизации Республики Беларусь (ГСС) общих, единых организационно-технических правил проведения всех видов работ по стандартизации в любых сферах деятельности и на всех уровнях управления, а также форм и методов взаимодействия при этом субъектов хозяйствования друг с другом и государственными органами. Это право Госстандарт реализовал, приняв комплекс основополагающих стандартов ГСС:

- СТБ 1.0–96 ГСС. Основные положения.
- СТБ 1.2–96 ГСС. Порядок разработки и утверждения стандартов.
- СТБ 1.3–98 ГСС. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации технических условий.
- СТБ 1.4–96 ГСС. Порядок разработки, согласования и утверждения технических описаний и рецептур.
- СТБ 1.5–96 ГСС. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.

Согласно принятому комплексу стандартов, *объектами государственной стандартизации* являются:

- организационно-методические и общетехнические нормы и требования включающие: а) классификацию и кодирование технико-экономической и социальной информации; б) термины и единый технический язык; в) обязательные требования к продукции;
- продукция широкого межотраслевого применения;
- объекты государственных научно-технических и социальных программ.

*Объектами отраслевой стандартизации* могут быть организационно-методические и общетехнические нормы и правила, характерные и используемые только в данной отрасли.

*Объектами стандартизации на предприятии* являются:

- детали и сборочные единицы, используемые только на данном предприятии и являющиеся составными частями изготавливаемой продукции;



- услуги, оказываемые внутри предприятия;
- нормы и правила в области организации производства, в том числе управления качеством продукции.

#### **1.4. Механизм управления качеством**

Под *управлением качеством продукции* понимаются действия, осуществляемые при создании, эксплуатации или потреблении продукции в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества.

Непосредственными *объектами управления* в данном случае являются потребительские характеристики продукции, факторы и условия, влияющие на их уровень, а также процессы формирования качества продукции на разных стадиях ее жизненного цикла.

*Субъектами управления* являются различные органы управления и отдельные лица, функционирующие на различных иерархических уровнях и реализующие функции управления качеством в соответствии с общепринятыми принципами и методами управления.

*Механизм управления качеством продукции* представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов управления, используемых принципов, методов и функций управления на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством. В составе данного механизма выделяют ряд общих, специальных и обеспечивающих подсистем (рис. 1.6).

Сущность всякого управления заключается в выработке управленческих решений и последующей их реализации на определенном объекте управления. При управлении качеством продукции непосредственными объектами управления, как правило, являются процессы, от которых зависит качество продукции. Они организуются и протекают как на допроизводственной, так и на производственной и послепроизводственной стадиях жизненного цикла продукции.

Управляющие решения вырабатываются на основании сопоставления информации о фактическом состоянии управляемого процесса с его характеристиками, заданными программой (прогнозом, планом) управления. Нормативную документацию, регламентирующую значения параметров или показателей качества продукции (технические задания на разработку продукции, стандарты, технические условия, условия поставки),

следует рассматривать как важную часть программы управления качеством продукции.



Рис. 1.6. Состав механизма управления качеством

## 1.5. Стандарты ИСО серии 9000

Качество не может быть гарантировано только путем контроля готовой продукции. Оно должно обеспечиваться на стадиях проектных и конструкторских разработок, при выборе поставщиков сырья, материалов и комплектующих изделий на всех этапах производства, при реализации продукции, ее техническом обслуживании в процессе эксплуатации и утилизации после использования.

Комплексный системный подход, обеспечивающий создание замкнутого *процесса*, включающего все фазы совершенствования продукции на основе эффективной системы обратной связи и планирования, учитываю-

щего конъюнктуру рынка, заложен в стандартах ИСО серии 9000 версии 1994.

*Главная целевая установка* систем качества, построенных на основе стандартов ИСО серии 9000, – обеспечение качества продукции, требуемого заказчиком, и предоставление ему доказательств в способности предприятия сделать это. Соответственно механизм системы, применяемые методы и средства ориентированы на эту цель.

Стандарты ИСО серии 9000 версии 2000 направлены на применение *«процессного подхода»* при разработке, внедрении и улучшении результативности и эффективности системы менеджмента качества с целью повышения удовлетворительности потребителей путем выполнения их требований.

Для успешного функционирования организация должна определить и осуществлять менеджмент многочисленных видов деятельности.

### **1.5.1. Фундаментальные требования**

Фундаментальными требованиями стандартов ИСО серии 9000 для построения систем управления качеством являются 8 принципов TQM.

1. *Ориентация организации на потребителя.* Применение принципа приводит к следующим действиям:

- понимание всего спектра потребностей и ожиданий потребителей относительно продуктов, поставок, цен, надежности и т.д.;
- обеспечение взвешенного подхода к потребностям и ожиданиям потребителей и других участвующих сторон (владельцев, персонала, поставщиков, местных сообществ и общества в целом);
- распространение информации об этих потребностях и ожиданиях во всей организации;
- измерение степени удовлетворенности потребителей и влияние на результат;
- управление взаимоотношениями с потребителями.

2. *Лидерство.* Применение принципа приводит к следующим действиям:

- действенность и личный пример;
- понимание изменений во внешней окружающей среде и реагирование на них;
- внимание к потребностям всех участвующих сторон;
- выработка ясного видения будущего организации;

- выработка общих ценностей и этики на всех уровнях организации;
- установление доверия и искоренение страха;
- обеспечение персонала требуемыми ресурсами и свободой, необходимыми для того, чтобы действовать ответственно и обоснованно;
- воодушевление, поощрение и признание вклада персонала;
- содействие открытому и честному общению;
- обучение, подготовка и инструктирование персонала;
- выработка достойных целей и плановых показателей;
- реализация стратегии по достижению этих целей и плановых показателей.

3. *Вовлечение персонала.* Применение принципа приводит к следующим действиям персонала:

- принятие на себя задач и ответственности за их решение;
- активный поиск возможностей усовершенствования;
- активный поиск возможностей повышения собственных квалификации, знаний и опыта;
- свободный обмен знаниями и опытом в группах и коллективах;
- концентрация на создании ценностей для потребителя;
- новаторство и творчество в дальнейшем продвижении стратегических целей организации;
- олицетворение организации перед лицом потребителей, местных сообществ и общества в целом;
- получение удовольствия от своей работы;
- гордость и удовлетворение быть частью организации.

4. *Процессный подход.* Применение принципа приводит к следующим действиям персонала:

- определение процесса достижения желаемого результата;
- выявление и измерение входов и выходов процесса;
- выявление интерфейсов процесса с функциями организации;
- оценка возможного риска, его последствий и влияния процесса на потребителей, поставщиков и другие участвующие в процессе стороны;
- четкое распределение ответственности, полномочий и подотчетности при управлении процессом;
- выявление внутренних и внешних потребителей, поставщиков и других участвующих в процессе сторон;
- при проектировании процессов уделяется внимание шагам процессов, видам деятельности, потокам, контрольным величинам, потребностям

в подготовке персонала, оборудовании, методах, информации, материалах и других ресурсах, необходимых для достижения желаемого результата.

5. *Системный подход к административному управлению.* Применение принципа приводит к следующим действиям:

- определение системы путем выявления или разработки процессов, влияющих на достижение заданной стратегической цели;
- структурирование системы так, чтобы достичь заданную стратегическую цель наиболее эффективным способом;
- понимание взаимозависимостей между процессами системы;
- непрерывное усовершенствование системы посредством измерения и оценки;
- предварительное установление ограничений по ресурсам.

6. *Непрерывное усовершенствование.* Применение принципа приводит к следующим действиям:

- превращение непрерывного усовершенствования продуктов, процессов и систем в стратегическую цель каждого сотрудника организации;
- применение базовых понятий последовательного (инкрементного) и скачкообразного усовершенствования;
- проведение периодических аттестаций степени достижения установленных критериев высшего качества для выявления областей потенциального усовершенствования;
- непрерывное повышение эффективности и результативности всех процессов;
- поощрение действий, основанных на предотвращении проблем;
- предоставление каждому члену организации необходимых образования и подготовки по методам и инструментальным средствам непрерывного усовершенствования;
- установление мер и целей для направления и отслеживания усовершенствований;
- признание усовершенствований.

7. *Основанный на фактах подход к принятию решений.* Применение принципа приводит к следующим действиям:

- осуществление измерений и сбор данных и информации, относящихся к стратегической цели;
- обеспечение существенной точности, надежности и доступности данных и информации;

- анализ данных и информации с применением обоснованных методов;
- понимание значения соответствующих статистических методик;
- принятие решений и осуществление действий на базе логического анализа, уравновешенного опытом и интуицией.

8. *Взаимовыгодные отношения с поставщиками.* Применение принципа приводит к следующим действиям:

- выявление и выбор ключевых поставщиков;
- установление с поставщиками отношений, которые бы уравновешивали краткосрочные выгоды и долгосрочные соображения для организации и общества в целом;
- создание ясного и открытого общения;
- инициация совместных разработок и усовершенствования продуктов и процессов;
- совместное установление ясного понимания потребностей потребителей;
- обмен информацией и будущими планами;
- признание усовершенствований и достижений поставщиков.

Применение в организации *системы процессов* наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также *менеджмент процессов* могут осуществляться путем процессного подхода. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии.

### 1.5.2. Структура комплекса стандартов

Для описания системы ИСО 9001:2000 качества в ИСО 9001:2000 принята модель, представленная на рис. 1.7. Основу модели составляют 4 блока, объединенные в замкнутый управленческий цикл.

Структура комплекса стандартов, изданных ИСО в 2000г., приведена на рис. 1.8. основополагающими стали стандарты ИСО 9001 и 9004, которые полностью гармонизированы между собой по структуре и содержанию и называются «согласованной парой». Номенклатура стандартов ИСО 9000 представлена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

## Семейство стандартов ИСО 9000 (по состоянию на январь 2001 года)

Основные стандарты	
ИСО 9000:2000	Системы менеджмента качества, Основные положения и словарь
ИСО 9001:2000	Системы менеджмента качества. Требования
ИСО 9004:2000	Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности
ИСО 19011	Руководящие указания по проверке систем менеджмента качества и(или) охраны окружающей среды
Другие стандарты	
ИСО 10012	Система управления измерением
ИСО 9004-4:1993	Менеджмент качества и элементы системы качества. Часть 4. Руководящие указания по улучшению качества
ИСО 10005:1995	Менеджмент качества Руководящие указания по программе качества
ИСО 10006:1997	Менеджмент качества. Руководящие указания по качеству при менеджменте проекта
ИСО 10007:1995	Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации
Технические отчеты	
ИСО 10013:1995	Руководящие указания по разработке руководств по качеству
ИСО/ТО 10014:1998	Руководящие указания по управлению экономическими аспектами качества
ИСО 10015:1999	Менеджмент качества. Руководящие указания по подготовке кадров
ИСО/ТО 10017:1999	Методические указания по статистическим методам в ИСО 9001:1994
Стандарты, подлежащие замене основными стандартами	
ИСО 9002:1994	Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании
ИСО 9003:1994	Системы качества. Модель обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях
ИСО 9000-2:1993	Стандарты по менеджменту качества и обеспечению качества. Часть 2. Общие руководящие указания по применению ИСО 9001, ИСО 9002 и ИСО 9003
ИСО 9004-2:1991	Менеджмент качества и элементы системы качества. Часть 2. Руководящие указания по услугам
ИСО 9004-3:1993	Менеджмент качества и элементы системы качества. Часть 3. Руководящие указания по перерабатываемым материалам



Рис. 1.7. Модель процесса менеджмента качества по ИСО 9001 версии 2000 года

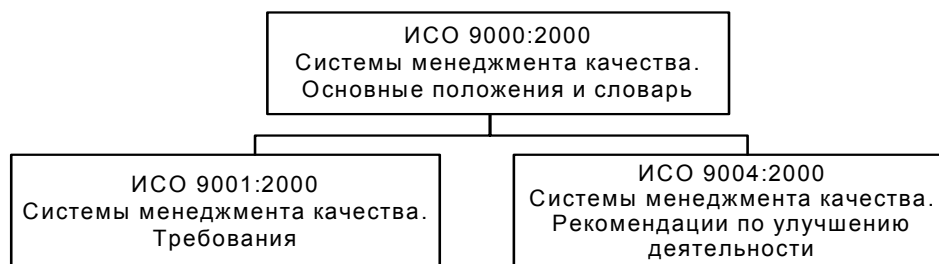


Рис. 1.8. Структура комплекса стандартов ИСО 9000:2000

### 1.5.3. Структура документов системы управления качеством

Система управления качеством поддерживается следующей структурой документов:

- заявление о политике и целях в области качества;
- руководство по качеству;
- документированные процедуры, требуемые настоящим международным стандартом;
- документы, необходимые организации для обеспечения эффективного планирования, осуществления процессов и управления ими (положения о подразделениях, должностные инструкции, регламенты, технологические инструкции и т.п.);
- записи о качестве.



*Заявление о политике и целях в области качества* должно представлять небольшой по объему документ (1–2 листа), отражающий общие намерения и направления деятельности организации в области качества, официально сформулированные высшим руководством. Как правило, цели относятся к таким областям как:

- новая техника / технология;
- совершенствование продукции / новая продукция;
- удовлетворенность потребителей / завоевание рынков;
- социальные вопросы / удовлетворенность персонала;
- поставщики / снижение отходов / экономия ресурсов.

При этом высшее руководство не только должно подписать "Политику", что является обязательным, но действительно добиваться этих целей.

*Руководство по качеству* – более детальный документ (20–50 листов), содержащий описание всей системы качества в целом. Структура этого документа должна соответствовать структуре стандарта ИСО 9001 или должна быть представлена таблица соответствия разделов руководства и стандарта. Структура стандарта ИСО 9001 включает:

1) Система менеджмента качества:

- общие требования;
- требования к документации.

2) Ответственность руководства:

- обязательства руководства;
- ориентация на потребителя;
- политика в области качества;
- планирование;
- ответственность, полномочия и обмен информацией;
- анализ со стороны руководства.

3) Менеджмент ресурсов:

- обеспечение ресурсами;
- человеческие ресурсы;
- инфраструктура;
- производственная среда.

4) Процессы жизненного цикла продукции:

- планирование процессов жизненного цикла продукции;
- процессы, связанные с потребителями;
- проектирование и разработка;

- закупки;
- производство и обслуживание;
- управление устройствами для мониторинга и измерений.

5) Измерение, анализ и улучшение:

- общие положения;
- мониторинг и измерение;
- управление несоответствующей продукцией;
- анализ данных;
- улучшение.

При внедрении систем качества значительная роль отводится *документации*. Значимость документации проявляется в нескольких критических случаях, таких как:

- достижение требуемого уровня качества продукта/услуги и непрерывного улучшения качества;
- обеспечение повторяемости процессов, протекающих в организации;
- осуществление требуемого обучения персонала;
- оценка эффективности системы;
- проведение аудита и сертификации системы качества.

Степень документированности (глубина и подробность описания) определяются самой организацией в зависимости от размера организации и вида деятельности, сложности и взаимодействия процессов, компетентности персонала. Обязательны для документирования:

- процедура по управлению документацией;
- процедура по управлению записями о качестве;
- процедура по проведению внутренних проверок;
- процедура по управлению несоответствующей продукцией;
- процедура по корректирующим действиям;
- процедура по предупреждающим действиям.
- Состав *записей о качестве* учитывает специфику предприятия, сложившуюся практику, т.е. предприятие само определяет в каком виде вести и хранить эти записи.

#### **1.5.4. Как работает система управления качеством**

Схема работы системы управления качеством представлена на рис.1.9.

Объектом управления является «производственная линейка»: Требования заказчика – Создание продукции (оказание услуги) – Выпуск продукции (оказание услуги). Обеспечение качества составляет элемент общей стратегии организации, опирается на требуемые для этого ресурсы и адекватное управление, организованными в соответствии со стандартом ИСО 9001–2000. В соответствии с этим стандартом, адекватное управление включает:

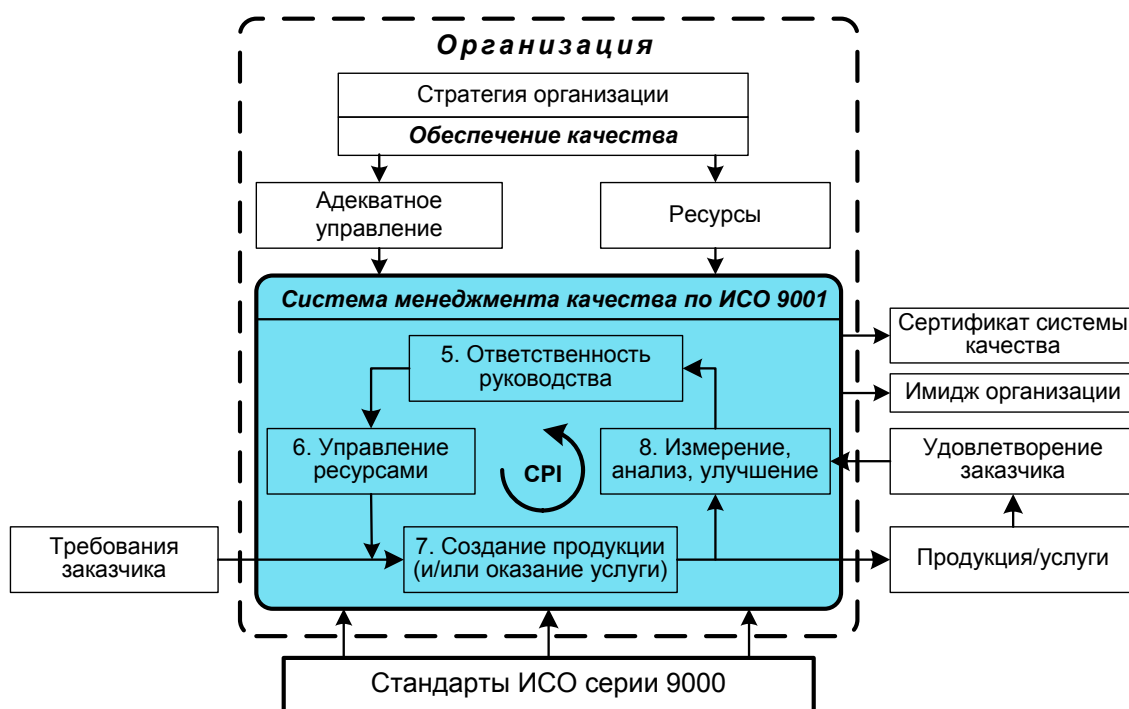


Рис. 1.9. Схема работы системы управления качеством

выпускаемая продукция контролируется на удовлетворение требований заказчика;

- этот контроль проводится путем измерений количественных показателей, на основе чего проводится анализ и даются рекомендации по улучшению процессов производства;

- для выполнения этих рекомендаций подключается руководство, которое достигает результата путем управления соответствующими ресурсами.

Все это вместе способствует повышению имиджа организации и сертификации на соответствие стандарту.

Главным в этой схеме является то, что она работает постоянно и непрерывно. Действует принцип CPI: Continuous Process Improvement – Постоянное Улучшение Процессов.

## 1.6. Сертификация продукции, услуг и систем менеджмента качества

### 1.6.1. Основные предпосылки сертификации

В рыночном пространстве, где реально действует закон возвышения потребностей, возникает необходимость осуществления действий каждым производителем и государством в целом по обеспечению условий реализации своей продукции. Для этого надо, во-первых, обеспечить создание продукции со свойствами, соответствующими международным требованиям; во-вторых, защитить эту продукцию в рыночной сфере, т.е. завоевать право на ее производство и поставку на рынок; в-третьих, гарантировать стабильные значения заявленных показателей качества в течение всего периода производства продукции данного вида фактически по каждому конкретному изделию.

Жесткая конкурентная борьба производителей на внутреннем и внешнем рынках обуславливает определенные правила и условия представления продукции в сферу реализации. Чтобы продукция Беларуси нашла признание на рынке какого-либо другого государства, недостаточно того, что она признана и имеет повышенный спрос на нашем внутреннем рынке. Важно, чтобы спрос появился на рынке того государства, куда она направляется. Для этого необходимо учитывать международные требования и требования государства-потребителя, предъявляемые на внешнем рынке к продукции этого вида. На основе такой необходимости возникает реальность создания в рамках государства специального вида деятельности, в пределах которой бы осуществлялись следующие мероприятия:

- гарантированное производство продукции на предприятиях государства с уровнем качества, удовлетворяющего потребностям внутреннего и внешнего рынков;
- испытания свойств продукции на предмет их соответствия требованиям отечественных и международных стандартов;
- защита продукции при представлении ее на внешний рынок;
- защита отечественного рынка и интересов потребителей от некачественной продукции отечественного и зарубежного производства;
- защита от некачественной продукции, влияющей на экологию общества, его жизнеспособность.

Этот вид деятельности получил название – *сертификация продукции и услуг*. Сертификация продукции – один из способов подтверждения соответствия продукции заданным требованиям.

В теории и практике работы по сертификации применяются юридически выверенные требования и основные определения в области сертификации.

*Сертификация* – деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям.

*Система сертификации* – совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификации по правилам, установленным в этой системе. *Система сертификации однородной продукции* – система сертификации, относящаяся к определенной группе продукции, для которой применяются одни и те же конкретные стандарты и правила и та же самая процедура.

*Центральный орган системы сертификации* – орган, возглавляющий систему сертификации однородной продукции.

*Орган по сертификации* – орган, проводящий сертификацию соответствия определенной продукции.

*Испытательная лаборатория* (испытательный центр) – лаборатория (центр), которая проводит испытания (отдельные виды испытаний) определенной продукции (далее – испытательная лаборатория).

*Сертификат соответствия* – документ, выданный по правилам системы сертификации для подтверждения соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям.

*Знак соответствия* – зарегистрированный в установленном порядке знак, который по правилам, установленным в данной системе сертификации, подтверждает соответствие маркированной им продукции установленным требованиям.

*Аккредитация* испытательной лаборатории или органа по сертификации – процедура, посредством которой уполномоченный в соответствии с законодательными актами Республики Беларусь орган официально признает возможность выполнения испытательной лабораторией или органом по сертификации конкретных работ в заявленной области.

*Инспекционный контроль за соблюдением правил сертификации* (за деятельностью аккредитованных органов по сертификации, испытательных лабораторий) – проверка, осуществляемая с целью установления продолжения соответствия продукции заданным требованиям, подтвержденным при ее сертификации.

*Заявитель* – предприятие, организация, лицо, обратившиеся с заявкой на проведение аккредитации или сертификации.

Способ (форма, схема) сертификации – определенная совокупность действий, официально принимаемая (устанавливаемая) в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям (далее – схема сертификации).

*Идентификация продукции* – процедура, посредством которой устанавливают соответствие представленной на сертификацию продукции, требованиям, предъявляемым к данному виду продукции (в нормативной и технической документации, в информации о продукции).

В мировой и отечественной практике применяются различные методы подтверждения соответствия объектов заданным требованиям, которые выполняются разными сторонами – изготовителями, продавцами, заказчиками, а также независимыми от них органами и организациями. Последними, в частности, могут быть государственный надзор за соблюдением обязательных требований стандартов, деятельность органов технического и санитарного надзора за безопасностью, ведомственный контроль и приемка продукции для государственных нужд (государственный резерв, заказы на оборонную продукцию и т.д.).

Сертификация выделяется из процедур подтверждения соответствия тем, что выполняется третьей стороной, не зависимой от изготовителей (поставщиков) и потребителей, что гарантирует объективность ее результатов. Поэтому в условиях, когда конкуренция на рынке переместилась из ценовой сферы в сферу качества продукции, сертификация стала непременной частью эффективно функционирующей рыночной экономики.

### **1.6.2. Обязательная и добровольная сертификация**

С 1993 года в соответствии с Законом Республики Беларусь «О защите прав потребителей» в республике ведутся работы по сертификации продукции и услуг, возглавляемые *республиканским органом по сертификации* – Госстандартом Республики Беларусь. Сертификация проводится для обеспечения соответствия продукции и услуг конкретному нормативному документу.

По результатам сертификации выдается сертификат соответствия. *Сертификат соответствия* – документ, выданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий на обеспечиваемость необходимой уверенности в том, что данная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному нормативному документу.

В соответствии с целями сертификация может быть обязательной или добровольной.

*Обязательная сертификация* вводится законодательно по постановлению правительства или другой организации правомочной в области сертификации (в Республике Беларусь такое право предоставлено Госстандарту Республики Беларусь). Обязательная сертификация может вводиться по показателям безопасности, охраны окружающей среды или другим.

Сертификация производится через стандарты, либо по номенклатуре параметров обязательных при сертификации. Продукция, на которую в нормативном документе содержатся требования безопасности, подлежит обязательной сертификации с последующей маркировкой этого товара знаком соответствия. Реализация таких товаров без сертификата в Беларуси запрещена. Это относится как к производимым, так и к импортируемым в Беларусь товарам.

Для показателей, по которым законодательством в Республике Беларусь проведение обязательной сертификации не предусмотрено, проводится *добровольная сертификация*.

В Беларуси действует национальная система сертификации (НСС), управляемая Госстандартом, кроме нее могут быть созданы добровольные подсистемы сертификации.

Обязательную сертификацию проводят органы по сертификации, аккредитованные в НСС, испытания продукции – лаборатории, аккредитованные на техническую компетентность и независимость.

Продукция, подлежащая обязательной сертификации на территории Беларуси, при ввозе в республику должна сопровождаться сертификатом и/или знаком соответствия. Сертификат соответствия предоставляется таможенным организациям вместе с таможенной декларацией и является обязательным документом вместе с документом на ввоз продукции в Республику Беларусь. Поэтому в контрактах и договорах на поставку продукции, подлежащей обязательной сертификации, должно быть предусмотрено наличие сертификата и/или знака соответствия на импортируемую продукцию.

### **1.6.3. Национальная система сертификации**

*Национальная система сертификации* – система сертификации, установленная республиканским органом по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандартом) и действующая на территории Беларуси.

Целями НСС РБ являются:

- защита потребителей от использования продукции, работ и услуг, представляющих опасность для жизни, здоровья, имущества граждан и охраны окружающей среды;
- устранение технических барьеров в международной торговле и повышение качества и конкурентоспособности продукции, работ и услуг;
- защита отечественного рынка от небезопасной и недоброкачественной продукции, поступившей по импорту.

Для выполнения целевых функций создана структура НСС РБ (рис. 1.10). В рамках НСС осуществляются следующие виды деятельности:

- 1) сертификация продукции, услуг, систем качества и персонала;
- 2) аккредитация органов по сертификации продукции, услуг, систем качества и персонала;
- 3) аккредитация центра по подготовке экспертов–аудиторов по качеству и аттестация экспертов–аудиторов по качеству;
- 4) ведение реестра НСС.

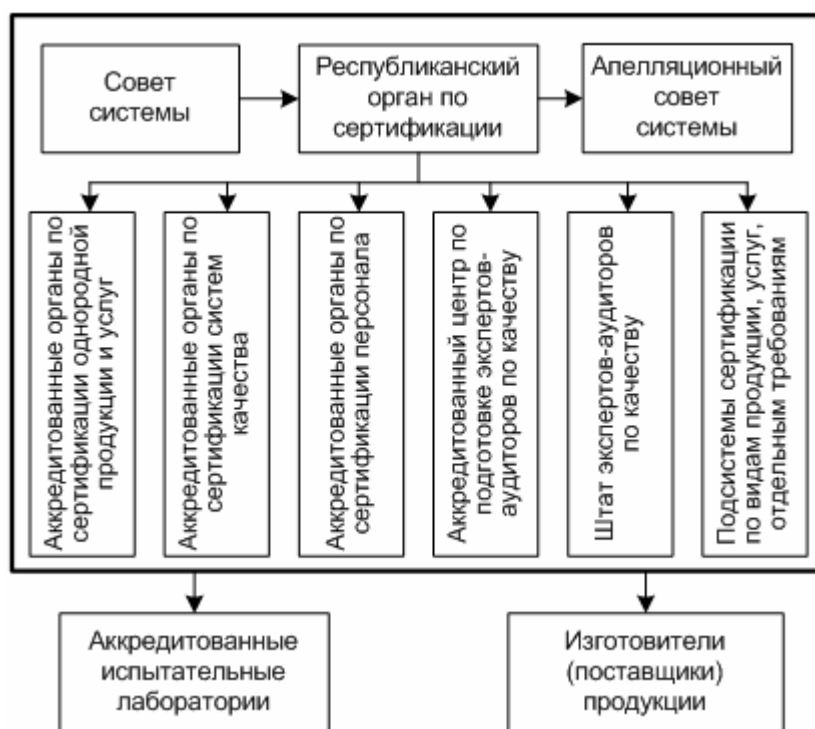


Рис. 1.10. Структура НСС

В составе республиканского органа действует совет системы, в который входят руководители и специалисты Госстандарта, а на заседания могут приглашаться руководители органов по сертификации, представители министерств, ведомств, контрольных служб. Возглавляет совет Председатель Госстандарта. Основная задача совета – определение политики в об-



ласти сертификации и координация работ по вопросам сертификации и аккредитации.

В апелляционный совет входят руководители центральных органов по сертификации, представители республиканского органа, а на заседания могут приглашаться представители министерств, ведомств и др. Заседания апелляционного совета проводятся по необходимости.

На республиканский орган по сертификации возложены функции:

- 1) определения политики по вопросам сертификации в республике;
- 2) подготовки законодательных документов по вопросам сертификации и аккредитации;
- 3) разработки организационно–методических документов системы;
- 4) представления республики в международных организациях по сертификации и аккредитации;
- 5) заключения соглашений по взаимному признанию результатов работ по сертификации;
- 6) аккредитации органов по сертификации и инспекционного контроля за аккредитованными органами;
- 7) аттестации экспертов–аудиторов по качеству;
- 8) проведения работ по сертификации в случае отсутствия аккредитованного органа;
- 9) утверждения показателей, проверяемых при обязательной сертификации;
- 10) ведения реестра НСС (в автоматизированном режиме);
- 11) решения о создании подсистем сертификации по видам продукции, услуг, отдельным требованиям.

Республиканский орган обладает правами:

- 1) инспекционного контроля органов сертификации;
- 2) приостановки действия сертификата соответствия;
- 3) отмены решения органа по сертификации;
- 4) приостановки деятельности органа по сертификации.

Орган по сертификации продукции, услуг, систем качества и персонала выполняет основные функции:

- 1) разрабатывает организационно–методические документы;
- 2) проводит работы по сертификации;
- 3) проводит инспекционный контроль за сертифицированными продукцией, услугами, системами качества;
- 4) регистрирует и выдает сертификаты соответствия на продукцию, услуги, системы качества и сертификаты компетентности для персонала;

5) взаимодействует с республиканским органом, другими органами по сертификации, аккредитованными испытательными лабораториями, органами аккредитации этих лабораторий, организациями, осуществляющими контроль и надзор за реализацией продукции;

6) разрабатывает программы обучения, организует и проводит обучение и повышение квалификации.

#### 1.6.4. Схемы сертификации и условия их применения

В НСС используются схемы сертификации, принятые в ИСО и дополненные применением заявления о соответствии продукции изготовителя (поставщика). Эти схемы учитывают модульный подход оценки соответствия, используемый в Европейском Союзе.

В СТБ 5.1.01–96 приведены схемы в качестве справочного приложения, а в СТБ 5.1.04–95 – обязательные схемы (табл. 1.3), которые необходимо применять при обязательной сертификации.

Таблица 1.3

Схемы сертификации, используемые в НСС РБ

Номер схемы	Испытания	Проверка про- изводства	Инспекционный контроль сер- тифицированной продукции
2	Испытания типового образца	–	–
3а	Испытания типового образца	Анализ состоя- ния производ- ства	Испытания образцов и/или оценка состояния производст- ва
5	Испытания типового образца	Сертификация системы каче- ства	Испытания образцов, контроль за стабильностью функциони- рования системы качества
6а	Рассмотрение заявления о со- ответствии продукции изгото- вителя с прилагаемыми доку- ментами	Сертифициро- ванная система качества	Контроль за стабильностью функционирования системы качества
7	Испытания партии	–	–
8	Испытания каждого изделия	–	–
9	Рассмотрение заявления о со- ответствии продукции изгото- вителя с прилагаемыми доку- ментами	–	–
9а	Рассмотрение заявления о со- ответствии продукции изгото- вителя с прилагаемыми доку- ментами	Анализ состоя- ния производ- ства	Испытания образцов, взятых у заявителей

Схема 2 – для продукции, поставляемой по контракту малыми партиями в течение одного года.

Схема 3а и 5 – для изделий серийного и массового производства.

Схема 6а – для изделий серийного и массового производства при наличии сертифицированной системы качества.

Схема 7 – для партии продукции.

Схема 8 – для изделий, представляющих большую опасность для жизни человека или для изделий, выход из строя которых может привести к катастрофе.

Схема 9 – для изделий единичного производства и опытных образцов, а также малых партий продукции, приобретаемых целевым назначением для оснащения отечественных производственных или иных объектов, если представленная документация подтверждает безопасность изделия.

Схема 9а – для скоропортящихся пищевых продуктов, продовольственного сырья, плодов, овощей, ягод, грибов.

При обязательной сертификации орган сертификации назначает схему сертификации, при добровольной – заявитель предлагает схему сертификации.

В НСС проводится процедура признания сертификатов в рамках международных систем по документам, правилам и процедурам, установленным в данной системе.

### **1.6.5. Порядок проведения работ по сертификации**

Сертификация включает последовательность процедур:

- 1) Подачу заявки на сертификат и представление материалов, прилагаемых к ней.
- 2) Анализ заявки на правильность заполнения и предоставленных документов на достаточность.
- 3) Принятие решения по заявке.
- 4) Анализ документации.
- 5) Идентификацию продукции и отбор образцов.
- 6) Испытания образцов продукции.
- 7) Анализ состояния производства.
- 8) Анализ полученных результатов.
- 9) Принятие решения о возможной выдаче сертификата.
- 10) Регистрацию и выдачу сертификата, а также заключение соглашения о сертификации серийной продукции.
- 11) Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией.

Каждая процедура сертификации продукции должна быть документально оформлена. Все работы по сертификации оплачиваются заявителем и проводятся на основе договоров с обязательной калькуляцией и актами сдачи–приема работ.

Заявитель сам выбирает орган по сертификации, но при достаточно сложной продукции, для которой нет аккредитованного органа, Госстандарт назначает орган по сертификации.

Заявка на сертификацию рассматривается в течение двух недель.

Анализ нормативной документации включает проверку: 1) соответствия рассматриваемых нормативных требований установленным в Республике Беларусь; 2) согласования технических условий.

*Типовые представители продукции* выбираются в случае большой номенклатуры однотипной продукции, одинакового конструктивного исполнения и соответствия одним и тем же требованиям безопасности, изготовленной по однотипным принципам, схемам и типовому технологическому процессу.

*Испытания образцов* проводятся в специально аккредитованных испытательных лабораториях, которые могут быть аккредитованы на техническую компетентность и независимость. Программа испытаний разрабатывается органом сертификации, и образцы вместе с программой представляются в лабораторию. При отрицательных результатах лаборатория возвращает образцы и протокол в трех экземплярах в орган и заявителю.

*Анализ состояния производства* проводится по типовой программе, которая в соответствии со спецификой производства должна дорабатываться. Проверяются следующие элементы:

- 1) входной контроль сырья, материалов, комплектующих;
- 2) экспертиза контрактов;
- 3) идентификация продукции и прослеживаемость;
- 4) управление процессами;
- 5) контроль и проведение испытаний;
- 6) управление контрольным, измерительным и испытательным оборудованием;
- 7) корректирующие и предупреждающие действия;
- 8) погрузочно–разгрузочные работы, хранение упаковка, маркировка, консервация, поставка;
- 9) управление регистрацией данных о качестве.

По результатам оформляется акт анализа производства. Работа по сертификации приостанавливается, если путем корректирующих меро-

приятый можно устранить недостаток, а если нет, то прекращается. После проведения анализа состояния с протоколом знакомится представитель предприятия.

Анализ представленных материалов с заявлением о соответствии продукции на основе сертификата на систему качества, протоколов испытаний, информации о технологической дисциплине, позволяет принять решение о *выдаче сертификата*.

На серийную продукцию сертификат выдается на три года, на партию (с указанием ее размера, контракта на поставку) – на один год. Одновременно с выдачей сертификата на серийную продукцию и продукцию по контракту оформляется соглашение по сертификации, срок действия которого тот же, что и у сертификата.

Орган сертификации определяет *периодичность и объем инспекционного контроля*. На периодичность и объем инспекционного контроля влияют: 1) потенциальная опасность продукции; 2) стабильность производства; 3) наличие системы качества и др.

Контроль осуществляется не реже одного раза в год. Есть плановый и внеплановый инспекционный контроль в случае, когда поступают претензии к некачественной продукции. По результатам инспекционного контроля орган сертификации может приостановить или отменить действие сертификата и аннулировать соглашение о сертификации.

## **Вопросы по теме**

1. Каковы цель, предмет и задачи курса?
2. В чем состоит главная идея методологии обеспечения качества?
3. Сформулируйте определение конкуренции.
4. Что вы понимаете под конкурентоспособностью товара и конкурентоспособностью предприятия? В чем разница между этими понятиями?
5. Какие существуют виды показателей и параметров конкурентоспособности продукции?
6. Каковы факторы внешней и внутренней среды, влияющие на конкурентоспособность предприятия?
7. Какие трактовки термина «качество» вы знаете?
8. Какие факторы влияют на уровень качества изделий?
9. Что вы понимаете под управлением качеством продукции?
10. Что такое механизм управления качеством продукции? Выполнение каких функций он должен обеспечить?

11. Какие основные подсистемы входят в состав механизма управления качеством?
12. Что вы понимаете под стандартизацией?
13. Какие функции выполняют стандарты на различных этапах жизненного цикла продукции?
14. Какую роль выполняют стандарты в обеспечении качества?
15. Как вы понимаете технические, экономические и правовые функции стандартизации?
16. Что является объектом стандартизации?
17. Какие виды стандартов вы знаете?
18. Какие требования предъявляются к фонду стандартов?
19. Каковы принципы стандартизации и каково их содержание?
20. Какие существуют методы стандартизации?
21. Назовите основные элементы системы стандартизации.
22. Что такое стандарты ИСО серии 9000 и какова их цель?
23. В чем особенность систем управления качеством, базирующихся на требованиях стандартов ИСО серии 9000:2000?
24. Каковы 8 принципов TQM? Краткая характеристика этих принципов.
25. Как работает система качества?
26. Применимы ли стандарты ИСО серии 9000 к разработке программного обеспечения?
27. Что такое сертификация? Назовите цели ее проведения.
28. Какие виды сертификации вы знаете?
29. Какие элементы входят в Национальную систему сертификации?
30. Какие функции в процессе сертификации выполняют изготовители продукции?
31. Что такое сертификат соответствия?
32. Что вы понимаете под схемой сертификации?
33. Каков порядок проведения сертификации?

## 2. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

### 2.1. Понятие жизненного цикла

Понятие жизненного цикла (ЖЦ) программных средств (ПС) появилось, когда программистское сообщество осознало необходимость перехода от кустарных ремесленнических методов разработки программ к технологичному промышленному их производству. Его появление было связано с кризисом программирования, который наметился в конце 60-х – начале 70-х годов прошлого века. Суть кризиса состояла в том, что программные проекты все чаще стали выходить из-под контроля: нарушались сроки, превышались запланированные объемы финансирования, результаты не соответствовали требуемым. Многие проекты вообще не доводились до завершения. Кроме того, оказалось, что недостаточно разработать программу, а надо ее еще сопровождать. Этап сопровождения часто требует больше средств, чем разработка.

Ситуация была вызвана ростом сложности проектов. Масштабы ее нарастали. Необходимо было принимать меры для радикального усовершенствования принципов и методов разработки программного обеспечения (ПО) с учетом его развития и сопровождения. Заговорили о том, что надо обратиться к опыту промышленного проектирования и производства, где был накоплен опыт успешной разработки не менее сложных проектов.

Методологическую основу промышленной инженерии составляет понятие жизненного цикла изделия (продукта) как совокупности всех действий, которые надо выполнить на протяжении всей «жизни» изделия. Смысл ЖЦ состоит во взаимосвязанности всех этих действий. Итак, *жизненный цикл промышленного изделия*:

- последовательность этапов (фаз, стадий): проектирования, изготовления образца, организация производства, серийное производство, эксплуатация, ремонт, вывод из эксплуатации;
- этапы проектирования состоят из технологических процессов, действий и операций.

Организация промышленного производства с позиции ЖЦ позволяет рассматривать все его этапы во взаимосвязи, что ведет к сокращению сроков, стоимости и трудозатрат.

Аналогия ЖЦ ПО с техническими системами имеет более глубокие корни, чем это может показаться на первый взгляд. Программы не подвержены физическому износу, но в ходе их эксплуатации обнаруживаются

ошибки (неисправности), требующие исправления. Ошибки возникают также от изменения условий использования программы. Последнее же является принципиальным свойством программного обеспечения, иначе оно теряет свой смысл. Поэтому правомерно говорить *о старении программ*, хотя не о физическом старении, а о моральном.

Необходимость внесения изменений в действующие программы как из-за обнаруживаемых ошибок, так и по причине развития требований приводит по сути дела к тому, что разработка ПО продолжается после передачи его пользователю и в течение всего времени жизни программ. Деятельность, связанная с решением довольно многочисленных задач такой продолжающейся разработки, получила название *сопровождения программного обеспечения*.

## 2.2. Базовый профиль жизненного цикла программных средств

За последние несколько лет создано множество международных стандартов, регламентирующих процессы и продукты ЖЦ ПС и баз данных (БД). Международные стандарты (ISO) содержат результаты обобщения мирового опыта в различных сферах. Применение этих стандартов должно служить основой для методов и систем обеспечения ЖЦ и качества ПС, однако для конкретных проектов требуется корректировка, адаптация или исключение некоторых положений стандартов, применительно к особенностям отечественных технологий и характеристик этого вида продукции.

В Беларуси создание и испытания систем, которые включают ПС и БД, регламентированы небольшой группой ГОСТов. В области обеспечения ЖЦ и качества сложных комплексов программ существует и применяется группа стандартов ГОСТ ЕСПД, которые отстают от мирового уровня на 5–8 лет. В них создание, сопровождение и совершенствование программных средств отражены недостаточно. Многие их положения устарели с точки зрения построения современных распределенных комплексов прикладных программ высокого качества в системах управления и обработки данных. Поэтому в отечественных разработках целесообразно использовать апробированные международные стандарты в этой области.

В экспортных заказах зарубежные клиенты требуют соответствия методов и технологии проектирования, производства и качества продукции современным международным стандартам, которые необходимо осваивать и применять для обеспечения конкурентоспособности отечественных программных продуктов на мировом рынке. Поэтому ряд современных меж-



дународных стандартов в области программных средств полностью и аутентично переведен на русский язык и утвержден в ранге стандартов для непосредственного использования предприятиями республики.

Особенности организационных структур, различия в размерах и сложности проектов, в требованиях к системам, в применяемых методах их разработки, необходимость преемственности с унаследованными системами, находящимися в эксплуатации, влияют на организацию разработки, приобретения, применения и сопровождения аппаратных и программных средств. При создании и развитии сложных распределенных тиражируемых ПС целесообразно гибкое формирование и применение гармонизированных совокупностей базовых стандартов и нормативных документов разного уровня, выделение в них требований и рекомендаций, необходимых для реализации заданных функций ПС и обеспечения их высокого качества. Для унификации и регламентирования процессов ЖЦ ПС такие совокупности стандартов должны адаптироваться и конкретизироваться применительно к определенным классам проектов, процессов и компонентов ПС. В связи с этим выделилось и сформировалось понятие *профилей стандартов*.

ЖЦ современных систем поддерживается рядом профилей стандартов, которые регламентируют крупные объекты и процессы их создания: вычислительных средств, телекоммуникации, визуализации, ПС и БД. В данном пособии аппаратные средства не рассматриваются, внимание сосредоточено на профилях, в той или иной степени поддерживающих этапы ЖЦ и качество сложных ПС.

Профили ПС унифицируют и регламентируют часть требований, характеристик, показателей качества объектов и процессов, формализованных на базе стандартов и нормативных документов. Другая часть функциональных и специфических характеристик ПС определяется заказчиками и разработчиками творчески, без учета положений нормативных документов. В ЖЦ ПС можно выделить две группы профилей ПС:

- профили, регламентирующие *процессы* ЖЦ и системы обеспечения качества проектирования, разработки, применения, сопровождения и совершенствования ПС и их компонентов;
- профили, регламентирующие *объекты*: архитектуру и структуру ПС и их компонентов – функции, интерфейсы и протоколы взаимодействия, форматы данных.

*Базовый профиль ЖЦ ПС* ориентирован на использование участниками проекта ПС – разработчиками и заказчиками. Адаптированные тре-

бования его стандартов должны быть обязательными для всех специалистов проекта. Поэтому в его состав входят наиболее общие стандарты и нормативные документы, определяющие весь ЖЦ ПС и его качество.

При планировании и подготовке технологической поддержки создания комплекса программ *на этапе проектирования ПС* уточняется его ЖЦ и основные характеристики проекта. Это позволяет выделить и адаптировать базовые *стандарты системы качества* и основные стандарты для *ЖЦ программных средств*. После этого следует отобрать стандарты и нормативные документы системы качества, выделяя рекомендации, целесообразные для использования в профилях ЖЦ данного ПС, провести их адаптацию для применения с учетом характеристик проекта, методологии и технологии создания комплекса программ, а также предполагаемых инструментальных средств автоматизации его проектирования и разработки. На этом этапе должны быть выбраны, разработаны или приобретены НД, руководства и инструкции, *дополняющие базовые стандарты ЖЦ ПС*, с целью полного определения и регламентирования набора профилей для применения специалистами, участвующими в проекте.

В уточненном плане реализации и обеспечения ЖЦ проекта ПС должны быть представлены ссылки на состав и содержание документов каждого профиля, выделены компоненты, параметры и ограничения, сформированные в процессе адаптации базового профиля ЖЦ данного ПС. Для разработчиков и заказчиков ПС должны быть созданы руководства по применению профилей на этапах ЖЦ. На этапе предварительного проектирования, в частности, целесообразно формировать *проект адаптированного профиля ЖЦ и системы качества ПС*.

Широкое многообразие классов и видов программ определяет формальные трудности, связанные с методами и процедурами *доказательства соответствия ПС* условиям контрактов и требованиям потребителей. По мере расширения применения и увеличения сложности систем выделились области, в которых ошибки или недостаточное качество программ или данных могут нанести ущерб, значительно превышающий положительный эффект от их использования. В этих критических случаях недопустимы аномалии и дефекты функционирования программного продукта при любых искажениях исходных данных, сбоях и частичных отказах аппаратуры и других нештатных ситуациях. *Проблема удостоверения достигнутого качества функционирования сложных ПС* и методов обеспечения их жизненного цикла базируется на *сертификации* аттестованными проблемно-ориентированными испытательными лабораториями.

Применение сертифицированных систем качества на предприятиях-разработчиках и профилей стандартов не только гарантирует высокое, устойчивое качество процессов обеспечения ЖЦ ПС, но позволяет во многих случаях не проводить или сокращать сертификацию конечного программного продукта. Основой сертификации должны быть детальные и эффективные методики испытаний конкретных ПС, специально разработанные тестовые задачи и генераторы для их формирования, а также квалификация и авторитет испытателей. Для этого заказчики должны выбирать подрядчиков-исполнителей своих проектов, имеющих системы обеспечения качества ПС и сертификаты, удостоверяющие реализацию и применение системы качества предприятием-разработчиком.

### **2.3. Особенности стандартизации жизненного цикла программных средств**

Программы для вычислительных машин обычно являются *компонентами ЖЦ технических систем*, но по своей природе значительно отличаются от аппаратных, технических изделий. Но их ЖЦ имеет характерные особенности, по сравнению с другими техническими объектами. Программы и данные в системах и вычислительных машинах являются наиболее *гибкими компонентами и подвержены изменениям* в течение всего их ЖЦ. По особенностям и свойствам ЖЦ программ их целесообразно делить на ряд классов и категорий, из которых наиболее различающимися являются два крупных класса – малые и большие программы.

*Первый класс* составляют относительно небольшие программы, создаваемые одиночками или небольшими коллективами (3–5 специалистов). Эти программы:

- не предназначены для массового тиражирования и распространения в качестве программного продукта на рынке, их оценивают качественно и интуитивно преимущественно как "художественные произведения";
- не имеют конкретного независимого заказчика-потребителя, определяющего требования к программам и их финансирование;
- не ограничиваются заказчиком жестко допустимой стоимостью, трудоемкостью и сроками их создания, требованиями заданного качества и документирования;
- создаются преимущественно для получения конкретных результатов автоматизации научных исследований или для анализа относительно простых процессов самими разработчиками программ;

- не подлежат независимому тестированию, гарантированию качества и/или сертификации;

- создаются преимущественно без применения формализованных требований к функциям и допустимым затратам, без индустриальных технологий и стандартов на проектирование и разработку.

Для таких относительно несложных программ нет необходимости в регламентировании и автоматизации их ЖЦ, в длительном применении и сопровождении множества версий, в формализации и применении профилей стандартов и сертификации качества программ. Их разработчики не знают и не применяют регламентирующих нормативных документов. Вследствие этого ЖЦ таких изделий имеет непредсказуемый характер по структуре, содержанию, качеству и стоимости основных процессов "творчества".

*Второй класс* составляют крупномасштабные комплексы программ для сложных систем управления и обработки информации, оформляемые в виде *программных продуктов* с гарантированным качеством. Они отличаются следующими особенностями и свойствами их ЖЦ:

- большая размерность, высокая трудоемкость и стоимость создания таких комплексов программ определяют необходимость тщательного анализа экономической эффективности всего их ЖЦ и возможной конкурентоспособности на рынке;

- от заказчика, финансирующего проект ПС и БД, разработчикам необходимо получать квалифицированные конкретные требования к функциям и характеристикам проекта и продукта, соответствующие выделенному финансированию и квалификации исполнителей проекта;

- для организации и координации этой деятельности специалистов-разработчиков необходимы квалифицированные менеджеры проектов;

- в проектах сложных ПС и БД с множеством различных функциональных компонентов участвуют специалисты разной квалификации и специализации, от которых требуется высокая ответственность за качество результатов деятельности;

- от разработчиков проектов требуются гарантии высокого качества, надежности функционирования и безопасности применения компонентов и поставляемых программных продуктов, в которые недопустимо прямое вмешательство заказчика и пользователей, не предусмотренное эксплуатационной документацией разработчиков;

- необходимо применять индустриальные, регламентированные стандартами процессы, этапы и документы, а также методы, методики и сред-

ства автоматизации, регламентированные технологии обеспечения ЖЦ комплексов программ.

В ЖЦ сложных комплексов программ участвуют *специалисты различной квалификации и степени ответственности за результаты своей деятельности*:

- *заказчики* определяют и несут ответственность за финансирование, требования к функциям и качеству программного продукта и за доступные ресурсы для обеспечения его ЖЦ;

- *разработчики* отвечают и гарантируют выполнение требований заказчиков в ЖЦ программного продукта с учетом выделенных ресурсов;

- *пользователи* имеют право применять программный продукт и адаптировать его к особенностям использования и внешней среды *только в пределах, определенных эксплуатационной документацией, созданной разработчиками*.

Попытки пользователей применения или изменения программного продукта, прошедшего квалификационные или сертификационные испытания и соответствующего требованиям заказчиков, за пределами, регламентированными документацией разработчиков, могут приводить к *ликвидации гарантий* и обязанностей его обслуживания разработчиками.

*Основная цель современных технологий поддержки ЖЦ ПС* состоит в обеспечении экономической, технической и социальной эффективности всего ЖЦ комплексов программ для ЭВМ в различных проблемно-ориентированных областях.

В понятие *современной технологии* включается совокупность методов и инструментальных средств автоматизации, а также технологические процессы, обеспечивающие ЖЦ сложных ПС с заданными функциональными и конструктивными характеристиками качества. Для этого рекомендуется использовать наиболее эффективные и совершенные методы и проводить комплексную автоматизацию обеспечения всего ЖЦ ПС.

## **2.4. Методическая основа технологии жизненного цикла программных средств**

*Методической основой технологии ЖЦ ПС*, регламентирующей деятельность специалистов, является *типовой технологический процесс*. Он отражается набором этапов и операций в последовательности их выполнения и взаимосвязи, обеспечивающих упорядоченное ведение работ на всех стадиях от инициирования проекта и подготовки технического задания

(ТЗ) до завершения испытаний или применения версии ПС. Индустриализация технологий создания ПС базируется на стандартизации:

- процессов разработки программ,
- их структурного построения,
- интерфейсов с операционной и внешней средой.

Для этого с самого начала разработки должны определяться состав и этапы работ, необходимые для достижения конечной цели, требуемые для их выполнения ресурсы. Технические и управленческие проверки, анализ качества результатов промежуточных работ и компонентов, корректности их взаимосвязей должны обеспечивать руководителям и всем разработчикам уверенность в достижении требуемого конечного результата проекта.

Методология обеспечения качества ПС поддержана рядом методических документов и инструментальных средств, а также формализована группой международных стандартов. Концептуальные и организационные основы административного управления ЖЦ и качеством ПС определены в *восьми базовых принципах*, которые декларированы в стандартах ИСО 9000:2000 (см. п.1.5.1) и ISO 15504:1–9:1998 и составляют основу технологических процессов в этих стандартах:

- ориентация предприятия–разработчика на потребителя–заказчика;
- лидерство–руководство;
- вовлечение персонала;
- процессный подход;
- системный подход к административному управлению;
- постоянное усовершенствование;
- подход к принятию решений, основанный на фактах;
- взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Каждый из этих принципов рекомендуется применять при:

- формулировке политики и стратегии обеспечения всего ЖЦ ПС;
- выборе целей проекта и плановых характеристик качества ПС;
- управлении операциями в процессе реализации проекта для удовлетворения требований заказчика и потребителей;
- управлении ресурсами и специалистами предприятия для обеспечения ЖЦ ПС и его качества.

Оценивание достоинств технологической базы ЖЦ позволяет прогнозировать возможное качество ПС и ориентировать заказчика при выборе для определенного проекта разработчика и поставщика с требуемыми характеристиками. Поэтому определение уровня технологической под-

держки процессов ЖЦ, организационного и инструментального обеспечения ПС непосредственно связано с оцениванием реальных или возможных характеристик качества конкретного комплекса программ. В современных автоматизированных технологиях создания и совершенствования сложных ПС с позиции обеспечения их качества можно выделить базовые методы и средства, позволяющие:

- создавать программные модули и функциональные компоненты гарантированного качества;
- предотвращать дефекты проектирования за счет систем обеспечения качества, эффективных технологий и инструментальных средств автоматизации всего ЖЦ комплексов программ и БД;
- обнаруживать и устранять различные дефекты и ошибки проектирования, разработки и сопровождения программ путем верификации и систематического тестирования на всех этапах ЖЦ ПС;
- удостоверять достигнутые значения качества функционирования ПС в процессе их испытаний и сертификации перед передачей в эксплуатацию пользователям.

Следовательно, уровень качества ПС *становится предсказуемым и управляемым*, непосредственно зависящим от ресурсов, выделяемых на его достижение, а главное, от системы качества и эффективности технологии, используемых на всех этапах ЖЦ ПС.

## 2.5. Преимущества применения стандартов жизненного цикла

Основными *целями*, упорядочивания, регламентирования процессов и применения *стандартов в ЖЦ ПС* являются:

- снижение трудоемкости, длительности процессов, стоимости и улучшение других технико-экономических показателей проектов программных продуктов;
- повышение качества разрабатываемых и/или применяемых компонентов и ПС в целом при их приобретении, разработке, сопровождении и эксплуатации;
- обеспечение возможности расширять ПС по набору прикладных функций и масштабировать комплекс программ в зависимости от изменения размерности решаемых задач;
- обеспечение переносимости прикладных программ и данных между разными аппаратными и операционными платформами и повторного использования программных компонентов.

Применение стандартов ЖЦ позволяет ориентироваться на построение систем и комплексов программ из крупных функциональных узлов, отвечающих требованиям стандартов, применять отработанные и проверенные проектные решения. Они определяют унифицированные интерфейсы взаимодействия компонентов таким образом, что разработчику системы не требуется вдаваться в детали их внутреннего устройства. Для унификации и регламентирования процессов ЖЦ ПС такие совокупности (профили) стандартов должны адаптироваться и конкретизироваться применительно к определенным классам проектов, процессов и компонентов ПС. Разработка программного продукта в значительной степени может сводиться к их интеграции и комплексированию из стандартизированных компонентов.

Методы и процессы регламентирования ЖЦ ПС обеспечивают:

- расширение и совершенствование функций систем и компонентов с сохранением их целостности и первичных затрат;
- систематическое повышение качества функционирования комплексов программ и БД в различной внешней среде;
- улучшение технико-экономических характеристик применения систем и программных продуктов;
- совершенствование технологий обеспечения ЖЦ сложных систем и комплексов программ.

Для этого при создании и сопровождении сложных распределенных систем целесообразно учитывать ряд современных концептуальных *требований формирования их ЖЦ*:

- архитектура комплекса программ должна соответствовать текущим и перспективным целям и стратегическим функциональным задачам создаваемой системы, быть достаточно гибкой и допускать относительно простое без коренных структурных изменений развитие и наращивание функций и ресурсов системы в соответствии с расширением сфер и задач ее применения;
- в структуре и компонентах ПС и системы следует предусматривать обеспечение максимально возможной сохранности инвестиций в аппаратные и программные средства, а также в базы данных при длительном развитии, сопровождении и модернизации системы;
- необходимо обеспечивать эффективное использование ресурсов в ЖЦ системы и минимизировать интегральные затраты на обработку данных в типовых режимах ее функционирования;



- должны быть обеспечены безопасность функционирования системы и надежная защита данных от ошибок, от разрушения или потери информации, а также авторизация пользователей, управление рабочей загрузкой, резервированием и оперативным восстановлением функционирования системы и программного продукта;

- для обеспечения перспективы развития ЖЦ системы и комплекса программ целесообразно предусматривать возможность интеграции гетерогенных вычислительных компонентов и возможность переноса ПС и БД на различные аппаратные и операционные платформы на основе концепции и стандартов открытых систем;

- следует обеспечить комфортное обучение и максимально упрощенный доступ конечных пользователей к управлению и результатам функционирования системы и программного продукта на основе современных графических средств и наглядных пользовательских интерфейсов.

Высокие темпы роста основных ресурсов аппаратных средств и сохраняющаяся потребность в увеличении их использования приводят к необходимости адекватного совершенствования технологий создания развивающихся ПС и БД. Одним из важнейших и эффективных путей решения этой проблемы является применение *концепции и совокупности стандартов открытых систем*.

В процессе эксплуатации ПС у каждого пользователя могут появляться некоторые претензии к функционированию, которые квалифицируются им как ошибки или дефекты. От пользователей или заказчиков могут поступать также предложения по дополнительному внесению изменений в базовую версию для улучшения эксплуатационных характеристик и расширения функциональных возможностей ПС. Аналогичные предложения могут поступать от разработчиков комплекса программ. Для решения таких задач разработаны и активно применяются в ЖЦ стандартизированные методы, методики и средства автоматизации регламентированного *сопровождения и управления конфигурацией*. Они позволяют представить отдельным специалистам и руководителям состояние проекта и его компонентов в любой момент времени и не допускать хаоса при коллективной модификации программ и данных.

*Стратегической проблемой в жизненном цикле современных систем стало обеспечение требуемого качества крупномасштабных ПС при реальных ограничениях на использование ресурсов.*

## 2.6. Структура профилей стандартов жизненного цикла программных средств

Для регламентирования ЖЦ сложных систем и комплексов программ целесообразно выбирать и применять следующие группы основных общесистемных стандартов, которые определяют (рис.2.1):

- процессы ЖЦ систем на основе стандартов ISO 9000 и ISO 15288;
- аппаратную и операционную среду сложных систем определенных классов;
- внешнюю и пользовательскую среду функционирования и применения систем;
- менеджмент (административное управление) системой качества.



Рис.2.1. Основные общесистемные стандарты ЖЦ ПС

Применение общесистемных функциональных стандартов непосредственно поддержано группами *технологических стандартов ЖЦ комплексов программ*, регламентирующих (рис.2.1):

- процессы ЖЦ ПС и БД на основе стандарта ISO/IEC 12207, а также Руководства по применению этого базового стандарта;
- административное управление качеством ПС и основных компонентов;
- интерфейсы переносимых открытых систем и компонентов;
- оценивание характеристик качества ПС и информации БД;
- верификацию и тестирование программных компонентов, комплексов и информации БД;
- обеспечение безопасности функционирования и применения комплексов программ в системе;
- сопровождение и управление конфигурацией ПС и информацией БД;
- документирование ПС и информации БД.

Кроме того, отдельные внутренние этапы ЖЦ комплексов программ обеспечивают группы *стандартов на локальные процессы*, определяющие:

- языки и процессы программирования программных компонентов;
- визуализацию информации для пользователей и обеспечения ЖЦ ПС;
- защиту информационных ресурсов от несанкционированных вмешательств и криптографии;
- телекоммуникацию и взаимодействие с внешней средой.

Эта группа стандартов непосредственно определяет инструментальные средства решения соответствующих задач и в процессах ЖЦ ПС обычно не изменяются.

Профиль стандартов ЖЦ ПС (функциональных частей системы) должен определять архитектуру программных комплексов (модели функций, логические модели данных, внешние интерфейсы) и их структуру (разбиение системы на подсистемы и подсистем на модули, определение унифицированных интерфейсов взаимодействия между комплексами программ и их компонентами) (рис.2.2).

Профиль ЖЦ ПС конкретной системы должен учитывать ее функциональную ориентацию. Он должен содержать ссылки на стандартизированные интерфейсы между комплексом программ и внешней средой, которые описываются в профилях среды системы.

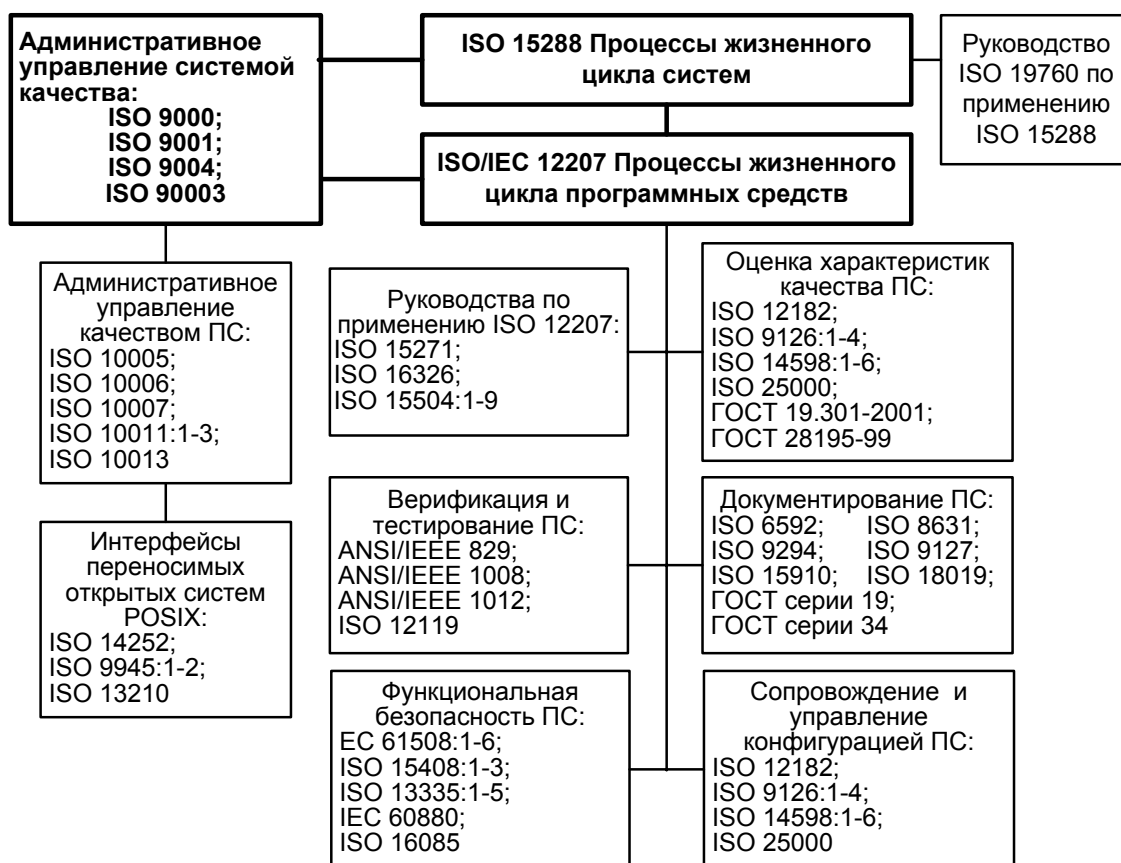


Рис.2.2. Профили стандартов ЖЦ ПО

## 2.7. Стандартизация жизненного цикла программных средств

### 2.7.1. Стандарт ISO/IEC 12207

Разрешением проблем стандартизации ЖЦ ПО явилась разработка и принятие в 1995г. стандарта ISO/IEC 12207 – Information Technology – Software Life Cycle Processes. В 2000г. он был принят как «ГОСТ 12207. Процессы жизненного цикла программных средств», который предназначен не только для разработчиков, но и для заказчиков, пользователей, всех заинтересованных лиц. Основными результатами стандарта ISO/IEC 12207 являются:

- введение единой терминологии по разработке и применению ПО;
- разделение понятий ЖЦ ПО и модели ЖЦ ПО: *ЖЦ ПО* в стандарте вводится как полная совокупность всех процессов и действий по созданию и применению ПО, а *модель ЖЦ* – конкретный вариант организации ЖЦ, обоснованно (разумно) выбранный для каждого конкретного случая;
- описание организации ЖЦ и его структуры (процессов);
- выделение процесса адаптации стандарта для построения конкретных моделей ЖЦ.

В стандарте ISO/IEC 12207 дается ряд определений.

*Программный продукт (software product)* – набор машинных программ, процедур и, возможно, связанных с ними документации и данных.

*Жизненный цикл программного продукта (software life cycle)* – это непрерывный процесс, который начинается с момента принятия решения о необходимости его создания и заканчивается в момент его полного изъятия из эксплуатации

*Процесс (process)* – набор взаимосвязанных работ, которые преобразуют исходные данные в выходные результаты.

Стандарт определяет организацию ЖЦ программного продукта как совокупность процессов, каждый из которых разбит на действия, состоящие из отдельных задач. Устанавливает структуру (архитектуру) ЖЦ программного продукта в виде перечня процессов, действий и задач.

Структура процессов ЖЦ ПО согласно стандарта ISO/IEC 12207 представлена в табл.2.1.

Таблица 2.1

Группы процессов ЖЦ ПО

Основные	Вспомогательные	Организационные
Заказа Поставки Разработки Эксплуатации Сопровождения	Документирования Управления конфигурацией Обеспечения качества: • верификации, • аттестации, • совместного анализа, • аудита Решения проблем	Управления Создания инфраструктуры Усовершенствования Обучения
Процесс адаптации		

Отдельно описан процесс адаптации стандарта, содержащий основные работы, которые должны быть выполнены при адаптации настоящего стандарта к условиям конкретного программного проекта.

К числу основных относятся процессы:

• *Заказа*. Определяет работы заказчика, то есть организации, которая приобретает систему, программный продукт или программную услугу.

• *Поставки*. Определяет работы поставщика, то есть организации, которая поставит систему, программный продукт или программную услугу заказчику.

- *Разработки.* Определяет работы разработчика, то есть организации, которая проектирует и разрабатывает программный продукт.

- *Эксплуатации.* Определяет работы оператора, то есть организации, которая обеспечивает эксплуатационное обслуживание вычислительной системы в заданных условиях в интересах пользователей.

- *Сопровождения.* Определяет работы персонала сопровождения, то есть организации, которая предоставляет услуги по сопровождению программного продукта, состоящие в контролируемом изменении программного продукта с целью сохранения его исходного состояния и функциональных возможностей. Данный процесс охватывает перенос и снятие с эксплуатации программного продукта.

Вспомогательными процессами являются:

- *Документирования.* Определяет работы по описанию информации, выдаваемой в процессе жизненного цикла.

- *Управления конфигурацией.* Определяет работы по управлению конфигурацией.

- *Обеспечения качества.* Определяет работы по объективному обеспечению того, чтобы программные продукты и процессы соответствовали требованиям, установленным для них, и реализовывались в рамках утвержденных планов. Совместные анализы, аудиторские проверки, верификация и аттестация могут использоваться в качестве методов обеспечения качества.

- *Верификации.* Определяет работы (заказчика, поставщика или независимой стороны) по верификации программных продуктов по мере реализации программного проекта.

- *Аттестации.* Определяет работы (заказчика, поставщика или независимой стороны) по аттестации программных продуктов программного проекта.

- *Совместного анализа.* Определяет работы по оценке состояния и результатов какой-либо работы. Данный процесс может использоваться двумя любыми сторонами, когда одна из сторон (проверяющая) проверяет другую сторону (проверяемую) на совместном совещании.

- *Аудита.* Определяет работы по определению соответствия требованиям, планам и договору. Данный процесс может использоваться двумя сторонами, когда одна из сторон (проверяющая) контролирует программные продукты или работы другой стороны (проверяемой).

- *Решения проблем.* Определяет процесс анализа и устранения проблем (включая несоответствия), независимо от их характера и источника,

которые были обнаружены во время осуществления разработки, эксплуатации, сопровождения или других процессов.

Организационные процессы жизненного цикла:

- *Управления.* Определяет основные работы по управлению, включая управление проектом, при реализации процессов жизненного цикла.
- *Создания инфраструктуры.* Определяет основные работы по созданию основной структуры процесса жизненного цикла.
- *Усовершенствования.* Определяет основные работы, которые организация (заказчика, поставщика, разработчика, оператора, персонала сопровождения) выполняет при создании, оценке, контроле и усовершенствовании выбранных процессов жизненного цикла.
- *Обучения.* Определяет работы по соответствующему обучению персонала.

### 2.7.2. Стандарт ISO 15504

Стандарт ISO/IEC 12207 разрабатывался 9 лет и достаточно быстро устарел. В 1998г. выходит новый стандарт ISO/IEC TR 15504: Information Technology – Software Process Assessment (Оценка процессов разработки ПО). В этом документе рассматриваются вопросы аттестации, определения зрелости и усовершенствования процессов ЖЦ ПО. Один из разделов документа содержит новую классификацию процессов ЖЦ, являющуюся развитием стандарта ISO/IEC 12207.

Связь со стандартом ISO/IEC 12207 состоит в том, что все процессы стандарта ISO 15504 принадлежат к одному из следующих типов:

- базовый – процесс из ISO/IEC 12207;
- расширенный – расширение процесса из ISO/IEC 12207;
- новый – процесс, не описанный в ISO/IEC 12207;
- составляющий – часть процесса из ISO/IEC 12207;
- расширенный составляющий – расширенная часть процесса из ISO/IEC 12207.

Классификация процессов приведена в табл.2.2. В соответствии с новой классификацией в трех группах процессов вводятся пять категорий процессов.

*Категория CUS: Потребитель–Поставщик* состоит из процессов, непосредственно влияющих на потребителя, поддерживающих процесс разработки ПС и его передачи потребителю и обеспечивающих возможность корректного использования ПС или услуги.

Таблица 2.2

## Классификация процессов ЖЦ ПО

Тип процесса	Процесс, подпроцесс
<i>Категория CUS: Потребитель–поставщик</i>	
Базовый	CUS.1 Приобретения
Составляющий	CUS.1.1 Подготовки приобретения
	CUS.1.2 Выбора поставщика
	CUS.1.3 Мониторинга поставщика
	CUS.1.4 Приемки
Базовый	CUS.2 Поставки
Новый	CUS.3 Процесс выявления требований
Расширенный	CUS.4 Эксплуатации
Расширенный составляющий	CUS.4.1 Процесс эксплуатационного использования
	CUS.4.2 Процесс поддержки потребителя
<i>Категория ENG: Инженерные процессы</i>	
Базовый	ENG.1 Процесс разработки
Составляющий	ENG.1.1 Процесс анализа требований и разработки системы
	ENG.1.2 Процесс анализа требований к программным средствам
	ENG.1.3 Процесс проектирования программных средств
	ENG.1.4 Процесс конструирования программных средств
	ENG.1.5 Процесс интеграции программных средств
	ENG.1.6 Процесс тестирования программных средств
	ENG.1.7 Процесс интеграции и тестирования системы
Базовый	ENG.2 Процесс сопровождения системы и программных средств
<i>Категория SUP: Вспомогательные процессы</i>	
Расширенный	SUP.1 Процесс документирования
Базовый	SUP.2 Процесс управления конфигурацией
	SUP.3 Процесс обеспечения качества
	SUP.4 Процесс верификации
	SUP.5 Процесс проверки соответствия
	SUP.6 Процесс совместных проверок
	SUP.7 Процесс аудита
	SUP.8 Процесс разрешения проблем
<i>Категория MAN: Управленческие процессы</i>	
Базовый	MAN.1 Процесс административного управления
Новый	MAN.2 Процесс управления проектами
	MAN.3 Процесс управления качеством
	MAN.4 Процесс управления рисками
<i>Категория ORG: Организационные процессы</i>	
Новый	ORG.1 Процесс организационных установок
Базовый	ORG.2 Процесс совершенствования
Составляющий	ORG.2.1 Процесс создания процессов
	ORG.2.2 Процесс аттестации процессов
	ORG.2.3 Процесс совершенствования процессов
Расширенный	ORG.3 Процесс административного управления кадрами
Базовый	ORG.4 Процесс создания инфраструктуры



Тип процесса	Процесс, подпроцесс
Новый	ORG.5 Процесс измерения
	ORG.6 Процесс повторного использования

*Категория ENG: Инженерные процессы* состоит из процессов, которые непосредственно определяют, реализуют или поддерживают программный продукт, его взаимодействие с системой и документацию на него. В тех случаях, когда система целиком состоит из ПС, инженерные процессы имеют отношение только к созданию и поддержанию этих ПС.

*Категория SUP: Вспомогательные процессы* состоит из процессов, которыми могут пользоваться любые другие процессы (включая другие вспомогательные процессы) в различные моменты ЖЦ ПС.

*Категория MAN: Управленческие процессы* состоит из процессов, содержащих практики общего характера, которые могут быть использованы каждым, кто управляет любым проектом или процессом в ходе ЖЦ ПС.

*Категория ORG: Организационные процессы* состоит из процессов, которые устанавливают цели функционирования организации и создают активы процессов, продуктов и ресурсов, которые, будучи использованы в проектах организации, способствуют выполнению ее целей. Эти организационные процессы:

- создают инфраструктуру организации;
- используют все лучшее из того, что имеется (передовой опыт) во всех частях организации (эффективные процессы, лучшие навыки, качественный программный код, хорошие средства поддержки);
- делают это общедоступным в рамках всей организации;
- создают базу для постоянного совершенствования во всей организации.

## 2.8. Модель жизненного цикла программного продукта

### 2.8.1. Схема модели

Модель ЖЦ ПО описывает набор фаз (этапов, стадий) проекта по созданию ПО, в которых выполняются отдельные процессы, разбитые на операции и задачи. Приведем определения этих понятий.

*Жизненный цикл проекта* – набор последовательных фаз проекта, количество и состав которых определяется потребностями управления проектом организацией или организациями, участвующими в проекте.

*Фаза проекта* – объединение логически связанных операций проекта, обычно завершающихся достижением одного из основных результатов.

*Операция, работа* – элемент работ проекта. У операций обычно имеется ожидаемая длительность, потребность в ресурсах, стоимость. Операции могут далее подразделяться на *задачи*.

В этих определениях существенным является следующее:

- состав, количество и порядок выполнения фаз определяется особенностью проекта;
- каждая фаза завершается получением одного из основных результатов, в то время как процесс или задача – просто значимого результата

Для схемы модели ЖЦ ПО (рис.2.3) характерно следующее:

1. Результатом выполнения каждой фазы является некоторая модель ПО. Описание требований – модель того, что должен делать программный продукт; результат анализа – модель основных архитектурных решений и т.д..

2. Результат выполнения каждой фазы является входом следующей фазы и фазы должны выполняться в определенной моделью ЖЦ последовательности.

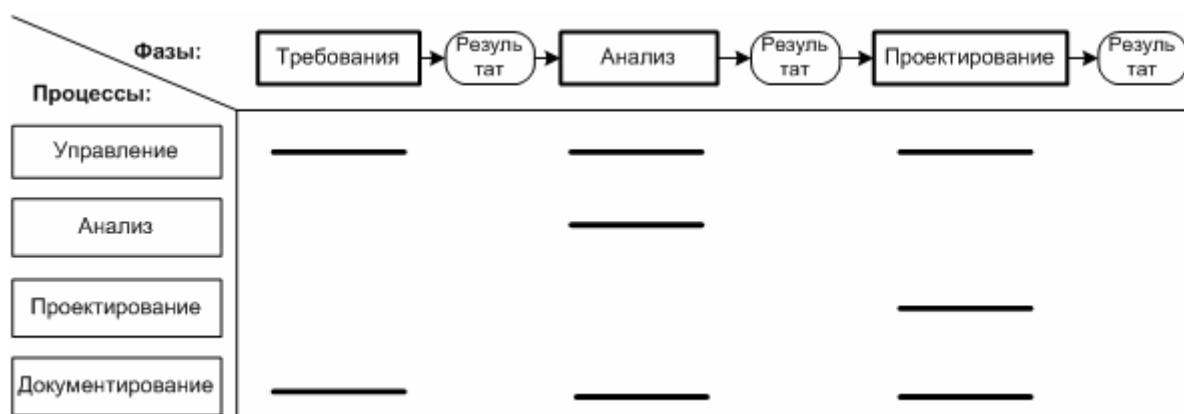


Рис.2.3. Схема модели ЖЦ ПО

Некоторые процессы могут выполняться на нескольких фазах, некоторые – в пределах одной.

В стандарте ISO/IEC 12207 *модель жизненного цикла* (life cycle model) определяется как структура, состоящая из процессов, работ и задач, включающих в себя разработку, эксплуатацию и сопровождение программного продукта, охватывающая жизнь системы от установления требований к ней до прекращения ее использования. При этом, конкретные модели определяются особенностью задач, ограничениями на ресурсы, опытом разработчиков и т.д..

Известны некоторые типовые модели ЖЦ ПО, которые проявили себя в определенных условиях, имеют определенные преимущества, недостатки и условия применимости.

### 2.8.2. Каскадная модель

Каскадная модель (водопад – waterfall) включает выполнение следующих фаз (рис.2.4).

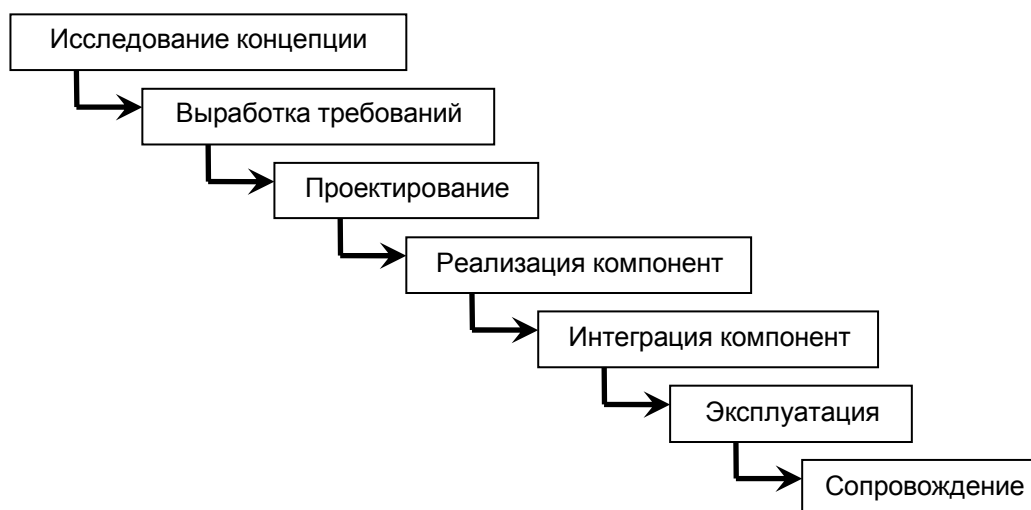


Рис.2.4. Схема каскадной модели ЖЦ ПО

1. *Исследование концепции* – происходит исследование требований, разрабатывается видение продукта и оценивается возможность его реализации.

2. *Определение требований* – определяются программные требования для информационной предметной области системы, предназначение, линии поведения, производительность и интерфейсы.

3. *Разработка проекта* – разрабатывается и формулируется логически последовательная техническая характеристика программной системы, включая структуры данных, архитектуру ПО, интерфейсные представления и процессуальную (алгоритмическую) детализацию.

4. *Реализация* – эскизное описание ПО превращается в полноценный программный продукт. Результат: исходный код, база данных и документация. В реализации обычно выделяют два этапа: реализацию компонент ПО и интеграцию компонент в готовый продукт. На обоих этапах выполняется кодирование и тестирование, которые тоже иногда рассматривают как два подэтапа.

5. *Эксплуатация и поддержка* – подразумевает запуск и текущее обеспечение, включая предоставление технической помощи, обсуждение возникших вопросов с пользователем, регистрацию запросов пользователя на модернизацию и внесение изменений, а также корректировку или устранение ошибок.

6. *Сопровождение* – устранение программных ошибок, неисправностей, сбоев, модернизация и внесение изменений. Состоит из итераций разработки.

Основными *принципами каскадной модели* являются:

- строго последовательное выполнение фаз;
- каждая последующая фаза начинается лишь тогда, когда полностью завершено выполнение предыдущей фазы;
- каждая фаза имеет определенные критерии входа и выхода: входные и выходные данные;
- каждая фаза полностью документируется
- переход от одной фазы к другой осуществляется посредством формального обзора с участием заказчика
- основа модели – сформулированные требования (ТЗ), которые меняться не должны;
- критерий качества результата – соответствие продукта установленным требованиям.

Каскадная модель имеет следующие *преимущества*:

- проста и понятна заказчикам;
- проста и удобна в применении:
  - ◆ процесс разработки выполняется поэтапно;
  - ◆ ее структурой может руководствоваться даже слабо подготовленный в техническом плане или неопытный персонал;
  - ◆ она способствует осуществлению строгого контроля менеджмента проекта;
- каждую стадию могут выполнять независимые команды (все документировано);
- позволяет достаточно точно планировать сроки и затраты.

При использовании каскадной модели для «неподходящего» проекта могут проявляться следующие ее основные *недостатки*:

- попытка вернуться на одну или две фазы назад, чтобы исправить какую-либо проблему или недостаток, приведет к значительному увеличению затрат и сбою в графике;

- интеграция компонент, на которой обычно выявляется большая часть ошибок, выполняется в конце разработки, что сильно увеличивает стоимость устранения ошибок;

- запаздывание с получением результатов – если в процессе выполнения проекта требования изменились, то получится устаревший результат.

Недостатки каскадной модели особо остро проявляются в случае, когда трудно или невозможно сформулировать требования или требования могут меняться в процессе выполнения проекта. В этом случае разработка ПО имеет принципиально циклический характер.

Каскадная модель не утратила своей актуальности при решении задач, для которых требования и их реализация максимально четко определены и понятны или используется неизменяемое определение продукта и вполне понятные технические методики. Это задачи типа:

- научно–вычислительного характера (пакеты и библиотеки научных программ типа расчета несущих конструкций зданий, мостов, деталей машин и т.п.);

- операционные системы и компиляторы;

- системы реального времени управления конкретными объектами.

Кроме того, каскадная модель применима в условиях:

- повторной разработки типового продукта (автоматизированного бухгалтерского учета, расчета зарплаты и т.п.);

- выпуска новой версии уже существующего продукта, если вносимые изменения вполне определены и управляемы (перенос уже существующего продукта на новую платформу).

И, наконец, принципы каскадной модели находят применение как элементы моделей других типов.

### 2.8.3. Спиральная модель

На практике разработка ПО имеет циклический характер, когда после выполнения некоторых стадий приходится возвращаться на предыдущие. Можно указать две основные причины таких возвратов:

- Ошибки разработчиков, допущенные на ранних стадиях и выявленные на поздних стадиях – ошибки анализа, проектирования, кодирования, выявляемые, как правило, на стадии тестирования.

- Изменение требований в процессе разработки («ошибки» заказчиков). Это или неготовность заказчиков сформулировать требования, или

изменения требований, вызванные изменениями ситуации в процессе разработки (изменения рынка, новые технологии и т.п.).

Основные *принципы спиральной модели* можно сформулировать следующим образом:

- разработка вариантов продукта, соответствующих различным вариантам требований с возможностью вернуться к более ранним вариантам;
- создание прототипов ПО как средства общения с заказчиком для уточнения и выявления требований;
- планирование следующих вариантов с оценкой альтернатив и анализом рисков, связанных с переходом к следующему варианту;
- переход к разработке следующего варианта до завершения предыдущего в случае, когда риск завершения очередного варианта (прототипа) становится неоправданно высок;
- использование каскадной модели как схемы разработки очередного варианта;
- активное привлечение заказчика к работе над проектом; заказчик участвует в оценке очередного прототипа ПО, уточнении требований при переходе к следующему, оценке предложенных альтернатив очередного варианта и оценке рисков.

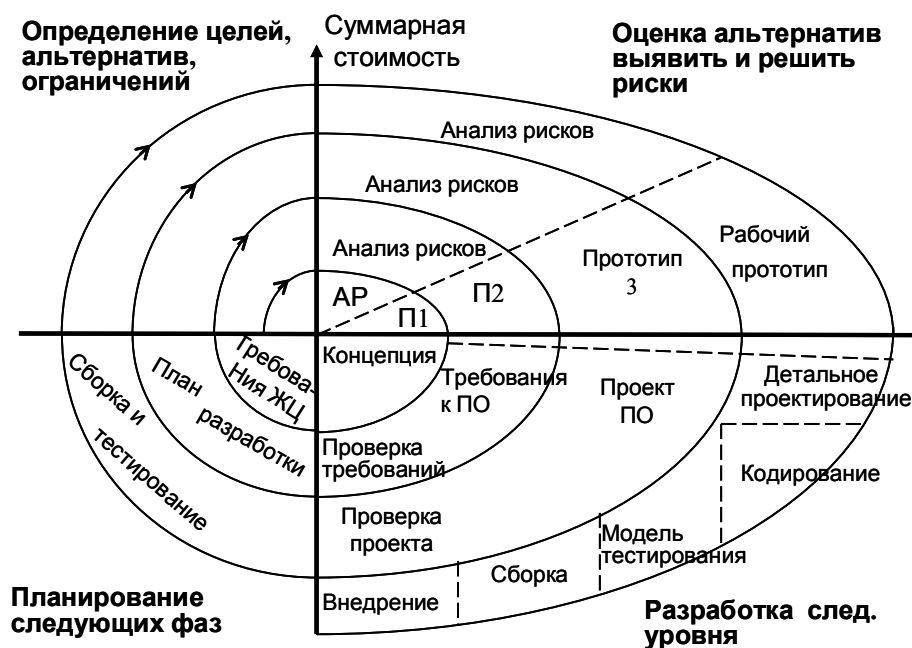
Схема работы спиральной модели выглядит следующим образом (рис.2.5). Разработка вариантов продукта представляется как набор циклов раскручивающейся спирали. Каждому циклу спирали соответствует такое же количество стадий, как и в модели каскадного процесса. При этом, начальные стадии, связанные с анализом и планированием представлены более подробно с добавлением новых элементов.

В каждом цикле выделяются четыре базовые фазы:

- определение целей, альтернативных вариантов и ограничений;
- оценка альтернативных вариантов, идентификация и разрешение рисков;
- разработка продукта следующего уровня;
- планирование следующей фазы.

«Раскручивание» проекта начинается с анализа общей постановки задачи на разработку ПО. Здесь на первой фазе определяются общие цели, устанавливаются предварительные ограничения, определяются возможные альтернативы подходов к решению задачи. Далее проводится оценка подходов, устанавливаются их риски. На фазе разработки создается концепция (видение) продукта и путей его создания.

Рис.2.5. Схема спиральной модели ЖЦ ПО



Следующий цикл начинается с планирования требований и деталей ЖЦ продукта для оценки затрат. На фазе определения целей устанавливаются альтернативные варианты требований, связанные с ранжированием требований по важности и стоимости их выполнения. На фазе оценки устанавливаются риски вариантов требований. На фазе разработки – спецификация требований (с указанием рисков и стоимости), готовится демоверсия ПО для анализа требований заказчиком.

Следующий цикл – разработка проекта – начинается с планирования разработки. На фазе определения целей устанавливаются ограничения проекта (по срокам, объему финансирования, ресурсам, ...), определяются альтернативы проектирования, связанные с альтернативами требований, применяемыми технологиями проектирования, привлечением субподрядчиков. На фазе оценки альтернатив устанавливаются риски вариантов и делается выбор варианта для дальнейшей реализации. На фазе разработки выполняется проектирование и создается демоверсия, отражающая основные проектные решения.

Следующий цикл – реализация ПО – также начинается с планирования. Альтернативными вариантами реализации могут быть применяемые технологии реализации, привлекаемые ресурсы. Оценка альтернатив и связанных с ними рисков на этом цикле определяется степенью «отработанности» технологий и «качеством» имеющихся ресурсов. Фаза разработки

выполняется по каскадной модели с получением действующего варианта (прототипа) продукта.

Отметим некоторые особенности спиральной модели:

- до начала разработки ПО есть несколько полных циклов анализа требований и проектирования;
- количество циклов модели (как в части анализа и проектирования, так и в части реализации) не ограничено и определяется сложностью и объемом задачи;
- в модели предполагаются возвраты на оставленные варианты при изменении стоимости рисков.

Спиральная модель (по отношению к каскадной) имеет следующие очевидные *преимущества*:

- более тщательное проектирование (несколько начальных итераций) с оценкой результатов проектирования, что позволяет выявить ошибки проектирования на более ранних стадиях;
- поэтапное уточнение требований в процессе выполнения итераций, что позволяет более точно удовлетворить требованиям заказчика;
- участие заказчика в выполнении проекта с использованием прототипов программы; заказчик видит, что и как создается, не выдвигает необоснованных требований, оценивает реальные объемы финансирования;
- планирование и управление рисками при переходе на следующие итерации позволяет разумно планировать использование ресурсов и обосновывать финансирование работ;
- возможность разработки сложного проекта по частям, выделяя на первых этапах наиболее значимые требования.

Основные *недостатки* спиральной модели связаны с ее сложностью:

- сложность анализа и оценки рисков при выборе вариантов;
- сложность поддержания версий продукта (хранение версий, возврат к ранним версиям, комбинация версий);
- сложность оценки точки перехода на следующий цикл;
- бесконечность модели – на каждом витке заказчик может выдвигать новые требования, которые приводят к необходимости следующего цикла разработки.

Спиральную модель целесообразно применять при следующих условиях:

- проект является сложным, дорогостоящим и обоснование его финансирования возможно только в процессе его выполнения;



- пользователи не уверены в своих потребностях или требования слишком сложны и могут меняться в процессе выполнения проекта и необходимо прототипирование для анализа и оценки требований;
- достижение успеха не гарантировано и необходима оценка рисков продолжения проекта;
- речь идет о применении новых технологий, что связано с риском их освоения и достижения ожидаемого результата;
- при выполнении очень больших проектов, которые в силу ограниченности ресурсов можно делать только по частям.

#### 2.8.4. Другие типы моделей

Существуют некоторые другие типы моделей, которое можно рассматривать как промежуточные между каскадной и спиральной моделями. Эти модели используют отдельные преимущества каскадной и спиральной моделей и достигают успеха для определенных типов задач.

*Итерационная модель* ЖЦ (рис.2.6) является развитием классической каскадной модели и предполагает возможность возвратов на ранее выполненные этапы.

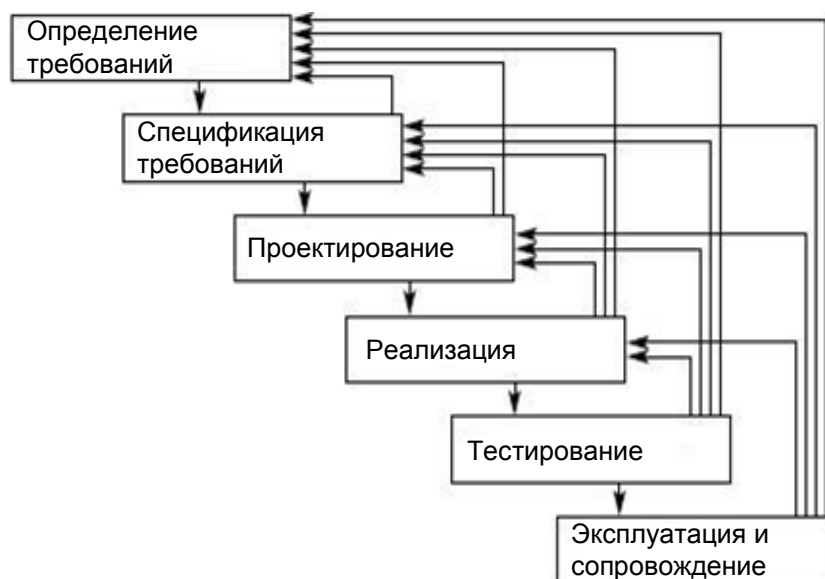


Рис.2.6. Схема итерационной модели ЖЦ ПО

Причинами возвратов в классической итерационной модели являются выявленные ошибки, устранение которых и требует возврата на предыдущие этапы в зависимости от типа ошибки – ошибки кодирования, проектирования, спецификации или определения требований. Реально итерационная модель является более жизненной, чем классическая каскадная мо-

дель, т.к. создание ПО всегда связано с устранением ошибок. Практически все применяемые модели ЖЦ имеют итерационный характер, но цели итераций могут быть разными.

*V-образная модель* (рис.2.7) была создана как итерационная разновидность каскадной модели. Целями итераций в этой модели является обеспечение процесса тестирования. Тестирование продукта обсуждается, проектируется и планируется на ранних этапах ЖЦ разработки. План испытания приемки заказчиком разрабатывается на этапе планирования, а компоновочного испытания системы – на фазах анализа, разработки проекта и т.д. Этот процесс разработки планов испытания обозначен пунктирной линией между прямоугольниками V-образной модели. Помимо планов на ранних этапах разрабатываются также и тесты, которые будут выполняться при завершении параллельных этапов.

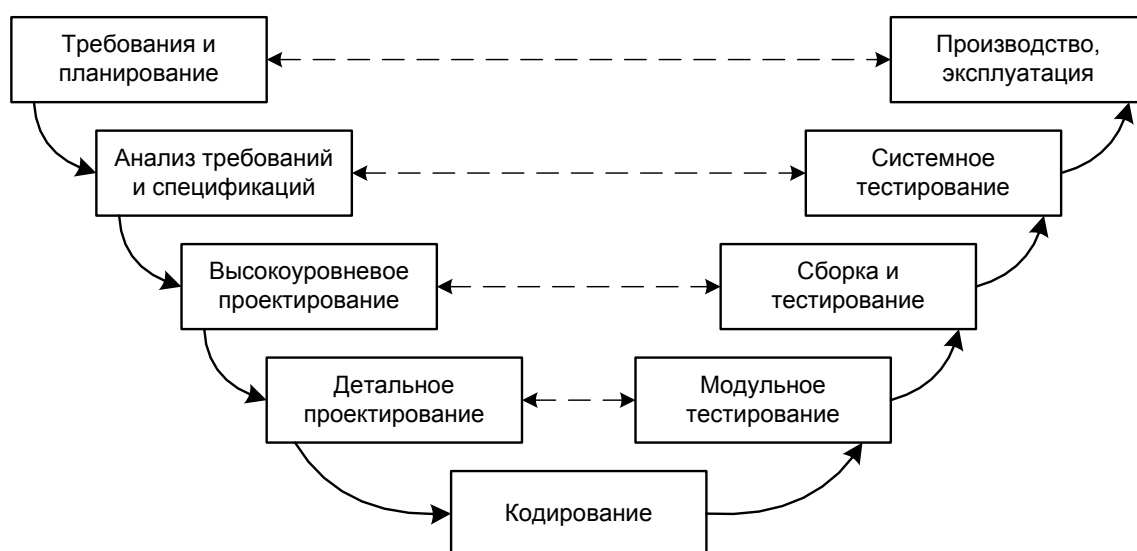


Рис.2.7. Схема V-образной модели ЖЦ ПО

*Инкрементная* (пошаговая) модель (рис.2.8) представляет собой процесс поэтапной реализации всей системы и поэтапного наращивания функциональных возможностей. На первом шаге необходим полный заранее сформулированный набор требований, которые делятся по некоторому признаку на части. Далее выбирается первая группа требований и выполняется полный проход по каскадной модели.

После того, как первый вариант системы, выполняющий первую группу требований, сдан заказчику, разработчики переходят к следующему шагу (второму инкременту) по разработке варианта, выполняющего вторую группу требований. Особенностью инкрементной модели является разработка приемочных тестов на этапе анализа требований, что упрощает приемку варианта заказчиком и устанавливает четкие цели разработки

очередного варианта системы. Кроме того, инкрементная модель для внутренней итерации может использовать не только каскадную, но и другие типы моделей.

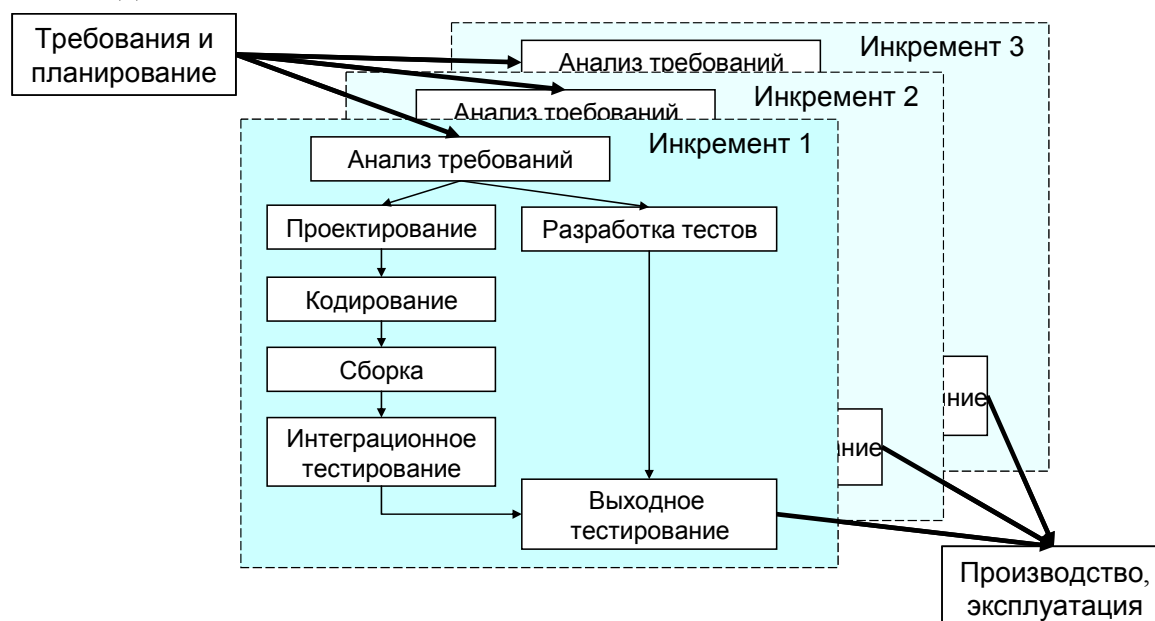


Рис.2.8. Схема инкрементной модели ЖЦ ПО

Инкрементная модель особенно эффективна в случае, когда задача разбивается на несколько относительно независимых подзадач (разработка подсистем «Зарплата», «Бухгалтерия», «Склад», «Поставщики»).

*Модель быстрого прототипирования* (рис.2.9) предназначена для быстрого создания прототипов продукта с целью уточнения требований и поэтапного развития прототипов в конечный продукт. Скорость выполнения проекта обеспечивается планированием разработки прототипов и участием заказчика в процессе разработки.

Начало ЖЦ разработки помещено в центре эллипса. Совместно с пользователем разрабатывается предварительный план проекта на основе предварительных требований. Результат начального планирования – документ, описывающий в общих чертах примерные графики и результативные данные.

Следующий уровень – создание исходного прототипа на основе быстрого анализа, проекта база данных, пользовательского интерфейса и некоторых функций. Затем начинается итерационный цикл быстрого прототипирования. Разработчик проекта демонстрирует очередной прототип, пользователь оценивает его функционирование, совместно определяются проблемы и пути их преодоления для перехода к следующему прототипу. Этот процесс продолжается до тех пор, пока пользователь не согласится,

что очередной прототип в точности отображает все требования. Получив одобрение пользователя, быстрый прототип преобразуют в детальный проект и систему настраивают на производственное использование. Именно на этом этапе настройки ускоренный прототип становится полностью действующей системой.



Рис.2.9. Схема модели быстрого прототипирования

При разработке производственной версии программы может понадобиться более высокий уровень функциональных возможностей, различные системные ресурсы, необходимые для обеспечения полной рабочей нагрузки или ограничения во времени. После этого следуют тестирование в предельных режимах, определение измерительных критериев и настройка, а затем, как обычно, функциональное сопровождение.

В настоящее время широкое применение получают так называемые *промышленные технологии* создания программного продукта. Эти технологии были разработаны фирмами, накопившими большой опыт создания ПО. Такие технологии, как правило, поддерживаются набором CASE-средств, охватывают все этапы жизненного цикла продукта и успешно применяются для решения практических задач. Эти технологии подробно рассматриваются в курсах «Технологии разработки программного обеспечения», «САПР программного обеспечения».

## Вопросы по теме

1. Назначение базового профиля жизненного цикла программных средств.
2. Что такое жизненный цикл программного продукта?

3. Какие особенности имеют стандарты жизненного цикла программных средств по сравнению с другими техническими объектами?
4. Какие особенности имеют сложные комплексы программ по сравнению с относительно небольшими программами?
5. Какие специалисты участвуют в жизненном цикле сложных комплексов программ? Какие функции они выполняют?
6. Что является методической основой технологии жизненного цикла программных средств?
7. На каких принципах основывается административное управление жизненным циклом и качеством программных средств? Охарактеризуйте их.
8. Основные цели регламентирования процессов и применения стандартов в жизненном цикле программных средств.
9. Назовите основные общесистемные стандарты жизненного цикла программных средств. Какие функции они выполняют?
10. Что такое программный продукт, процесс, задача?
11. Какие типы процессов и конкретные процессы вы запомнили?
12. Что такое модель жизненного цикла ПО?
13. Какие типы моделей вы знаете? В чем их преимущества, недостатки, область применимости?

### 3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

#### 3.1. Основные факторы, определяющие качество программных средств

Выбор и формирование требований к ПС состоит в анализе необходимых свойств, характеризующих качество его функционирования и применения с учетом ресурсных возможностей разработчиков. При этом под *качеством функционирования* понимается множество свойств, обуславливающих пригодность ПС обеспечивать надежное и своевременное представление требуемой информации потребителю для ее дальнейшего использования по назначению.

В соответствии с принципиальными особенностями, назначением и свойствами каждого ПС при проектировании должны выбираться номенклатура и значения характеристик качества, которые впоследствии отражаются в ТЗ и в технической документации на конечный продукт. Каждая характеристика качества может эффективно использоваться, если определена ее метрика, мера и шкала и может быть указан *способ ее измерения или оценивания, а также сопоставления с требуемым значением*. Они должны, прежде всего, отражать *функциональную пригодность* для применения ПС с заданными целями.

Качество изменяется в течение ЖЦ ПС, то есть его требуемое и реальное значение в начале ЖЦ почти всегда отличается от фактически достигнутого при завершении проекта. На практике важно оценивать качество программ не только в завершенном виде, но и в процессе их проектирования, разработки и сопровождения. Кроме того, оценки показателя качества могут быть субъективными и отражать различные точки зрения и потребности разных специалистов. Чтобы эффективно управлять качеством на каждом этапе ЖЦ, необходимо уметь определять и примирять эти различные представления требуемого качества и его изменения.

При системном анализе и проектировании ПС необходимо определять и учитывать связи, влияние и взаимодействие следующих основных факторов, которые отражаются на их качестве (рис.3.1):

- назначение, содержание и описание функциональных и конструктивных характеристик, субхарактеристик и атрибутов, определяющих специфические особенности свойств и качества конкретного ПС;

- метрики, меры и шкалы, выбранные и пригодные для измерения и оценивания конкретных характеристик и атрибутов качества ПС;
- внешние и внутренние негативные факторы, влияющие на достигаемое качество ПС;
- доступные ресурсы, ограничивающие возможные величины реальных характеристик качества ПС.



Рис.3.1. Основные факторы, влияющие на качество ПС

Влияние перечисленных компонентов зависит от назначения ПС и требований к функциям. Множество характеристик качества ПС можно разделить на две принципиально различающиеся группы (рис.3.1):

- *функциональные характеристики* (функциональность) – определяющее назначение, свойства и задачи, решаемые комплексом программ для основных пользователей, отличающиеся очень широким спектром и разнообразием, состав и специфику которых трудно унифицировать и можно категоризировать только по большому количеству классов и свойств ПС;

- *конструктивные характеристики* качества, номенклатура которых может быть унифицирована, адаптирована и использована для описания внутренних и внешних стандартизуемых характеристик качества, поддерживающих реализацию основных функциональных требований к качеству объектов и процессов ЖЦ ПС.

Определение и сравнение *функционального качества программ* целесообразно рассматривать в пределах ограниченных классов ПС, выполняющих подобные функции. Такие классы функций могут выделяться в пределах проблемно–ориентированных сфер применения (административные, банковские, медицинские, машиностроительные и т.п.) и для решения более мелких специализированных функциональных задач в этих областях. Функциональные характеристики могут подвергаться значительным модификациям в течение всего ЖЦ ПС.

*Функциональная пригодность* (ISO 9126) непосредственно определяет основное назначение и функции ПС для пользователей. В контракте и ТЗ для каждого проекта функциональная пригодность должна быть выделена и формализована для однозначного понимания и оценивания всеми участниками ЖЦ ПС на каждом его этапе.

*Конструктивные характеристики* (рис.3.1) играют подчиненную роль и должны поддерживать и обеспечивать высокое качество реализации функций ПС и его применения по основному назначению. Их выбор и значения определяются требованиями к функциональной пригодности ПС.

### **3.2. Стандарты, регламентирующие характеристики качества**

Основой формального регламентирования показателей качества ПС является стандарт «ISO 9126:1991 – Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по применению». Развитие этого стандарта проводится в направлении уточнения,



детализации и расширения описаний, характеристик качества комплексов программ. Для замены редакции 1991 года завершается разработка и формализован проект стандарта, состоящего из четырех частей ISO 9126–1–4. Стандарт ISO 9126:1991 предполагается заменить на две взаимосвязанные серии стандартов: ISO 9126–1–4 (см. гл.4) и утвержденный стандарт ISO 14598–1–6:1998-2000 – Оценивание программного продукта (см. п.6.3).

Проект нового стандарта ISO 9126 состоит из следующих частей под общим заголовком – Технический отчет – Информационная технология – Качество программных средств:

- Часть 1: Модель качества;
- Часть 2: Внешние метрики качества;
- Часть 3: Внутренние метрики качества;
- Часть 4: Метрики качества в использовании.

ISO 9126–1 определяет модель характеристик качества ПС (рис.3.2) и ее связи с ЖЦ комплексов программ. Требования пользователя к качеству в спецификациях должны в процессе верификации преобразовываться в требования к внешнему качеству, а затем в требования к внутреннему качеству. Процессы реализации требований к внутреннему качеству должны обеспечивать внешнее качество, а внешнее качество воплощаться в качество для пользователей.



Рис.3.2. Модель характеристик качества ПС

Модель внутренних и внешних характеристик качества ПС состоит из шести групп базовых показателей, каждая из которых детализирована несколькими нормативными субхарактеристиками.

*Функциональная пригодность* детализируется:

- пригодностью для применения;
- корректностью (правильностью, точностью);
- способностью к взаимодействию;
- защищенностью.

*Надежность* характеризуется:

- уровнем завершенности (отсутствия ошибок);
- устойчивостью к дефектам;
- восстанавливаемостью;
- доступностью – готовностью.

*Эффективность* рекомендуется отражать:

- временной эффективностью;
- используемостью ресурсов.

*Применимость (практичность)* предлагается описывать:

- понятностью;
- простотой использования;
- изучаемостью;
- привлекательностью.

*Сопровождаемость* представляется:

- удобством для анализа;
- изменяемостью;
- стабильностью;
- тестируемостью.

*Мобильность (переносимость)* предлагается отражать:

- адаптируемостью;
- простотой установки – инсталляции;
- сосуществованием – соответствием;
- замещаемостью.

Дополнительно каждая характеристика сопровождается субхарактеристикой *согласованность*, которая должна отражать отсутствие противоречий со стандартами и нормативными документами, а также с другими показателями в данном стандарте.

Вторая и третья части стандарта ISO 9126–2,3 посвящены формализации соответственно внешних и внутренних характеристик качества

сложных ПС. Показано, что внутреннее и внешнее качества относятся непосредственно к самому программному продукту, а метрики качества в использовании проявляются в эффекте от его применения и зависят от внешней среды. Между тремя типами метрик и характеристик качества существует взаимовлияние сверху вниз и зависимость снизу вверх.

Четвертая часть стандарта ISO 9126–4 – метрики качества в использовании – предназначена для покупателей, поставщиков, разработчиков, сопровождающих, пользователей и менеджеров качества ПС. Перечислены желательные свойства процессов измерения:

- надежность (повторяемость, восстанавливаемость);
- ресурсная эффективность;
- корректность;
- беспристрастность;
- выразительность результатов.

Предложена модель качества в использовании (рис.3.3).

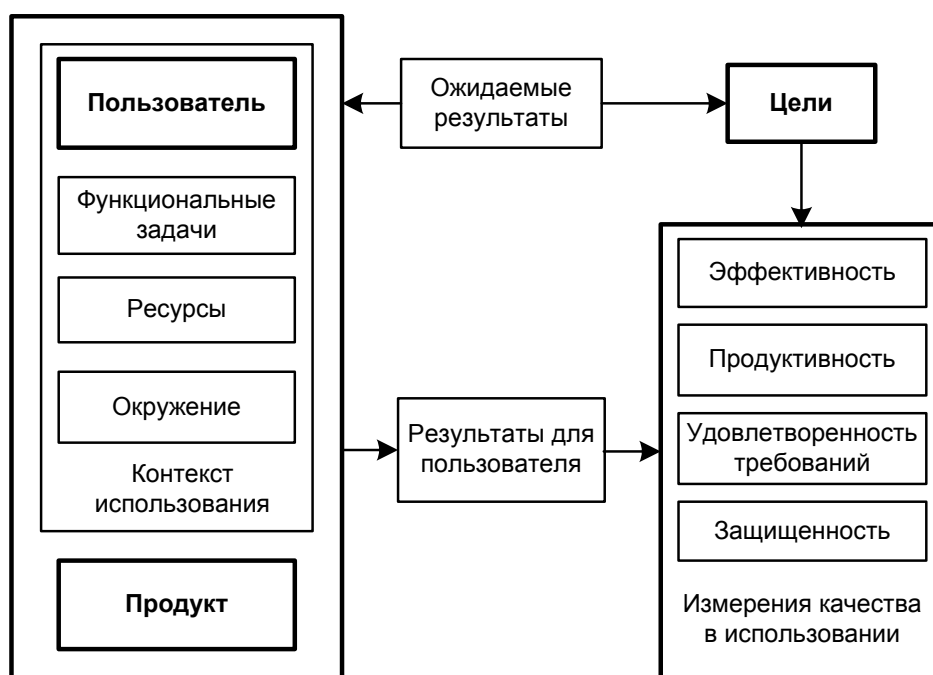


Рис.3.3. Модель качества в использовании

Для оценивания качества в использовании рекомендуется применять четыре характеристики:

- эффективность;
- продуктивность;
- удовлетворение требований;
- защищенность.

### 3.3. Метрики характеристик качества программных средств

Общее представление о качестве ПС стандартом ISO 9126:1–4 рекомендуется отражать тремя взаимодействующими и взаимозависимыми метриками характеристик качества (рис.3.2). Качество ПС можно измерять внутренне – статическим анализом мер программного кода или внешне – измерением поведения программного кода при его исполнении. Эти типы метрик применимы при определении целей проекта и требований к качеству ПС, включая промежуточные компоненты и продукты. Подходящие внутренние атрибуты качества ПС являются предпосылкой достижения требуемого внешнего поведения, а приемлемое внешнее поведение – предпосылка достижения качества в использовании (табл.3.1).

Таблица 3.1

Модель процесса конкретизации метрик качества в ЖЦ ПС (ISO 9126)

Этапы ЖЦ	Рекомендации модели качества	Основные результаты этапа
1. Анализ требований к программам и системе	Разработка требования к качеству в использовании, к внешнему и внутреннему качеству	Требования к качеству в использовании, к внешнему и внутреннему качеству
2. Архитектурное проектирование программ и системы	Проектирование качества в использовании и внешнего. Измерение внутреннего качества	Архитектурный проект ПС и системы
3. Детальное проектирование ПС	Прогнозирование качества в использовании и внешнего. Измерение внутреннего качества	Детальный проект ПС
4. Кодирование и тестирование ПС	Прогнозирование качества в использовании и внешнего. Измерение внутреннего качества	Тексты программных компонентов и результаты их тестирования
5. Интеграция программ и их квалификационное тестирование	Прогнозирование качества в использовании. Измерения внешнего и внутреннего качества	Программный продукт и результаты его квалификационного тестирования
6. Интеграция и квалификационное тестирование системы	Прогнозирование качества в использовании. Измерения внешнего и внутреннего качества	Интегрированные в систему программы и ее квалификационное тестирование
7. Инсталляция ПС	Прогнозирование	Инсталлированная система
8. Приемка программного продукта на обслуживание	Измерения качества в использовании, внешнего и внутреннего качества	Поставляемый программный продукт

Конкретное ПС может быть частью большей системы, состоящей из других программных продуктов, с которыми оно имеет интерфейсы аппа-

ратных средств, персонала операторов и рабочих потоков данных. Поставляемое ПС оценивается уровнями отобранных для спецификаций внешних метрик. Эти метрики описывают его взаимодействие со средой и оцениваются путем наблюдения и измерения ПС в действии.

*Внутренние метрики* в соответствии со стандартами могут применяться в ходе проектирования и программирования к неисполняемым компонентам ПС таким, как спецификация или исходный программный текст. При разработке ПС промежуточные продукты следует оценивать с использованием внутренних метрик, которые отражают некоторые функциональные и конструктивные свойства программ. Внутренние метрики дают возможность разработчикам, испытателям и заказчикам оценивать качество ЖЦ программ и заниматься вопросами технологического обеспечения качества до того, как ПС становится готовым к использованию продуктом. Измерения внутренних метрик используют свойства, категории, числа или характеристики элементов из состава ПС, которые, например, имеются в процедурах исходного программного текста, в графе потока управления, в потоке данных и в представлениях изменения состояний памяти. Качество документации также может оцениваться с использованием внутренних метрик.

*Внешние метрики* используют меры ПС, выведенные из поведения системы, частью которых они являются, путем испытаний, эксплуатации и наблюдения исполняемых программ или функционирования информационной системы. Перед приобретением или использованием ПС его следует оценить с использованием метрик, основанных на деловых и профессиональных целях, связанных с применением и управлением программным продуктом. Внешние метрики обеспечивают заказчикам, пользователям и разработчикам возможность прослеживать качество ПС в ходе испытаний или опытной эксплуатации.

Когда общие требования к функциям ПС определены, в них должны быть выделены и перечислены характеристики и субхарактеристики, которые составляют полный набор показателей качества конкретного комплекса программ. Затем определяются подходящие внешние метрики, их меры и приемлемые диапазоны значений, устанавливающие количественные и качественные критерии, которые подтверждают, что ПС удовлетворяет потребностям заказчика и пользователей. Далее определяются и специфицируются внутренние атрибуты качества, чтобы спланировать удовлетворение внешних характеристик качества в конечном продукте и обеспечить их в промежуточных продуктах в ходе разработки. Подходящие внутренние

метрики специфицируются для получения числовых значений или категорий и свойств внутренних характеристик качества, чтобы их можно было использовать для проверки того, что промежуточные продукты в процессе разработки удовлетворяют внутренним спецификациям качества.

*Метрики качества в использовании* отражают, в какой степени продукт удовлетворяет потребности конкретных пользователей в достижении заданных целей с результативностью, продуктивностью и удовлетворением в заданном контексте использования. При этом *результативность* подразумевает точность и полноту достижения определенных целей пользователями при применении ПС. *Продуктивность* соответствует соотношению израсходованных ресурсов и результатов при эксплуатации ПС. *Удовлетворенность* – это технологическое психологическое отношение к качеству процессов и результатов использования программного продукта. Эта метрика не отражена среди шести базовых характеристик ПС согласно стандарту ISO 9126–1, однако рекомендуется для *интегральной оценки* результатов функционирования и применения комплексов программ в ISO 9126–4.

Качество в использовании – это объединенный эффект функциональных и конструктивных характеристик качества ПС для разных типов пользователей.

Практически невозможно измерить все внутренние или внешние субхарактеристики и их атрибуты для всех компонентов крупномасштабных ПС. Аналогично, обычно не практикуется оценивать качество в использовании для всех возможных сценариев задач пользователей. Поэтому их необходимо ранжировать и выделять приоритетные процессы и объекты для оценивания характеристик с различной достоверностью.

### **3.4. Особенности измерения и оценивания характеристик качества**

Для выбора характеристик качества ПС и достоверного сравнения их с требованиями, а также для сопоставления их значений между различными программными продуктами необходимы измерение и использование определенных мер и шкал. Стандартами рекомендуется, чтобы было предусмотрено измерение каждой характеристики качества ПС с точностью и определенностью, достаточной для выполнения сравнений с требованиями, и чтобы эта точность обеспечивалась при измерении. Следует предусматривать нормы допустимых ошибок измерения, вызванных инструментами и ошибками человека – эксперта. Меры, используемые для сравне-

ний, должны быть утверждены, и иметь точность, достаточную для выполнения надежных сравнений. Для этого требуется, чтобы измерения были объективны и воспроизводимы.

Чтобы измерения были объективными, должна быть документирована и согласована процедура для присвоения числового значения, свойства или категории каждому атрибуту программного продукта. При эмпирических измерениях для получения данных должны использоваться наблюдения или одобренные вопросники с применением номинальной, интервальной или порядковой шкалы. Процедуры измерений должны давать в результате одинаковые меры с приемлемой устойчивостью, получаемые различными субъектами при выполнении одних и тех же измерений характеристик ПС в различных случаях.

Характеристики, субхарактеристики и атрибуты качества ПС с позиции возможности и точности их измерения можно разделить на *три группы показателей*, особенности которых следует уточнять при их выборе:

- *категорийные* – описательные, отражающие набор свойств и общие характеристики объекта – его функции, категории ответственности, защищенности и важности, которые могут быть представлены номинальной шкалой категорий–свойств;

- *количественные* – представляемые множеством упорядоченных числовых точек, отражающих непрерывные закономерности и описываемые интервальной или относительной шкалой, которые можно объективно измерить и численно сопоставить с требованиями;

- *качественные* – содержащие несколько упорядоченных или отдельных свойств – категорий, которые характеризуются порядковой или точечной шкалой набора категорий (есть – нет, хорошо – плохо), устанавливаются, выбираются и оцениваются в значительной степени субъективно и экспертно.

К *первой группе* относятся показатели качества, которые характеризуются наибольшим разнообразием значений – свойств программ и наборов данных – и охватывает весь спектр классов, назначений и функций современных ПС. Эти свойства можно сравнивать только в пределах однотипных ПС и трудно упорядочивать по принципу предпочтительности. Среди стандартизованных показателей качества к этой группе относится *функциональная пригодность*, являющаяся самой важной и доминирующей характеристикой любых ПС.

Ко *второй группе* стандартизованных показателей качества относятся достаточно достоверно и объективно измеряемые численные характери-

стики ПС. Значения этих характеристик обычно в наибольшей степени влияют на функциональную пригодность и метрики в использовании ПС. Поэтому выбор и обоснование их требуемых значений должно проводиться наиболее аккуратно и достоверно уже при системном проектировании ПС. Такими характеристиками являются надежность и эффективность комплексов программ.

*Третью группу* стандартизованных показателей качества ПС трудно полностью описать измеряемыми количественными значениями и их некоторые субхарактеристики имеют описательный качественный вид. В зависимости от функционального назначения ПС по согласованию с заказчиком можно определять экспертно степень необходимости этих свойств и базовые значения уровня реализации их атрибутов в ЖЦ конкретного ПС.

Например, не всегда может требоваться *мобильность программ* на новые операционные и аппаратные платформы, а также выбор и оценка соответствующих субхарактеристик, которые можно полностью исключать из метрик качества в использовании. В других случаях мобильность можно оценить категориями: отличная, хорошая, удовлетворительная или неудовлетворительная. Такие оценки могут проводиться экспертно на основе анализ возможной трудоемкости и длительности реализации процессов переноса комплекса программ на новую платформу.

### 3.5. Негативные факторы, влияющие на качество

Целеустремленная деятельность разработчиков направлена на удовлетворение требований заказчика и пользователей ПС при их применении по прямому назначению. Для этого используются технологии и инструментальные средства, обеспечивающие ЖЦ ПС с заданными функциональными и конструктивными характеристиками качества (см. п.5.2). Эта деятельность регламентируется рядом методов и стандартов, которые являются компонентами *технологического обеспечения качества программных средств* в течение их ЖЦ.

Различия между ожидаемыми и полученными результатами функционирования программ могут быть следствием дефектов и ошибок не только в созданных программах и данных, но и *системных ошибок в первичных требованиях спецификаций*, явившихся исходной базой при создании ПС. Тем самым проявляется объективная реальность, заключающаяся в невозможности абсолютной корректности и полноты исходных спецификаций для проектирования крупномасштабных ПС.



На практике в процессе разработки ПС исходные требования к качеству уточняются и детализируются по согласованию между заказчиком и разработчиком. Базой таких уточнений являются неформализованные представления и знания специалистов и результаты промежуточных этапов. Однако установить ошибочность исходных данных и спецификаций еще труднее, чем обнаружить ошибки в созданных программах и данных, так как принципиально отсутствуют декларированные данные, которые можно использовать как эталонные, и их заменяют неформализованные представления заказчика и разработчиков.

Степень влияния всех внутренних негативных факторов, а также внешних угроз на качество ПС определяется в значительной степени *качеством технологий проектирования, разработки, сопровождения и документирования ПС* и их основных компонентов.

При ограниченных ресурсах на разработку ПС для достижения заданных требований на характеристики качества необходимо управление качеством в течение всего ЖЦ программ и данных. Такое управление предполагает высокую дисциплину и проектировочную культуру коллектива специалистов, использование им методик, стандартов, типовых нормативных документов и средств автоматизации разработки (CASE). Кроме того, обеспечение качества ПС предполагает формализацию и сертификацию системы качества и технологии их разработки на предприятии.

Дефекты функционирования ПС, не имеющие злоумышленных источников или последствий физических разрушений аппаратных компонентов, проявляются внешне как случайные, имеют разную природу и последствия. В частности, они могут приводить к нарушениям функциональной работоспособности и к отказам при использовании ПС.

В ЖЦ на ПС действуют различные негативные *дестабилизирующие факторы*, которые можно разделить на *внутренние*, присущие самим объектам уязвимости, и *внешние*, обусловленные средой функционирования.

*Внутренними источниками угроз* качеству функционирования сложных ПС являются следующие дефекты программ:

- системные ошибки при постановке целей и задач создания ПС;
- алгоритмические ошибки разработки при непосредственной реализации функций ПС;
- ошибки программирования в текстах программ и описаниях данных;
- недостатки средств защиты.

*Внешними дестабилизирующими факторами*, отражающимися на качестве функционирования перечисленных объектов уязвимости в ПС, являются:

- ошибки оперативного и обслуживающего персонала в процессе эксплуатации ПС;
- искажения информации в сетях телекоммуникации;
- сбои и отказы в аппаратуре вычислительных средств;
- недопустимые изменения состава и конфигурации комплекса взаимодействующей аппаратуры информационной системы.

Полное устранение перечисленных негативных воздействий и дефектов принципиально невозможно. Проблема состоит в выяснении факторов, от которых они зависят, в создании методов и средств уменьшения их влияния на функциональную пригодность ПС.

### **3.6. Ресурсы, ограничивающие достижимые характеристики качества**

В зависимости от характеристик объекта разработки на ее выполнение выделяются ресурсы различных видов. Их величины значительно влияют на экономические показатели и характеристики качества всего ЖЦ ПС. В результате *доступные ресурсы* становятся косвенными *критериями или факторами*, влияющими на выбор методов разработки, на достигаемое качество и эффективность применения ПС (рис.3.1). При этом следует учитывать, что каждый вид доступных ресурсов в реальных условиях ограничен и может варьироваться для конкретного проекта ПС только в некотором диапазоне.

Наиболее общим видом ресурсов, используемым в ЖЦ ПС, являются *допустимые финансово-экономические затраты* или эквивалентные им величины трудоемкости соответствующих работ. При тестировании и анализе качества этот показатель может применяться как вид ресурсных ограничений или как критерий оптимизации, определяющий достигаемую функциональную пригодность ПС. При этом необходимо также учитывать затраты на разработку, закупку и эксплуатацию системы качества, на технологию и комплекс автоматизации проектирования программ и баз данных (CASE-средства), которые могут составлять существенную часть совокупной стоимости и трудоемкости разработки и всего ЖЦ ПС.

*Время или допустимая длительность разработки* определенных версий ПС является невосполнимым ограниченным ресурсом реальных

проектов. Высокие требования заказчика к срокам реализации проектов ограничивают разработчиков и испытателей в продолжительности и объеме возможного анализа, разработки и, особенно, тестирования. Увеличение числа привлекаемых для этого специалистов при опытной эксплуатации или бета-тестировании только в некоторых пределах позволяет ускорять разработку и увеличивать совокупное число тестов при проверках.

*Кадры специалистов* можно оценивать численностью, тематической и технологической квалификацией. В создании крупномасштабных ПС участвуют системные аналитики и руководители различных рангов, программисты и вспомогательный обслуживающий персонал в некотором, желательно рациональном сочетании. Определяющими являются совокупная численность и структура коллектива, его подготовленность к коллективной разработке конкретного типа ПС и к применению его системы обеспечения качества функционирования.

*Доступные разработчикам ПС вычислительные ресурсы* объектных и технологических ЭВМ являются одним из важнейших факторов, определяющих достижимое качество сложных ПС. В процессе проектирования целесообразно выделять определенные ресурсы ЭВМ на оперативное обеспечение качества, повышение защищенности и надежности функционирования. Допустимая величина и рациональное распределение ресурсов ЭВМ на отдельные методы повышения определенных характеристик качества ПС оказывают существенное влияние на достигаемые их значения.

Особым показателем качества является *стоимость или совокупные трудовые, временные и материальные затраты* на приобретение, создание, модификацию и эксплуатацию компонентов и всего комплекса программ. Эта характеристика непосредственно влияет практически на все остальные показатели качества и определяет рентабельность покупки или создания заново конкретного программного продукта.

Это означает, что *качество является относительным понятием*, которое зависит от субъектов, осуществляющих его оценку с позиции эффективности использования, а также от состояния рынка соответствующей продукции, ее производителей и технологий. Ориентация на потребителей подразумевает анализ его нужд и определение возможностей рынка удовлетворить эти потребности. При этом следует учитывать рыночную конкуренцию двух видов: между поставщиками готовых к применению ПС с фиксированным качеством и между разработчиками, обеспечивающими ЖЦ ПС или их существенную часть, с характеристиками качества, требующимися конкретному заказчику.

Важнейшим *фактором конкурентоспособности ПС* является *соотношение между ценностью* имеющегося или предполагаемого продукта с позиции его использования потребителем *и его стоимостью* при создании или приобретении в условиях реального рынка. Для удовлетворения потребностей пользователей необходимы их затраты на приобретение готового или на заказ разработки и обеспечение ЖЦ соответствующего программного продукта. При этом особое значение имеет технико-экономическое обоснование и системное проектирование всего ЖЦ ПС. Поэтому значительное влияние необходимо уделять разработке концепции, ТЗ и спецификаций, когда *должен быть выбран первичный набор характеристик качества* и их значений, который в последующем следует конкретизировать, развивать и реализовать в течение ЖЦ ПС.

### **Вопросы по теме**

1. Назовите и охарактеризуйте основные факторы, влияющие на качество программных средств.
2. Опишите модель характеристик качества программных средств согласно стандарту ISO 9126.
3. Опишите модель процесса конкретизации метрик качества в жизненном цикле программных средств согласно стандарту ISO 9126.
4. Какие группы показателей характеристик качества программных средств вы знаете? Какие они имеют особенности?
5. Какие негативные факторы влияют на качество программных средств?
6. Какие ресурсы ограничивают достижение заданных характеристик качества программных средств?

## 4. ВЫБОР МЕР И ШКАЛ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1. Принципы выбора характеристик качества

Описание в стандарте ISO 9126:1–4 характеристик качества ПС не содержит указаний и методик выбора их значений в проектах. В данной главе рассмотрены принципы решения этих задач, которые являются основой для оценивания качества ПС, изложенного в главах 5 и 7. Для этого необходимо установить рациональные диапазоны мер и шкал для каждой субхарактеристики и ее атрибутов, которые можно будет использовать в качестве первичных ограничений при выборе их значений для реальных проектов. Далее должны быть разработаны процессы выбора, установления и представления в спецификациях требований к атрибутам каждой характеристики качества. Эти требования должны учитывать реальные ограничения ресурсов, доступных для обеспечения ЖЦ ПС.

Системная эффективность целевого применения ПС определяется степенью удовлетворения потребностей определенных лиц, которую во многих случаях можно измерить экономическими категориями: прибылью, стоимостью, трудоемкостью, предотвращенным ущербом, длительностью применения и т.п.. В стандартах эта эффективность отражается основной обобщенной характеристикой – *функциональная пригодность*. Хотя ее абсолютную величину обычно трудно измерить непосредственно и количественно, тем не менее, по ряду показателей возможна качественная оценка достоинств большинства ПС при применении.

Улучшение каждой характеристики качества требует некоторых затрат (трудоемкости, финансов, времени), которые в той или иной степени отражаются на основной характеристике качества – функциональной пригодности. При выборе конкретных мер и шкал конструктивных характеристик качества следует учитывать возможные затраты на их достижение и результирующее повышение функциональной пригодности, желательно, в сопоставимых экономических единицах в тех же мерах и масштабах. Такое даже приблизительное качественное сравнение эффекта и затрат позволяет избежать многих нерентабельных повышений требований к отдельным конструктивным характеристикам качества, которые не отражаются на адекватном улучшении функций ПС. Поэтому для каждого проекта необходимо ранжировать характеристики и их атрибуты и выделять

те, которые могут в наибольшей степени улучшить функциональную пригодность для конкретных целей.

Таким образом, при системном анализе, формировании ТЗ и спецификаций требований возникает *два класса оптимизационных задач*:

- распределение затрат на улучшение отдельных конструктивных характеристик ПС с целью достижения его максимальной или достаточно высокой функциональной пригодности;
- определение оптимальных или допустимых затрат на улучшение каждой конструктивной характеристики ПС, обеспечивающих адекватное или достаточно существенное увеличение качества функционирования.

Решение этих задач должно быть направлено на обеспечение достаточно высокой функциональной пригодности ПС *путем сбалансированного улучшения отдельных характеристик качества в условиях ограниченных ресурсов на ЖЦ*. Для этого в процессе системного анализа при подготовке ТЗ и требований спецификаций, значения требуемых атрибутов и субхарактеристик качества должны проверяться по степени их влияния на функциональную пригодность. Излишне высокие требования к отдельным атрибутам качества, требующие для реализации больших дополнительных трудовых и вычислительных ресурсов, целесообразно снижать, если они слабо влияют на основные функциональные характеристики ПС.

Строгое формализованное решение этих задач в большинстве случаев невозможно. Наиболее просто могут быть установлены рациональные значения стандартизованных характеристик или их номинальные категории свойств для определенных классов ПС. Ориентирами могут служить диапазоны изменения количественных характеристик качества ПС, границы шкал которых сверху и снизу могут быть выбраны *на основе следующих принципов*:

- предельные значения характеристик качества должны быть ограничены сверху возможными или рациональными затратами на их достижение при разработке ПС;
- наибольшие допустимые затраты ресурсов для достижения этих характеристик должны их обеспечивать на достаточно высоком уровне качества при применении или развитии ПС;
- допустимые наихудшие значения отдельных характеристик качества могут соответствовать значениям, при которых начинает заметно снижаться функциональная пригодность при эксплуатации ПС;

- значения отдельных конструктивных характеристик качества не должны негативно отражаться на возможных высоких значениях других приоритетных характеристик.

При определении этих границ следует учитывать корреляцию как между атрибутами определенных субхарактеристик, так и между различными характеристиками. Так, например, надежность функционирования ПС при больших нагрузках и перегрузках может сильно зависеть от временной эффективности использования производительности ЭВМ. Использование ресурсов ЭВМ может ограничивать сопровождаемость и изменяемость программ.

## **4.2. Выбор свойств и атрибутов качества функциональных возможностей**

Способность обеспечивать решение задач, удовлетворяющих установленные потребности заказчика и пользователей при применении комплекса программ в заданных условиях, отражена в стандарте ISO 9126 характеристикой *функциональные возможности*. В эту характеристику качества, кроме основной субхарактеристики функциональная пригодность, в стандарте включены, по существу, конструктивные субхарактеристики: корректность и способность к взаимодействию.

Более сложно классифицировать защищенность, функции которой непосредственно и органически связаны с конкретными особенностями функциональной пригодности. Этим она выделяется из конструктивных характеристик, которые более инвариантны к функциям ПС.

*Функциональная пригодность* связана с тем, *какие* функции и задачи решает ПС для удовлетворения потребностей пользователей. Другие характеристики главным образом связаны с тем, *как и при каких условиях* функции могут выполняться с требуемым качеством.

Субхарактеристики и атрибуты функциональной пригодности можно характеризовать в основном категориями и качественным описанием функций, для которых трудно определить меры и шкалы. Поэтому они отнесены в отдельную группу номинальных категорийно-описательных метрик.

Области применения, номенклатура и функции комплексов программ охватывают столь разнообразные сферы деятельности человека, что невозможно полностью выделить и унифицировать достаточно ограниченное число атрибутов для выбора и сравнения этой характеристики в различных по назначению комплексах программ. На начальных этапах проек-

та они обычно описываются в произвольной форме набором свойств в контракте, ТЗ и спецификации требований. В таких первичных описаниях содержится ряд неопределенностей и умолчаний, которые могут быть обусловлены недостаточной квалификацией заказчика и разработчика, а также различием их подходов к реализации конкретных функций ПС. В последующем эти описания должны приближаться по структуре и содержанию к требованиям соответствующих стандартов на ТЗ для компонентов ПС.

#### 4.2.1. Функциональная пригодность

*Функциональная пригодность* – это набор и описания атрибутов, определяющих назначение, основные необходимые и достаточные функции ПС, заданные ТЗ и спецификациями требований заказчика или потенциального пользователя (табл.4.1).

Таблица 4.1

Субхарактеристики и атрибуты качества для выбора функциональных возможностей ПС

Субхарактеристики	Атрибуты качества
Функциональная пригодность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствие назначения целям применения ПС;</li> <li>• соответствие требований к функциям назначению ПС;</li> <li>• соответствие исходной информации требованиям к функциям ПС;</li> <li>• соответствие состава и содержания выходной информации для потребителей назначению и функциям ПС;</li> <li>• соответствие структурных характеристик комплекса программ назначению и функциям ПС.</li> </ul>
Корректность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствие требований к функциям ПС требованиям к информационной системе;</li> <li>• соответствие требований к функциональным компонентам требованиям к функциям ПС;</li> <li>• соответствие текстов программ требованиям к функциональным компонентам ПС;</li> <li>• соответствие объектного кода исходному тексту программ функциональных компонентов ПС;</li> <li>• степень покрытия тестами возможных маршрутов исполнения программ.</li> </ul>
Способность к взаимодействию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• с операционной системой;</li> <li>• с аппаратной средой;</li> <li>• с внешней средой информационной системы и пользователями;</li> <li>• между программными компонентами;</li> <li>• между компонентами распределенных информационных систем.</li> </ul>



Субхарактеристики	Атрибуты качества
Защищенность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствие критериям и требованиям защиты от преднамеренных угроз безопасности ПС;</li> <li>• соответствие методам и средствам защиты от проявления случайных дефектов программ и данных;</li> <li>• обеспечение эффективности оперативных методов защиты и восстановления при проявлениях и реализации угроз;</li> <li>• соответствие стандартам и НД на защиту от различных типов угроз;</li> <li>• обеспечение равнопрочной защиты в соответствии с опасностью угроз и доступностью ресурсов для защиты.</li> </ul>

В процессе проектирования ПС атрибуты функциональной пригодности должны конкретизироваться в спецификациях на компоненты и на ПС в целом. Атрибутами этой характеристики качества могут быть функциональная полнота решения заданного комплекса задач, степень покрытия функциональных требований спецификациями и их стабильность при развитии ПС. Некоторые атрибуты можно представить численно: точностью результатов, относительным числом поэтапно изменяемых функций, числом реализуемых требований заказчика и т.д.. Кроме них функциональную пригодность отражают множество различных специализированных критериев, которые тесно связаны с конкретными решаемыми задачами и сферой применения программ.

Эта характеристика может значительно модифицироваться в ЖЦ ПС и соответственно изменяется конкретное содержание функций, которые подлежат оцениванию. Это позволяет постепенно формализовать применяемые метрики субхарактеристик и атрибутов функциональной пригодности. Такими атрибутами могут быть:

- функциональная адекватность программ документам и декларированным требованиям, утвержденным заказчиком;
- степень покрытия требований тестами;
- полнота и законченность реализации этих требований;
- точность выполнения требований детальных спецификаций на функциональные компоненты ПС.

Кроме того, функциональная пригодность зависит от многих конструктивных характеристик и их атрибутов, которым в стандартах придается самостоятельное значение.

Любые ПС, прежде всего, должны иметь экономическую, техническую, научную или социальную *эффективность применения*, которая должна отражать основную *цель их жизненного цикла*. Эта системная эффективность может быть описана количественно или качественно в виде набора полезных свойств ПС, их отличий от имеющихся у других комплексов программ, а также причин и источников возможной эффективности. В результате должна быть формализована цель использования и набор требований заказчика и пользователей при приобретении ПС, а также предполагаемая сфера его применения и назначение. Полнота и точность представления этой характеристики ПС может оцениваться в основном экспертно и является исходной для прослеживания всех последующих производных атрибутов функциональной пригодности.

Цель и назначение ПС детализируются и формализуются в *требованиях к функциям* компонентов и всего комплекса программ, способного реализовать декларированные цели.

Функции ПС реализуются в определенной аппаратной, операционной и пользовательской внешней среде информационной системы, характеристики которых существенно влияют на функциональную пригодность. Для выполнения требуемых функций комплекса программ необходима *адекватная исходная информация* от объектов внешней среды, содержание которой должно полностью обеспечивать реализацию декларированных функций. Результаты оценивания влияния источников, номенклатуры, структуры и качества входной информации на качество выполнения функций являются одной из важных составляющих для выбора и определения функциональной пригодности ПС в соответствующей внешней среде.

Цель и функции ПС реализуются тогда, когда *выходная информация* достигает потребителей – объектов или операторов-пользователей – с требуемым содержанием и качеством, достаточным для обеспечения эффективного применения и функциональной пригодности. Содержательная часть этой информации определяется конкретными задачами информационной системы и отражается метриками в использовании. *Степень покрытия* целей, назначения и функций ПС *выходной информацией* для пользователей следует рассматривать как *основную меру качества функциональной пригодности*. Прослеживание и оценивание адекватности и полноты состава выходной информации снизу вверх к назначению ПС должны завершать выбор базовых субхарактеристик качества функциональной пригодности независимо от сферы применения информационной системы (табл.4.1).

При определении группы *функциональных требований* следует выбирать и возможно четко формулировать в ТЗ:

- экономические, организационные, технические и/или социальные стратегические цели всего ЖЦ ПС и его компонентов;
- назначение, внешнюю среду и условия эффективного применения ПС;
- необходимую системную эффективность и требуемые технико-экономические показатели применения ПС в составе информационной системы;
- функциональные задачи основных компонентов и ПС в целом и системную эффективность каждого;
- необходимое и достаточное качество и временной регламент решения каждой функциональной задачи;
- соответствие ПС и его компонентов стандартам и НД на проектирование и применение;
- ограничения параметров внешней среды и условий для применения ПС, гарантирующие требуемые характеристики функциональной пригодности.

Функциональная пригодность в течение ЖЦ ПС зависит от группы его *структурных (архитектурных) характеристик*, выбор и формулировка требований к которым должны содержаться в ТЗ и/или спецификациях на компоненты и ПС в целом:

- соответствие функций и структуры ПС аппаратной и операционной среде и их ограниченным ресурсам;
- правила структурного построения комплекса, функциональных компонентов и модулей, требования к архитектуре ПС и его компонентов, а также уровню покрытия ими заданных функций комплекса программ;
- состав, структура и способы организации данных, а также требования к обмену данными между компонентами ПС и с внешней средой, к адекватности структуры базы данных и организации информационного обеспечения функций ПС;
- правила организации интерфейсов с операционной и внешней средой, а также качество и унифицированность пользовательского и межмодульного интерфейса;
- требования к контролю, хранению, обновлению и восстановлению программ и данных;
- требования к составу и содержанию технологической документации.

В составе требований к функциональной пригодности целесообразно выделять специальный раздел требований к *эксплуатационным характеристикам*:

- требования к организационному обеспечению и реализации процессов эксплуатации ПС;
- функции оперативного и административного персонала для полноценной эксплуатации ПС;
- необходимая квалификация и число специалистов для эффективного применения ПС;
- требования к технологии и методам контроля функционирования, технического обслуживания, диагностики состояния ПС и обеспечению его работоспособности;
- требования к эксплуатационной документации, автоматизированным, электронным учебным курсам и тренажерам.

#### **4.2.2. Корректность и надежность**

В наибольшей степени функциональная пригодность во многих случаях зависит от *корректности и надежности ПС*. При создании ориентиров для выбора мер и шкал характеристик качества значительные трудности проявляются при анализе корректности, способности к взаимодействию и защищенности ПС. Эти субхарактеристики трудно свести к количественным мерам. Их приходится оценивать по наличию свойств и ряда типовых методов в ПС или по величине необходимых затрат, достаточно заметно повышающих функциональную пригодность.

*Правильность – корректность* – это способность ПС обеспечивать правильные или приемлемые результаты и внешние эффекты для пользователей. Эталоны для выбора требований корректности могут быть: верифицированные и взаимоувязанные требования к функциям комплекса, компонентов и модулей программ, а также правила структурного построения модулей, компонентов и комплекса программ, организация их взаимодействия и интерфейсов (табл.4.1). Эти требования должны быть прослежены сверху вниз до модулей и использоваться как эталоны при установлении необходимой корректности соответствующих компонентов.

В процессе проектирования модулей и групп программ применяются частные структурные критерии корректности, которые включают корректность структуры программ, обработки данных и межмодульных интерфейсов. Каждый из частных критериев может характеризоваться несколькими

методами измерения качества и достигаемой степенью корректности программ: детерминировано, стохастически или в реальном времени.

Выбор требуемого уровня корректности ПС состоит в установлении степени покрытия тестами совокупности маршрутов исполнения модулей и всего комплекса программ в процессе верификации и тестирования. Для определения этой величины при разработке ПС необходима организация регулярной регистрации и накопления имен и содержания маршрутов, прошедших тестирование, а также контроль доли нетестированных от всей совокупности маршрутов.

Мерой выбранной корректности может быть относительное число протестированных маршрутов, которое измеряется в процентах от общего числа исполняемых маршрутов программы. Опыт показывает, что зачастую в готовом сложном ПС оказываются протестированными только 50–70% маршрутов и практически очень трудно эту величину довести до 90–95%.

#### **4.2.3. Способность к взаимодействию**

*Способность к взаимодействию* – состоит в свойстве ПС и его компонентов взаимодействовать с одной или большим числом определенных компонентов внутренней и внешней среды (табл.4.1). При выборе и установлении способности программных и информационных компонентов к взаимодействию ее можно оценивать объемом технологических изменений в ПС, которые необходимо выполнить при дополнении или исключении некоторой функции или компонента, когда отсутствуют изменения операционной, аппаратной или пользовательской среды. С этим показателем связана корректность и унифицированность межмодульных интерфейсов, которые определяются двумя видами связей: по управлению и по информации.

*Связи по управлению* составляют вызовы программных модулей и возвраты в вызывающие модули. *Взаимодействие модулей по информации* может происходить через обменные переменные, непосредственно подготавливаемые и используемые соседними модулями, или через глобальные переменные между более крупными компонентами.

Многообразие и сложность информационных связей в крупных ПС значительно затрудняют формализацию и выбор требуемого уровня способности к взаимодействию программ.

Способность к взаимодействию компонентов ПС между собой и с внешней средой определяется степенью унификации их интерфейсов и со-

ответствием стандартам. Эта характеристика носит описательный характер и практически не влияет на качество функционирования текущей версии ПС. Ее свойства в основном проявляются при развитии и модификации комплекса программ.

Степень унификации интерфейсов может измеряться их относительным числом (например, в процентах от объема программ), которые подвергаются изменениям при любых корректировках программ. Однако практически такие измерения трудно осуществить. Мера этой характеристики ограничивается качественным описанием свойств, категоризацией и стандартизацией применяемых интерфейсов. На функциональную пригодность способность к взаимодействию влияет в тех случаях, когда ПС должно подвергаться регулярным адаптациям или модификациям силами пользователей при изменении внешней среды.

#### 4.2.4. Защищенность

*Защищенность* – одна из наиболее трудно формализуемых характеристик качества крупномасштабных ПС, которая занимает исключительное по важности место среди всех характеристик ПС. Цели, назначение и функции защиты тесно связаны с особенностями функциональной пригодности каждого комплекса программ. Поэтому широта проблемы, разнообразие средств и способов ее решения соизмеримы со спектром характеристик функциональной пригодности различных программ. Это определяет сложность унификации ее атрибутов для выбора и декларирования свойств защиты.

В стандарте ISO 9126:2 метрики защищенности ограничены всего тремя общими атрибутами:

- сложностью доступа лиц к программам и данным;
- глубиной контроля процессов доступа;
- защищенностью от хищений данных, т.е. потенциальной частотой преодоления системы защиты.

Подробно стандарты и методы защиты информации будут изучаться в дисциплинах «Программные методы защиты информации», «Защита информационных ресурсов компьютерных систем и сетей».

На практике свойство ПС защищать программы и информацию базы данных от негативных воздействий описываются составом и номенклатурой методов и средств, используемых в ПС для защиты от внешних и внутренних угроз. Однако есть попытки измерять и описывать качество

защищенности ПС обобщенно – *трудоемкостью и длительностью, необходимыми для преодоления злоумышленниками системы защиты.*

Такое оценивание качества защиты требует изучения исходных численных характеристик затрат труда и времени, необходимых для преодоления каждого из средств и их взаимодействия в комплексе системы защиты. Получить такие данные для сложных и надежных систем защиты ПС весьма трудно. Поэтому во многих случаях защищенность ограничивается качественным описанием свойств защиты отдельных количественных показателей без обобщения и оценивания интегральных значений ее эффективности. Косвенным показателем ее качества может служить относительная доля вычислительных ресурсов, используемых непосредственно программными средствами защиты.

В используемых критериях защиты и обеспечения безопасности для конкретных ПС сосредотачиваются разнообразные характеристики, которые в ряде случаев трудно или невозможно описать количественно, а при выборе приходится оценивать экспертно или по бальной системе (табл.4.1). Основное внимание в практике обеспечения безопасности применения информационных систем сосредоточено на защите от злоумышленных разрушений, искажений и хищений ПС и информации баз данных. Основой такой защиты является аудит санкционирования доступа, а также контроль организации и эффективности ограничений доступа.

Для обеспечения системной эффективности и функциональной пригодности защиту ПС целесообразно *базировать на следующих общих принципах:*

- стоимость создания и эксплуатации системы защиты при применении ПС должна быть меньше, чем размеры наиболее вероятного или возможного ущерба от любых потенциальных угроз;
- защита программ и данных должна быть комплексной и многоуровневой, ориентированной на все виды угроз с учетом их возможной опасности;
- система защиты должна иметь целевые индивидуальные компоненты, предназначенные для обеспечения безопасности функционирования каждого отдельно взятого объекта и функциональной задачи с учетом их влияния на безопасность системы в целом;
- система защиты не должна приводить к ощутимым трудностям, помехам и снижению эффективности применения и решения основных функциональных задач программного комплекса.

Наиболее детально *методологические и системные задачи проектирования комплексной защиты информационных систем* изложены в стандарте ISO 15408 (см. п.7.1.4). Выделены и классифицированы 11 групп (классов) базовых задач обеспечения безопасности информационных систем. Каждый класс детализирован наборами требований, которые реализуют определенную часть целей обеспечения безопасности. В классы включены и подробно описаны принципы и методы реализации требований к следующим функциям защиты:

- криптографическая поддержка;
- защита коммуникаций и транспортировки информации;
- ввод, вывод и хранение пользовательских данных;
- идентификация и аутентификация пользователей;
- процессы управления функциями безопасности;
- защита данных о частной жизни;
- реализация ограничений по использованию вычислительных ресурсов;
- обеспечение надежности маршрутизации и связи между функциями безопасности и т.д..

Качество защиты можно характеризовать *величиной предотвращенного ущерба*, возможного при проявлении дестабилизирующих факторов и реализации конкретных угроз безопасности, а также средним *временем между возможными проявлениями угроз*, преодолевающих защиту. Однако формализовано описать и измерить возможный ущерб при нарушении безопасности для сложных ПС разных классов практически невозможно. Поэтому факты реализации угроз целесообразно отражать *интервалами времени между их проявлениями* или *наработкой на отказы*, отражающиеся на безопасности. Это сближает понятия и характеристики степени безопасности с показателями надежности ПС. Принципиальное различие состоит в том, что в показателях надежности учитываются все реализации отказов, а к характеристикам защищенности следует относить только те отказы, которые отразились на безопасности функционирования.

Достаточно универсальным измеряемым параметром при этом является *длительность восстановления нормальной работоспособности ПС* и информационной системы. Приблизительно такие катастрофические отказы в восстанавливаемых ПС можно выделять по превышению некоторой допустимой длительности восстановления работоспособности.



### 4.3. Выбор количественных атрибутов характеристик качества

В табл.4.2 представлены некоторые атрибуты характеристик качества ПС, стандартизованных в ISO 9126:2. Две группы характеристик качества ПС – *Надежность* и *Эффективность* – в наибольшей степени доступны количественным измерениям. Для них в табл.4.2 представлены примеры возможных мер и шкал измерения основных количественных атрибутов субхарактеристик качества. Они могут служить ориентирами при выборе и установлении требуемых значений этих показателей качества в спецификациях ПС.

Таблица 4.2

Основные количественные метрики ПС и их атрибуты

Характеристики качества	Мера	Шкала
<b>Надежность</b>		
<i>Завершенность:</i> ♦ наработка на отказ при отсутствии рестарта.	Часы	10 – 1000
<i>Устойчивость:</i> ♦ наработка на отказ при наличии автоматического рестарта; ♦ относительные ресурсы на обеспечение надежности и рестарта.	Часы %	10 – 1000 10 – 90
<i>Восстанавливаемость:</i> ♦ длительность восстановления.	Минуты	$10^{-2}$ – 10
<i>Доступность–готовность:</i> ♦ относительное время работоспособного функционирования.	Вероятность	0,9 – 0,999
<b>Эффективность</b>		
<i>Временная эффективность:</i> ♦ время отклика – получения результатов на типовое задание; ♦ пропускная способность – число типовых заданий, исполняемых в единицу времени.	Секунды Число в минуту	0,1 – 100 1 – 1000
<i>Используемость ресурсов:</i> ♦ относительная величина использования ресурсов ЭВМ при нормальном функционировании ПС.	Вероятность	0,7 – 0,95

#### 4.3.1. Надежность

*Надежность* – свойство комплекса программ обеспечивать достаточно низкую вероятность потери работоспособности – отказа в процессе функционирования ПС в реальном времени.

Стандартом ISO 9126:2 рекомендуется анализировать и учитывать 4 субхарактеристики и до 16 количественных атрибутов надежности, в том числе степень покрытия тестами структуры программы. Надежность

функционирования ПС наиболее полно характеризуется устойчивостью или способностью к безотказному функционированию и восстанавливаемостью работоспособного состояния после произошедших сбоев или отказов.

В свою очередь устойчивость зависит от уровня неустраненных дефектов и ошибок (завершенность) и способности ПС реагировать на их проявления так, чтобы это не отражалось на показателях надежности. Последние определяются эффективностью контроля данных, поступающих из внешней среды и от средств обнаружения аномалий функционирования ПС. В реальных условиях по различным причинам исходные данные могут попадать в области значений, не проверенные при разработке и испытаниях, а также не заданные требованиями спецификации и ТЗ, вызывающие сбои и отказы. При этом некорректная программа может функционировать совершенно надежно. Следовательно, надежность функционирования программ является понятием динамическим, проявляющимся во времени.

*Завершенность* – свойство ПС не попадать в состояние отказов вследствие ошибок и дефектов в программах и данных. Они могут быть обусловлены неполным тестовым покрытием при испытаниях компонентов и ПС в целом, а также недостаточной завершенностью их тестирования. Количество или плотность проявления скрытых и необнаруженных дефектов и ошибок непосредственно отражается на длительности нормального функционирования комплекса программ между сбоями или отказами. Завершенность можно характеризовать измеряемой обычно часами длительностью наработки на отказ при отсутствии автоматического восстановления – рестарта.

*Устойчивость к дефектам и ошибкам* – свойство ПС автоматически поддерживать заданный уровень качества функционирования в случаях проявления дефектов и ошибок или нарушения установленного интерфейса. Для этого в ПС должна вводиться временная, программная и информационная избыточность, реализующая оперативное обнаружение дефектов и ошибок функционирования, их идентификацию и автоматическое восстановление (рестарт) нормального функционирования ПС. Относительная доля вычислительных ресурсов, используемых непосредственно для быстрой ликвидации последствий отказов и оперативного восстановления нормального функционирования ПС (рестарт) отражается на повышении надежности программ. Нарботка на отказ при наличии оперативного рестарта определяет значение устойчивости.

*Восстанавливаемость* – свойство ПС в случае отказа возобновлять требуемый уровень качества функционирования, а также поврежденные программы и данные. После отказа ПС иногда бывает неработоспособно в течение некоторого периода времени, продолжительность которого определяется его восстанавливаемостью. Для этого необходимы вычислительные ресурсы и время на выявление и прерывание неработоспособного состояния, диагностику причин отказа и на реализацию процессов восстановления.

Основными показателями процесса восстановления являются его длительность и вероятностные характеристики. Восстанавливаемость характеризуется также полнотой восстановления нормального функционирования программ в процессе ручного или автоматического их перезапуска – рестарта. Перезапуск должен обеспечивать возобновления нормального функционирования ПС. На это требуются ресурсы ЭВМ и время, которые можно характеризовать относительной величиной (% от общих ресурсов). Поэтому полнота и длительность восстановления после сбоев и отказов определяет надежность ПС и его функциональную пригодность для использования по прямому назначению.

*Доступность или готовность* – свойство ПС быть в состоянии выполнять требуемую функцию в данный момент времени при заданных условиях использования. Доступность может оцениваться относительным временем, в течение которого ПС находится в работоспособном состоянии, в пропорциях к общему времени применения. Следовательно, доступность – комбинация завершенности (от которой зависит частота отказов), устойчивости к ошибкам и восстанавливаемости, которые в совокупности обуславливают длительность простоя для рестарта после каждого отказа, а также длительности наработки на отказ. Для определения этой величины измеряется время работоспособного состояния комплекса программ между последовательными отказами. Обобщение характеристик отказов и восстановления производится в критерии *коэффициент готовности*. Этот показатель отражает вероятность иметь восстанавливаемые программы и данные в работоспособном состоянии в произвольный момент времени.

Нижняя граница шкалы атрибутов надежности в табл.4.2 отражена значениями, при которых резко уменьшается функциональная пригодность, а использование данного типа ПС становится неудобным, опасным или нерентабельным. Примером таких наихудших предельных величин для многих классов ПС могут быть наработка на отказ менее 10 часов, коэффициент готовности ниже 0,9 и время восстановления более 10 минут.

С другой стороны, наилучшие значения этих атрибутов практически ограничены теми ресурсами, которые могут быть выделены для их достижения при разработке и эксплуатации. Вычислительные и программные ресурсы объектной ЭВМ на непосредственное обеспечение надежности функционирования ПС обычно находятся в диапазоне от 10% до 90%. Даже для высоконадежных ПС редко наработка на отказ превышает несколько тысяч часов, коэффициент готовности не выше 0,999, а время восстановления при отказах не меньше нескольких секунд.

Перечисленные параметры для конкретных проектов могут выбираться в указанных диапазонах (табл.4.2) в зависимости от назначения и функций комплекса программ, приближаясь к их верхним или нижним границам с учетом влияния на функциональную пригодность и доступных ресурсов на поддержку надежности.

#### 4.3.2. Эффективность

*Эффективность* – свойство ПС, отражающее требуемую производительность с учетом количества используемых вычислительных ресурсов в установленных условиях. Эти ресурсы могут включать другие программные продукты, аппаратные средства, средства телекоммуникации и т.п.. Эффективность также характеризуется долей времени использования ЭВМ для решения основных функциональных задач ПС.

В стандарте ISO 9126:2 выделены две субхарактеристики качества, которые рекомендуется описывать в совокупности 22-мя в основном количественными атрибутами, отражающими динамику функционирования компонентов ПС на конкретной ЭВМ.

*Временная эффективность* – свойства ПС, характеризующие требуемые времена отклика и обработки заданий, а также пропускную способность при выполнении функций ПС в заданных условиях. Временная эффективность ПС определяется длительностью выполнения заданных функций и ожидания результатов в средних и наихудших случаях с учетом приоритетов задач. Она зависит от скорости обработки данных и от пропускной способности – производительности (табл.4.2).

Эти показатели качества тесно связаны с дисциплиной диспетчеризации и временем реакции (отклика) ПС на запросы при решении различных функциональных задач. Величина этого времени зависит от длительности решения совокупности задач центральным процессором ЭВМ, от затрат времени на обмен с внешней памятью, на ввод и вывод данных и от длительности ожидания в очереди до начала решения задачи. Эта субха-

рактика тесно связана с длительностью обработки типового запроса или с интервалом времени решения типовых или наиболее часто вызываемых функциональных задач ПС.

Пропускная способность комплекса программ на конкретной ЭВМ отражается числом сообщений или запросов на решение определенных задач, обрабатываемых в единицу времени, зависящую от характеристик внешней среды. Она зависит от функционального содержания ПС и конструктивной его реализации, тем самым может рассматриваться как один из внутренних показателей качества программ.

*Используемость ресурсов* – степень загрузки доступных вычислительных ресурсов в течение заданного времени при выполнении функций ПС в установленных условиях. Ресурсная экономичность отражается полнотой занятости ресурсов центрального процессора, оперативной, внешней и виртуальной памяти, каналов ввода–вывода, терминалов и каналов сетей связи.

Этот критерий определяется структурой и функциями ПС, а также архитектурными особенностями и доступными ресурсами ЭВМ. В зависимости от конкретных особенностей ПС и ЭВМ при выборе атрибутов может доминировать либо величина абсолютной занятости ресурсов различных видов, либо относительная величина использования ресурсов каждого вида при нормальном функционировании ПС.

Ресурсная экономия влияет не только на стоимость решения функциональных задач, но зачастую, особенно для встраиваемых ЭВМ, определяет принципиальную возможность полноценного функционирования конкретного ПС в условиях реально ограниченных вычислительных ресурсов. Несмотря на быстрый рост доступных ресурсов памяти и производительности ЭВМ, часто потребности в них для решения конкретных задач ПС обгоняют их техническое увеличение, и задача оценки и эффективного использования вычислительных ресурсов остается актуальной.

Качественным анализом с учетом влияния на функциональную пригодность можно определить предельные значения для основных атрибутов конструктивной характеристики – *эффективность*.

Используемость вычислительных ресурсов памяти и производительности ЭВМ ниже 50–70% нерентабельна и позволяет перейти на более дешевую ЭВМ с меньшими ресурсами. В то же время использование ресурсов более чем на 95% может приводить к значительным задержкам или отказам при решении низкоприоритетных задач. При нестационарных потоках заданий на решение основных функциональных задач ПС необходимы

некоторые резервы памяти и производительности ЭВМ, что определяет рациональные значения используемости ресурсов в диапазоне 80–90% от максимальных значений.

Атрибут временной эффективности – время отклика на задание пользователя – непосредственно зависит от решаемых функциональных задач и в общем случае может устанавливаться в диапазоне от 0,1 секунды до нескольких десятков секунд. Эти значения зависят от динамических характеристик объектов внешней среды, для которых решаются функциональные задачи ПС. В административных, организационных системах может быть допустимо среднее время отклика в несколько секунд, а для оперативного управления динамическими объектами (самолетами, ракетами, АЭС) оно сокращается до десятых и сотых долей секунды. В соответствии с этими значениями времени отклика для пропускной способности может быть установлен диапазон 1 – 1000 заданий в минуту.

#### 4.4. Выбор качественных атрибутов характеристик качества

В табл.4.3 представлены некоторые атрибуты характеристик качества ПС, стандартизованных в ISO 9126:3.

Таблица 4.3

Основные качественные метрики ПС и их атрибуты

Характеристики качества	Мера	Шкала
<b>Практичность</b>		
<i>Понятность:</i>		
♦ четкость концепции ПС;	Порядковая	Отличная; удовл.; хорошая; неудовл.
♦ демонстрационные возможности;		
♦ наглядность и полнота документации.		
<i>Простота использования:</i>		
♦ простота управления функциями;	Порядковая	Отличная; удовл.; хорошая; неудовл.
♦ комфортность эксплуатации;		
♦ среднее время ввода заданий;		
♦ среднее время отклика на задание.		
	Секунды	1 – 1000
	Секунды	1 – 1000
<i>Изучаемость:</i>		
♦ трудоемкость изучения применения ПС;	Чел.–часы	1 – 100
♦ продолжительность изучения;	Часы	1 – 1000
♦ объем эксплуатационной документации;	Страницы	10 – 1000
♦ объем электронных учебников.	Кбайты	100 – 10000
<i>Привлекательность:</i>		
♦ субъективные или экспертные оценки.	Порядковая	Отличная; удовл.; хорошая; неудовл.
<b>Сопровождаемость</b>		
<i>Анализируемость:</i>		

Характеристики качества	Мера	Шкала
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ стройность архитектуры программ;</li> <li>♦ унифицированность интерфейсов;</li> <li>♦ полнота и корректность документации.</li> </ul>	Порядковая	Отличная; удовл.; хорошая; неудовл.
<i>Изменяемость:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ трудоемкость подготовки изменений;</li> <li>♦ длительность подготовки изменений.</li> </ul>	Чел.–часы Часы	1 – 1000 1 – 1000
<i>Стабильность:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ устойчивость к негативным проявлениям при изменениях.</li> </ul>	Порядковая	Отличная; хорошая; удовл.
<i>Тестируемость:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ трудоемкость тестирования изменений;</li> <li>♦ длительность тестирования изменений.</li> </ul>	Чел.–часы Часы	1 – 1000 1 – 100
<b>Мобильность</b>		
<i>Адаптируемость:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ трудоемкость адаптации;</li> <li>♦ длительность адаптации.</li> </ul>	Чел.–часы Часы	1 – 100 1 – 100
<i>Простота установки:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ трудоемкость инсталляции;</li> <li>♦ длительность инсталляции.</li> </ul>	Чел.–часы Часы	1 – 100 1 – 100
<i>Сосуществование – соответствие:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ стандартизация интерфейсов с аппаратной и операционной средой.</li> </ul>	Порядковая	Отличная; удовл.; хорошая; неудовл.
<i>Замещаемость:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ трудоемкость замены компонентов;</li> <li>♦ длительность замены компонентов.</li> </ul>	Чел.–часы Часы	1 – 100 1 – 100

Приведенные три группы характеристик качества ПС трудно измерять количественно, и они доступны в основном качественным оценкам. Для некоторых субхарактеристик сопровождаемости и мобильности могут доминировать технико-экономические меры трудоемкости (человеко–часы) и длительности (часы) для процедур, обеспечивающих реализацию атрибутов этих субхарактеристик. Однако для многих атрибутов в этой группе характеристик приходится применять порядковые меры экспертных балльных оценок с небольшим числом (2–4) градаций. В табл.4.3 представлены примеры возможных мер и шкал измерения метрик субхарактеристик и их атрибутов качества. Они могут служить ориентирами при выборе и установлении требуемых значений этих показателей качества в спецификациях ПС.

#### 4.4.1. Практичность

*Применимость* – свойства ПС, обуславливающие сложность его понимания, изучения и использования, а также привлекательность для ква-

лифицированных пользователей при применении в указанных условиях. В число пользователей могут быть включены операторы, конечные и косвенные пользователи, которые находятся под влиянием или зависят от качества функционирования ПС.

В практичности следует учитывать все разнообразие характеристик внешней среды пользователей, на которые может влиять ПС, включая требующуюся подготовку к использованию и оценке результатов функционирования программ. Применимость (практичность) использования ПС – понятие достаточно субъективное и трудно формализуемое, однако в итоге зачастую значительно определяющее функциональную пригодность и полезность применения ПС.

В эту группу показателей входят критерии, с различных сторон отражающие функциональную понятность, удобство освоения, системную эффективность или простоту использования.

Некоторые субхарактеристики можно оценивать экономическими показателями – затратами труда и времени специалистов на реализацию некоторых функций. В стандарте ISO 9126:2 для этой характеристики качества предлагается наибольшее число (27) атрибутов, подробно описывающих качественные свойства ПС, полезные для заказчика и пользователей при их практическом освоении и применении.

*Понятность* – свойства ПС, обеспечивающие пользователю понимание, является ли ПС пригодным для его целей, и как его можно использовать для конкретных задач и условий применения.

Понятность зависит от качества документации и субъективных впечатлений от функций и характеристик ПС. Понятность ПС можно описать четкостью функциональной концепции, широтой демонстрационных возможностей, полнотой, комплектностью и наглядностью представления в эксплуатационной документации возможных функций и особенностей их реализации. Она должна обеспечиваться корректностью и полнотой описания исходной и результирующей информации, всех деталей функций ПС для пользователей.

*Простота использования* – свойства ПС, обеспечивающие пользователю возможность удобно и комфортно его эксплуатировать и управлять им. Этот критерий учитывает физические и психологические характеристики пользователей и отражает уровень контролируемости и комфортности условий эксплуатации ПС, возможность предотвращения ошибок пользователей. Он должен обеспечивать простоту управления функциями ПС и достаточный объем параметров управления, реализуемых по умолча-



нию, информативность сообщений пользователю, наглядность и унифицированность управления экраном, а также доступность изменения функций в соответствии с квалификацией пользователя и минимум операций, необходимых для запуска определенного задания и анализа результатов. Кроме того, удобство использования характеризуется рядом динамических параметров: времени ввода и отклика на задание, длительностью решения типовых задач, временем на регистрацию результатов.

*Изучаемость* – свойства ПС, обеспечивающие удобное освоение его применения достаточно квалифицированными пользователями. Может определяться трудоемкостью и длительностью подготовки пользователя к полноценной эксплуатации ПС. Эти атрибуты зависят от возможности предварительного обучения и от совершенствования знаний в процессе эксплуатации, от возможностей оперативной помощи и подсказки (Help) при использовании ПС, а также от полноты, доступности и удобства использования руководств и инструкций по эксплуатации. Изучаемость может также характеризоваться объемом эксплуатационной документации и/или объемом и качеством электронных учебников.

*Привлекательность* – субъективное свойство ПС нравится заказчику, покупателям и/или пользователям. Оно связано с внешними атрибутами, наглядностью рекламы и эстетикой оформления ПС, интерфейсов с пользователями и эксплуатационной документации.

Атрибуты *практичности* по степени влияния на функциональную пригодность частично можно оценивать экспертами качественно – порядковыми мерами, но частично и количественными мерами (табл.4.3).

Некоторые атрибуты практичности доступны не только качественным оценкам, но и количественным. Изучаемость можно отражать трудоемкостью и продолжительностью изучения пользователями соответствующей квалификации методов и инструкций применения ПС для полноценной эксплуатации. Эти атрибуты могут составлять трудоемкость от единиц до тысяч часов, необходимых для освоения квалифицированного применения сложных комплексов программ. Они в свою очередь зависят от степени обеспечения пользователей учебными пособиями, которые приближенно можно характеризовать числом страниц эксплуатационной документации и объемом электронных учебников, например, в килобайтах.

Выбор диапазонов целесообразных значений этих объемов можно проводить по отзывам пользователей о прецедентах освоения ПС, хорошо обеспеченных средствами обучения. Но для создания этих пособий необ-

ходимы определенные затраты труда и времени разработчиков, которые в некоторой степени пропорциональны сложности функций ПС.

#### 4.4.2. Сопровождаемость

*Сопровождаемость* – приспособленность ПС к модификации и изменению конфигурации. Модификации могут включать исправления, усовершенствования или адаптацию ПС к изменениям во внешней среде применения, а также в требованиях и функциональных спецификациях заказчика. Простота и трудоемкость модификаций определяется внутренними метриками качества комплекса программ, которые отражаются на внешнем качестве и качестве в использовании, а также на сложности управления конфигурациями версий ПС. Совокупность четырех субхарактеристик ПС в стандарте ISO 9126:2 рекомендуется описывать 17-ю организационно-технологическими атрибутами.

*Процессы сопровождения* состоят из действий и задач персонала сопровождения, которые реализуются, когда программный продукт подвергается модификациям для корректировки программ и документации, вызванными дефектами или потребностью расширения функций и улучшения качества ПС. Основная задача – изменить существующий программный продукт, сохранив его основное назначение и целостность. Целью сопровождения является:

- выявление и устранение обнаруженных дефектов и ошибок в программах и данных;
- введение новых компонентов в ПС;
- анализ состояния и корректировка документации;
- тиражирование и контроль распространения версий ПС;
- актуализация и обеспечение сохранности документации и носителей информации.

Затраты на сопровождение существенно зависят от упорядоченности архитектуры комплекса программ, унификации его интерфейсов с внутренней и внешней средой, от качества технологии и инструментальных средств обеспечения ЖЦ ПС.

*Задача управления конфигурацией* – документальное оформление и обеспечение полной наглядности и контролируемости модификаций, текущей конфигурации программ и данных и степени выполнения требований к их физическим и функциональным характеристикам. Другая задача заключается в том, чтобы все лица, работающие над проектом, в любой

момент его ЖЦ могли использовать *достоверную и точную информацию о состоянии и развитии ПС*.

*Анализируемость* – подготовленность ПС к диагностике его дефектов или причин отказов, а также к идентификации и выделению его компонентов для модификации и исправления. Эта субхарактеристика зависит от стройности архитектуры, унифицированности интерфейсов, полноты и корректности технологической и эксплуатационной документации на ПС (табл.4.3).

*Изменяемость* – приспособленность ПС к простой реализации специфицированных изменений и к управлению конфигурацией. Реализация модификаций включает кодирование, проектирование и документирование изменений. Для этого требуется определенная трудоемкость и время, связанные с исправлением дефектов и/или модернизацией функций, а также с изменением процессов эксплуатации.

При выборе атрибутов этой субхарактеристики следует учитывать влияние структуры, интерфейсов и технических особенностей ПС. Изменяемость зависит не только от внутренних свойств ПС, но также от организации и инструментальной оснащенности процессов сопровождения и конфигурационного управления, на которые ориентирована архитектура, внешние и внутренние интерфейсы программ.

*Стабильность* – способность ПС предотвращать и минимизировать непредвиденные негативные эффекты от его изменений, возможность локализовать и ограничивать область влияния изменений программ и данных. Эта внутренняя субхарактеристика определяется архитектурой ПС, унифицированностью его интерфейсов, корректностью технологической документации. Она может существенно влиять на функциональную пригодность, надежность и адекватность поведения комплекса программ при изменении и использовании.

*Тестируемость* – свойство ПС, обеспечивающее простоту проверки качества изменений и приемки модифицированных компонентов программ. Эта субхарактеристика зависит от величины области влияния изменений, которые необходимо тестировать при модификациях программ и данных, от сложности тестов для проверки их характеристик. Ее атрибуты зависят от четкости правил структурного построения компонентов и всего комплекса программ, от унификации межмодульных и внешних интерфейсов, от полноты и корректности технологической документации.

Возможность локализации изменений и унификация интерфейсов компонентов с некорректируемой частью ПС позволяет снижать слож-

ность, трудоемкость и длительность их тестирования, упрощает подготовку тестов и анализ результатов. В этой субхарактеристике учитываются техническая и организационная составляющая процесса тестирования модификаций. В нее не входит функциональная часть их подготовки. Обобщенно ее можно оценивать затратами труда и времени на тестирование некоторых средних по объему и сложности модификаций программ.

Субхарактеристики анализируемость и стабильность в составе *сопровождаемости* качественно характеризуются атрибутами близкими к атрибутам практичности: стройностью архитектуры комплекса программ, унифицированностью интерфейсов, полнотой и корректностью документации. Для этих субхарактеристик может применяться простейшая порядковая шкала.

Субхарактеристики изменяемость и тестируемость доступны количественным оценкам по величине трудоемкости и длительности реализации этих функций при типовых операциях с применением различных методов и средств автоматизации. Подготовка и каждое тестирование программы в зависимости от сложности изменения с учетом его проверки и корректировки документации может требовать трудоемкости от одного до нескольких сотен человеко-часов и времени до тысячи часов при выпуске новой версии сложного комплекса программ.

Эти экономические шкалы по существу, хотя и неявно, могут отражать также атрибуты анализируемость и стабильность и применяться до интегрального оценивания сопровождаемости в целом. Они влияют на динамическое развитие и совершенствование функциональной пригодности версий ПС и могут не учитываться при стабильной эксплуатации конкретной версии.

#### **4.4.3. Мобильность**

*Мобильность* – подготовленность ПС к переносу из одной аппаратно-операционной среды в другую. Переносимость программ и данных на различные аппаратные и операционные платформы является важным показателем функциональной пригодности для многих современных ПС. Это свойство может оцениваться объемом, трудоемкостью и длительностью необходимых доработок компонентов ПС и операций по адаптации, которые следует выполнить для обеспечения полноценного функционирования ПС после переноса на иную платформу (табл.4.3).

Мобильность может осуществляться на уровне исходных текстов программ или на уровне объектного кода. Она зависит от структурирован-

ности и расширяемости комплексов программ и данных, от наличия дополнительных ресурсов, необходимых для реализации переносимости и модификации компонентов при их переносе.

Качество организационно–технологических процедур четырех субхарактеристик мобильности в стандарте ISO 9126:2 рекомендуется отражать 11-ю атрибутами.

*Основные цели создания и применения мобильных программ и данных* состоят в следующем:

- обеспечение сохранения инвестиций, вложенных в реализованные и апробированные ПС и БД, в процессе развития, модификации и появления новых требований к ним, а также при совершенствовании архитектур и возрастании ресурсов и функций аппаратных и операционных платформ;
- снижение трудоемкости, стоимости и длительности непосредственной разработки сложных ПС и БД для различных платформ;
- обеспечение высокого качества, надежности и безопасности функционирования ПС и БД в информационных системах;
- обеспечение взаимодействия с пользователями в унифицированном стиле, облегчающем им переход к новым или с расширенными функциями информационным системам.

*Адаптируемость* – приспособленность программ и информации баз данных к модификации для эксплуатации в различных аппаратных и операционных средах без применения других действий или средств, чем те, что предназначены для этой цели при первичной разработке в рассматриваемом ПС. Она зависит от свойств и структуры аппаратной и операционной среды, от методов и средств, заложенных в ПС для подготовки к переносу на новые платформы.

Адаптируемость включает масштабируемость внутренних возможностей (например, экранных полей, размеров таблиц, объемов транзакций, форматов отчетов и т.п.). Если ПС должно адаптироваться конечным пользователем, адаптируемость соответствует пригодности для индивидуализации комплекса программ при изменениях внешней среды и может быть компонентом простоты использования.

*Простота установки* – способность ПС к простому внедрению (инсталляции) в новой аппаратной и операционной среде заказчика или пользователя. Если ПС должно устанавливаться конечным пользователем, легкость установки будет предпосылкой для удобства использования. Она может измеряться трудоемкостью и длительностью процедур установки, а

также степенью удовлетворения требований заказчика и пользователей к характеристикам и сложности инсталляции.

*Сосуществование (соответствие)* – способность ПС сосуществовать и взаимодействовать с другими независимыми ПС в общей вычислительно среде, разделяя при этом общие ресурсы. Эта субхарактеристика зависит от степени стандартизации интерфейсов ПС с операционной и аппаратной средой применения, от совместимости функций и данных и может оцениваться экспертно.

*Замещаемость* – приспособленность каждого компонента ПС к относительно простому использованию вместо другого указанного заменяемого компонента. Замещаемость не предполагает, что заменяемый компонент ПС способен полностью выполнять функции предшествующего компонента. Большую роль для этого свойства играют четкая структурированность архитектуры и стандартизация внутренних и внешних интерфейсов ПС. Это свойство отражается на трудоемкости и длительности замены в основном крупных компонентов ПС.

*Меры и шкалы мобильности* подобны качественным и количественным мерам и шкалам сопровождаемости.

Субхарактеристика сосуществование (соответствие) может оцениваться качественно по уровню стандартизации интерфейсов ПС с аппаратной и операционной средой. Она близка к субхарактеристике способность к взаимодействию в составе функциональных возможностей.

Остальные компоненты мобильности – адаптируемость, простота установки и замещаемость – вполне доступны количественным технико-экономическим оценкам. При выборе характеристик ПС наиболее жесткие требования обычно предъявляются к трудоемкости и длительности инсталляций версий ПС на новой платформе, которые могут занимать от нескольких минут до нескольких десятков часов и требовать соответствующей трудоемкости до десятков человеко-часов.

Большей потребностью времени и трудоемкости обычно характеризуются адаптация версий ПС к условиям новой внешней среды и требованиям пользователей, а также замена и ввод крупных компонентов в новую программно-аппаратную среду.

Интегрально мобильность оказывает влияние на функциональную пригодность при переносе программ и данных на иные операционные и аппаратные платформы, при расширении и изменении их функций. Для этого реализация основных функций комплекса программ должна быть подготовлена к мобильности.

#### 4.4.4. Качество документации

Качество документации не регламентировано стандартом ISO 9126:1–4 и в характеристиках качества ПС отмечено только в составе практичности. Качество документации может оказывать сильное влияние на функциональную пригодность ПС в двух случаях: при непосредственном применении пользователем; при модификации и развитии комплекса программ.

По своему назначению и ориентации на определенные задачи и основные группы пользователей *документацию ПС можно разделить* на:

- *технологическую документацию* процесса разработки, включающую технические описания, и подготавливаемую для специалистов, ведущих проектирование, разработку и сопровождение ПС, обеспечивающую возможность отчуждения, детального освоения, развития и корректировки ими программ и данных на все ЖЦ ПС;

- *эксплуатационную документацию* программного продукта и результатов разработки, создаваемую для конечных пользователей ПС и позволяющую им осваивать и квалифицированно применять эти средства для решения конкретных функциональных задач информационных систем.

Первая группа документов отражает внутренние метрики качества ПС. Вторая группа документов содержит преимущественно описания внешних метрик и метрик в использовании.

Качество эксплуатационной документации в некоторой мере отражается ее количеством. С этой позиции мерой ее качества может служить число страниц, приходящихся на описание каждой процедуры или операции пользователя при нормальном штатном применении ПС. Такие описания могут содержать от одного предложения до нескольких страниц.

Имеющиеся прецеденты хорошей эксплуатационной документации для специалистов, активно применяющих ПС, позволяют ориентироваться приблизительно на одну страницу на типовую процедуру. Электронные учебники и справочники могут способствовать значительному сокращению объема бумажной документации, но меры для определения их количества и качества пока трудно установить.

*Технологическая документация* должна корректно отражать содержание программ и данных с подробностью, достаточной для освоения квалифицированными специалистами их функций и возможности корректировки программ для устранения дефектов или совершенствования задач.

Мерой качества описаний текстов программ и данных с необходимыми комментариями может служить относительный объем технологиче-

ской документации, приходящийся на строку программы на соответствующем языке программирования с необходимыми комментариями. На практике по прецедентам хорошей документации каждая строка текста программы сопровождается несколькими строками комментариев в технологических документах.

Приведенные оценки мер эксплуатационной и технологической документации могут служить ориентирами при выборе и определении качества ПС, а также при прогнозировании трудоемкости и длительности создания соответствующих комплектов документов.

#### **4.5. Процессы выбора и установления характеристик и мер качества в проектах программных средств**

Представленные выше характеристики и атрибуты качества имеют различное влияние на функциональную пригодность в зависимости от назначения и функций ПС, а также от субъективных взглядов потребителей соответствующих характеристик. Обычно *наиболее сильное влияние функции ПС* оказывают на требования к атрибутам характеристик защищенность, надежность, эффективность и практичность. Эти атрибуты могут быть ранжированы по степени воздействия на функциональную пригодность в зависимости от назначения и особенностей ПС. Конкретные меры и диапазоны шкал этих характеристик следует определять в зависимости от их влияния на метрику качества в использовании по прямому назначению ПС основными пользователями (см. п.7.9).

В то же время характеристики Сопровождаемость и Мобильность относительно слабо связаны с назначением и конкретной функциональной пригодностью ПС. Их меры и шкалы определяются не столько конкретными функциями комплекса программ, сколько его архитектурой и приспособленностью интерфейсов к модификации и переносу на иные операционные и аппаратные платформы. Поэтому метрика качества в использовании для этих характеристик приобретает иное значение: ее следует использовать при сопровождении и/или при переносе программ и данных, а не при их использовании и применении по прямому назначению.

Принципиальные и технические возможности и точность реализации и измерения значений атрибутов характеристик качества для конкретного проекта всегда ограничены в соответствии с их содержанием. Это определяет рациональные диапазоны значений каждого атрибута, которые могут быть выбраны для проекта ПС на основе требований заказчика, здравого



смысла, а также путем анализа пилотных проектов и прецедентов в ТЗ реальных проектов.

Процессы выбора и установления шкал и мер для описания характеристик качества проектов ПС можно разделить на два этапа (рис.4.1):

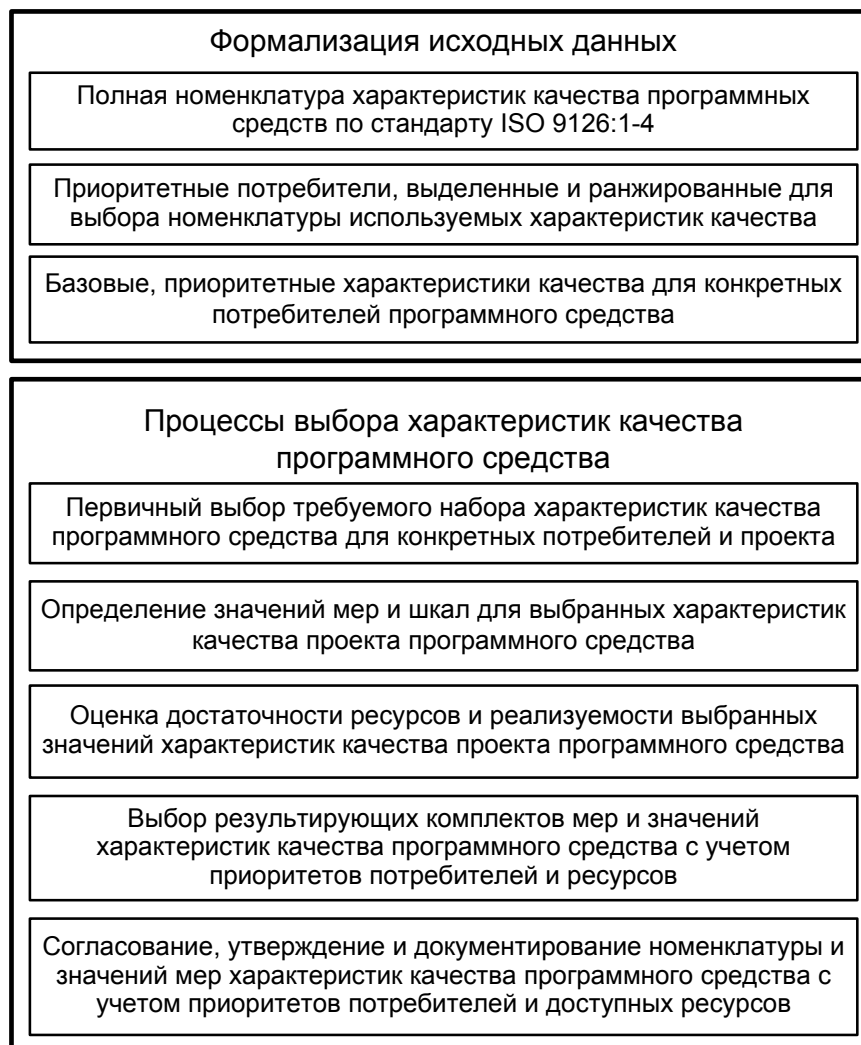


Рис.4.1. Этапы процесса выбора и установления мер и шкал характеристик качества ПС

- предварительный выбор, формализация и обоснование набора исходных данных, отражающих общие особенности потребителей и этапы ЖЦ проекта ПС, каждый из которых влияет на выбор определенных характеристик качества комплекса программ;

- выбор, установление и утверждение конкретных мер и шкал характеристик и атрибутов качества проекта для их последующего оценивания и применения при сопоставлении с требованиями ТЗ в процессе квалификационных испытаний или сертификации на определенных этапах ЖЦ ПС.

На *первом этапе* следует использовать всю базовую номенклатуру характеристик, субхарактеристик и атрибутов, стандартизованных в ISO 9126:1–4. Их описания желательно предварительно упорядочить по приоритетам с учетом назначения и сферы применения конкретного ПС. Далее необходимо с учетом специализации и профессиональных интересов выделить и ранжировать по приоритетам потребителей, которым необходимы определенные показатели качества ПС. Из широкой номенклатуры характеристик стандарта ISO 9126:1–4 следует выбирать те, которые необходимы *с позиции различных потребителей* этих данных:

- заказчиков, для которых важно оценивать ПС по значениям утвержденных в ТЗ и спецификациях характеристик, определяющих назначение, функции и сферу применения ПС;
- пользователей, для которых, прежде всего, необходима функциональная пригодность ПС и метрики качества при оперативном использовании по основному назначению;
- сопровождающих и модифицирующих ПС специалистов, которые отдают приоритет характеристикам, поддерживающим сопровождение и конфигурационное управление версиями;
- лицам, ответственным за инсталляцию и реализацию ПС в различных операционных и аппаратных средах, для которых важны атрибуты мобильности.

В табл.4.4 представлен пример ранжирования по степени важности на три уровня (высокая, средняя, низкая) основных стандартизованных характеристик качества ПС для разных категорий специалистов.

Таблица 4.4

Пример ранжирования важности характеристик ПС для различных категорий специалистов

	Функциональные возможности	Надежность	Эффективность	Практичность	Сопровождаемость	Мобильность
Заказчик	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя
Пользователи	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая
Сопровождающие	Средняя	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая	Низкая
Специалисты по переносу	Высокая	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая

Первые две группы потребителей характеристик качества заинтересованы в установлении внешних показателей функциональных возможностей в процессе использования конечного программного продукта. Для этих потребителей при выборе важно выделить и по возможности формализовать внешние эксплуатационные характеристики и метрики на завершающих этапах ЖЦ ПС (табл.3.1). К ним относятся высокие приоритеты для надежности, эффективности и практичности. Для заказчика приоритетными могут быть также сопровождаемость и мобильность, которые обычно являются второстепенными для пользователей ПС. Приоритеты этих характеристик должны быть формализованы в контракте и ТЗ заказчика и согласованы с разработчиком.

Остальные две группы потребителей интересуют преимущественно характеристики ПС на промежуточных этапах ЖЦ, на которых проявляются в основном внутренние технологические свойства комплекса программ, влияющие на сопровождаемость и мобильность (табл.4.4). Их можно не представлять в составе эксплуатационной документации для оперативных пользователей и отражать только в технологической документации разработчиков, специалистов по сопровождению и переносу программ и данных, а также поставлять заказчику по специальному запросу. Для этих потребителей надежность и практичность отходят на второй план, однако ресурсная эффективность может оставаться высоко приоритетной.

Приоритеты потребителей при выборе показателей качества отражаются также на исключении из анализа некоторых субхарактеристик и атрибутов качества, которые для данного потребителя не имеют значения.

Представленное в табл.4.4 ранжирование может детализироваться и изменяться в зависимости от функций ПС и ресурсов, доступных для обеспечения их ЖЦ. При ограниченности ресурсов проекта ПС распределение приоритетов должно становиться более строгим, могут снижаться приоритеты характеристик и их атрибутов, для реализации которых ресурсов недостаточно.

Подготовка исходных данных завершается выделением номенклатуры базовых приоритетных характеристик качества, определяющих функциональную пригодность ПС для определенных потребителей.

На *втором этапе* (рис.4.1) после фиксации исходных данных и приоритетов для конкретного проекта и его потребителя начинаются процессы выбора номенклатуры атрибутов качества. Этот анализ совместно с заказчиком и пользователями должны проводить специалисты, обеспечи-

вающие ЖЦ комплекса программ и реализацию установленных показателей качества.

Далее этими специалистами для каждого из выбранных показателей качества должна быть установлена и согласована мера и шкала оценок субхарактеристик и их атрибутов для конкретного проекта и потребителя. Для показателей, представляемых качественными свойствами и признаками их наличия, желательно определить и зафиксировать в ТЗ описания допустимых условий, при которых следует считать, что данная характеристика может или должна быть реализована в проекте ПС.

Выбранные значения характеристик качества и их атрибутов должны быть предварительно проверены разработчиками на их реализуемость с учетом доступных ресурсов конкретного проекта и при необходимости откорректированы по составу и значениям. В результате формируется полный набор требуемых характеристик, атрибутов, их мер и значений качества для определенных потребителей в ЖЦ ПС.

Результаты анализа и выбора номенклатуры и мер характеристик качества проекта ПС должны быть документированы в ТЗ или спецификациях требований, согласованы с их потребителями и утверждены заказчиком и разработчиком проекта для реализации.

## Вопросы по теме

1. Какие оптимизационные задачи возникают при системном анализе, формировании технического задания и спецификаций требований?
2. Какие субхарактеристики и атрибуты качества применяются для выбора функциональных особенностей программных средств?
3. Охарактеризуйте субхарактеристику функциональная пригодность программного средства.
4. Охарактеризуйте субхарактеристику корректность и надежность пригодность программного средства.
5. Охарактеризуйте субхарактеристику способность к взаимодействию программного средства.
6. Охарактеризуйте субхарактеристику защищенность программного средства.
7. Какие основные количественные метрики программных средств и их атрибуты, меры и шкалы вы знаете? В каких случаях они применяются?
8. Какие основные качественные метрики программных средств и их атрибуты, меры и шкалы вы знаете? В каких случаях они применяются?

9. Назовите и опишите основные этапы процесса выбора и установления мер и шкал характеристик качества программных средств.

## **5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ОЦЕНИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА И ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

### **5.1. Оценка уровня зрелости процессов жизненного цикла и обеспечения качества программных средств**

Качество комплексов программ определяется не только величиной общих затрат на достижение требуемого значения каждой характеристики качества, но и тем, как распределяются и как используются эти ресурсы. Достижение высоких значений характеристик качества программ существенно зависит от качества технологии и инструментальных средств, используемых разработчиками для обеспечения ЖЦ ПС, а также от технологии и средств, применяемых при оценивании достигнутых характеристик качества программ.

Таким образом, можно выделить следующие *составляющие технологических затрат в ЖЦ ПС*:

- на приобретение или создание технологии и инструментальных средств, применяемых для обеспечения требуемого качества всего ЖЦ ПС;
- на эксплуатацию и непосредственное применение технологии в процессе обеспечения ЖЦ ПС;
- на создание технологии и инструментальных средств для испытаний и оценивания требуемых характеристик качества ПС;
- на выполнение измерений и оценивания достигнутых значений характеристик качества ПС.

Оценивание качества технологической базы ЖЦ позволяет прогнозировать возможное качество ПС и ориентировать заказчика и пользователей при выборе разработчика и поставщика для определенного проекта с требуемыми характеристиками качества. Очевидно, что низкий уровень технологии и средств разработки программ не может обеспечить их высокое качество и достоверное его оценивание. Поэтому определение уровня *зрелости* технологической поддержки процессов ЖЦ, организационного и инструментального обеспечения качества ПС непосредственно *связано с выбором и оцениванием реальных или возможных характеристик качества* конкретного комплекса программ.

Значительные достижения в организации, планировании, развитии и применении современных методов и технологии обеспечения крупномасштабных проектов ПС сосредоточены в методологиях и стандартах

CMM/CMMI:2003 (Capability Maturity Model – Система и модель для оценки зрелости/ Capability Maturity Model Integration – Интегрированная модель оценивания зрелости программной инженерии) комплекса технологических процессов ЖЦ ПС.

Они основаны на формализации и использовании *уровней зрелости* технологий поддержки ЖЦ ПС, которые также определяют потенциально возможное качество создаваемых на предприятии комплексов программ. Чем выше уровень зрелости, тем выше статус предприятия среди поставщиков, доверие к его продукции, его конкурентоспособность, а также возможное качество ПС. Тем самым при выборе требований к характеристикам качества ПС можно в соответствующей степени доверять поставщику и предприятию разработчика, что они смогут полностью реализовать требования заказчика.

Эти уровни зрелости характеризуются:

- степенью формализации;
- адекватностью измерения и документирования процессов и продуктов в ЖЦ ПС;
- полнотой применения стандартов и инструментальных средств автоматизации работ;
- наличием системы качества технологических процессов.

*Назначение методологии CMM/CMMI – системы и модели оценки зрелости* – состоит в предоставлении необходимых общих рекомендаций и инструкций предприятиям, производящим ПС, по выбору стратегии совершенствования качества, процессов и продуктов путем анализа степени их производственной зрелости и оценивания факторов, в наибольшей степени влияющих на качество ЖЦ ПС, а также посредством выделения процессов, требующих модернизации.

В методологии CMM *выделены пять уровней зрелости*, раскрываемые в стандарте (рис.5.1).

Виды деятельности для высоких уровней зрелости в соответствии с CMM в стандарте делятся на базовые и общие. *Базовые виды деятельности* являются обязательными и сгруппированы в пять категорий: контрактная; инженерная; управленческая; вспомогательная; организационная (табл.2.2).

*Общие виды деятельности* приложимы к любому процессу и необходимы для управления им и улучшения характеристик его выполнения. Они включаются в группы и уровни производственной зрелости.



Рис.5.1. Уровни зрелости процессов по методологии СММ

Эти уровни зрелости характеризуются степенью формализации, адекватностью измерения и документирования процессов и продуктов ЖЦ ПС, широтой применения стандартов и инструментальных средств автоматизации работ, наличием и полнотой реализации функций системы обеспечения качества технологических процессов и их результатов.

Описание процессов ЖЦ ПС в СММ сфокусировано на поэтапном определении реально достигаемых результатов и на оценивании качества



их выполнения. Качество процессов зависит от технологической среды, в которой они выполняются.

*Зрелость процессов* – это степень их управляемости, возможность поэтапной количественной оценки качества, контролируемость и эффективность результатов (рис.5.1). Модель зрелости предприятия представляет собой методический нормативный материал, определяющий правила создания и функционирования системы управления ЖЦ ПС, методы и стандарты постепенного повышения культуры и качества производства. Рост зрелости обеспечивает потенциальную возможность возрастания эффективности и согласованности использования процессов создания, сопровождения и оценивания качества компонентов и ПС в целом.

Реальное использование регламентированных процессов предполагает их документирование и поэтапный контроль характеристик качества ПС. На предприятиях, достигших высокого уровня зрелости, формализованные процессы ЖЦ ПС должны принимать статус стандарта, фиксироваться в организационных структурах и определять производственную тактику и стратегию корпоративной культуры производства и системы обеспечения качества ПС.

*Уровень 1 – начальный.* Массовые разработки проектов ПС характеризуются относительно небольшими объемами программ в несколько тысяч строк, создаваемых несколькими специалистами. Они применяют простейшие неформализованные технологии с использованием типовых инструментальных компонентов операционных систем. Основные процессы ЖЦ ПС на этом уровне не регламентированы, выполняются не совсем упорядоченно и зависят от некоординированных индивидуальных усилий и свойств специалистов. Успех проекта, как правило, зависит от энергичности, таланта и опыта нескольких руководителей и исполнителей. Процессы на первом уровне характеризуются своей непредсказуемостью по срокам в связи с тем, что их состав, назначение и последовательность выполнения могут меняться случайным образом в зависимости от текущей ситуации.

*Уровень 2 – управляемый – базовое управление.* Для сложных проектов ПС объемом в десятки и сотни тысяч строк, в которых участвуют десятки специалистов разной квалификации, необходимы организация, регламентирование технологии и унификация процессов деятельности каждого из них. Процессы на этом уровне заранее планируются, их выполнение контролируется. Этим достигается предсказуемость результатов и времени выполнения этапов, компонентов и проекта в целом. Основной особенностью уровня является наличие формализованных и документированных

процессов управления проектами, которые пригодны для модернизации, а их результаты поддаются количественной оценке. На этом уровне акценты управления сосредотачиваются на предварительном упорядочении и регламентировании процессов создания, сопровождения и оценивания качества ПС. Однако для крупномасштабных проектов ПС с гарантированным качеством, риск провала может оставаться еще достаточно большим.

*Уровень 3 – определенный – стандартизация процессов.* При высоких требованиях заказчика и пользователей к конкретным характеристикам качества сложного ПС и к выполнению ограничений по использованию ресурсов, необходимо дальнейшее совершенствование и повышение уровня зрелости процессов ЖЦ ПС. Процессы ЖЦ ПС на этом уровне должны быть стандартизированы, и представлять собой единую технологическую систему, обязательную для всех подразделений. На основе единой технологии поддержки и обеспечения качества ЖЦ ПС, для каждого проекта могут разрабатываться дополнительные процессы последовательного оценивания качества продуктов с учетом их особенностей. Описание каждого процесса должно включать условия его выполнения, входные данные, рекомендации стандартов и процедуры выполнения, механизмы проверки качества результатов, выходные данные, условия и документы завершения процессов. В описания процессов включаются сведения об инструментальных средствах, необходимых для их выполнения, роль, ответственность и квалификация специалистов.

*Уровень 4 – предсказуемый – количественное управление.* Для реализации проектов сложных крупномасштабных ПС в жестко ограниченные сроки и с высоким гарантированным качеством необходимы активные меры для предотвращения и выявления дефектов и ошибок на всех этапах ЖЦ ПС. Управление должно обеспечивать выполнение процессов в соответствии с текущими требованиями к характеристикам качества компонентов и ПС в целом. На этом уровне должна применяться система детального поэтапного оценивания характеристик качества, как технологических процессов ЖЦ, так и самого создаваемого программного продукта и его компонентов. Должны разрабатываться и применяться универсальные методики количественной оценки реализации процессов и их качества. Одновременно с повышением сложности и требований к качеству ПС, следует совершенствовать управление проектами за счет сокращения текущих корректировок и исправлений дефектов при выполнении процессов. Результаты процессов становятся предсказуемыми по срокам и качеству в связи с

тем, что они измеряются в ходе их выполнения и реализуются в рамках заданных ресурсных ограничений.

*Уровень 5 – оптимизационный – непрерывное совершенствование и улучшение.* Дальнейшее последовательное совершенствование и модернизация технологических процессов ЖЦ ПС для повышения качества их выполнения и расширение глубины контроля за их реализацией. Одна из основных целей этого уровня – сокращение проявлений и потерь от случайных дефектов и ошибок путем выявления сильных и слабых сторон используемых процессов. При этом приоритетным является анализ рисков, дефектов и отклонений от заданных требований заказчика. Эти данные также используются для снижения себестоимости ЖЦ особо сложных ПС в результате внедрения новых технологий и инструментария, а также для планирования и осуществления модернизации всех видов процессов. Технологические нововведения, которые могут принести наибольшую выгоду, должны стандартизироваться и адаптироваться в комплексную технологию обеспечения и оценивания системы качества предприятия и его продукции.

В 2002 году американский институт программной инженерии (SEI) опубликовал новую модель СММІ, уточняющую и совершенствующую предшествовавшие модели СММ, а также учитывающую основные требования существующих международных стандартов в области менеджмента ПС. Внедрение этой модели акцентировано на улучшении процессов управления проектами ПС, обеспечении их высокого качества и конкурентоспособности с основной целью – сделать процессы проектов более управляемыми, а результаты – предсказуемыми. Значительное внимание в СММІ уделяется процессам разработки и учету итераций требований заказчиков, их прослеживанию к функциям, компонентам, тестам и документам проекта.

Модель базируется на сохранении концепции пяти уровней зрелости СММ. *Первый и пятый* уровни отличаются значительной нестабильностью и неопределенностью процессов в различных проектах, поэтому при уточнении и детализации содержания процессов целесообразно ограничиваться тремя основными, средними уровнями (рис.5.1):

*второй уровень* – формализует базовое управление проектами: управление требованиями; планирование; мониторинг и контроль; измерение и анализ; обеспечение качества; управление конфигурацией;

*третий уровень* – содержит стандартизацию процессов: разработка требований; интеграция продукта; верификация; валидация; обеспечение

стандартного процесса; обучение; интегрированное управление; управление рисками; анализ и разрешение проблем (устранение дефектов);

*четвертый уровень* – определяет количественное управление качеством процессов; количественное управление всем проектом и ресурсами.

Рекомендуется на каждом более высоком уровне зрелости применять все процессы предыдущих нижних уровней. Упорядочение и оценка используемых процессов в соответствии с уровнями, позволяет устанавливать производственный потенциал предприятий – разработчиков программных продуктов по прогнозируемому качеству результатов их деятельности и возможности сертификации. Это уменьшает зависимость заказчиков и пользователей от возможных недостатков исполнителей проектов и позволяет их выбирать с учетом прогнозируемого качества продуктов.

Практически все перечисленные процессы и требования, конкретизированные на трех выделенных уровнях модели CMMI, соответствуют регламентированным и детализированным в стандартах ISO 9001:2000, ISO/IEC 12207 и основных компонентах *профиля стандартов ЖЦ сложных ПС* (рис.2.2). Стандарты CMMI и ISO 9001:2000 во многом подобны по структуре и содержанию требований к организации и планированию ЖЦ ПС.

Требованиям в функциональных разделах 4–8 стандарта ISO 9001 могут быть сопоставлены подобные по содержанию разделы в модели CMMI (на рис.5.2 зона перекрытия содержания).

Общность процессов и требований CMMI и ISO 9001 состоит в подобии терминологии, структуры, рекомендуемых процессов управления, планирования, учета доступных ресурсов, оценивания организации специалистов. Некоторые требования в ISO 9001 и тем более положения и рекомендации почти всего профиля стандартов не покрываются содержанием требований в моделях CMMI. Требования ISO 9001 развиваются и детально комментируются процессами их реализации в стандарте ISO 9004:2000 и в представленном профиле, включающем около 40 стандартов (рис.2.2), что не предусмотрено в рекомендациях CMMI.

Таким образом, при практической реализации и обеспечении *всего ЖЦ сложных ПС* разработчикам и поставщикам целесообразно использовать полный *профиль стандартов*, а для оценивания заказчиками уровня менеджмента, организационного и технологического обеспечения проектов ПС применять конкретные рекомендации CMMI или ISO 9001:2000. Эти рекомендации могут эффективно использоваться при *сертификации*

качества процессов на предприятиях, обеспечивающих ЖЦ ПС, как альтернатива или наряду с сертификацией по комплексу стандартов менеджмента ISO 9000 в зависимости от особенностей проекта и требований заявителя на сертификацию программного продукта и/или технологии обеспечения его ЖЦ.



Рис.5.2. Общность процессов и требований стандартов и моделей зрелости

## 5.2. Оценивание жизненного цикла программных средств по стандарту ISO 15504

На базе концепций методологии CMM/CMMI в стандарте ISO 15504:1–9:2003 подробно представлены основы оценивания и аттестации зрелости процессов создания и сопровождения ПС и информационных систем. Стандарт предоставляет базу для аттестации, поддержки и реали-

зации на предприятии процессов ЖЦ ПС, регламентированных стандартом ISO/IEC 12207 (рис.5.3).

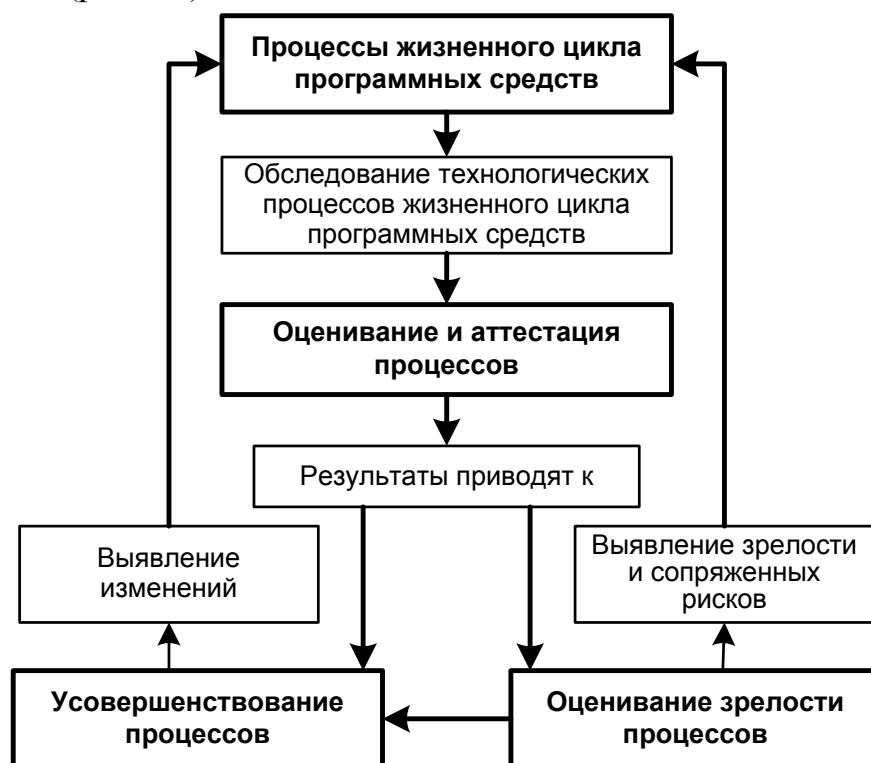


Рис.5.3. Оценивание процессов ЖЦ ПС по стандарту ISO 15504

Стандарт предоставляет структурный подход к *аттестации качества процессов ЖЦ ПС*, проводящейся предприятием или от его имени с целью:

- выяснения состояния и качества его собственных процессов для их усовершенствования;
- определения пригодности процессов для выполнения требований заказчика к качеству ПС;
- определения качества и пригодности процессов другой организации для определенного договора или класса договоров на ЖЦ ПС.

Аттестация ПС направлена на обеспечение адекватности управления процессами и должна принимать во внимание внешнюю среду, в которой выполняются аттестуемые процессы. Использование аттестации процессов внутри предприятия должно способствовать выработке культуры постоянного совершенствования и *повышения характеристик качества ПС*, соответствующих механизмов поддержания этой культуры и оптимизации использования ресурсов (рис.5.3). Это приводит к появлению зрелых организаций, максимально восприимчивых к возрастающим требованиям потребителя и рынка, имеющих минимальную стоимость полного ЖЦ своей

продукции и, как результат, максимально удовлетворяющих конечного пользователя по характеристикам качества.

Покупателям и заказчикам ПС выгодно использование аттестации процессов ЖЦ при определении зрелости, что:

- уменьшит неопределенность при выборе поставщиков программных комплексов за счет того, что риски, связанные с реальной зрелостью подрядчика, выявляются еще до заключения договора;
- позволит заранее предусмотреть необходимые меры на случай возникновения рискованного события;
- предоставит количественные критерии выбора при сопоставлении потребностей бизнеса, требований и оценочной стоимости проекта с реальной зрелостью конкурирующих поставщиков;
- приведет к общему пониманию необходимости использования результатов аттестации для усовершенствования процессов и оценки зрелости при прогнозировании характеристик ЖЦ ПС.

Стандарт ISO 15504 связан с другими международными стандартами. Этот стандарт преследует ту же цель, что и серия стандартов ISO 9000 – формализации процессов сертификации и обеспечение уверенности в системе управления качеством поставщика. Одновременно предоставляет потребителям основа для оценки того, обладают ли потенциальные поставщики производственными возможностями, отвечающими потребностям заказчика.

### **5.3. Оценивание качества готового программного продукта по стандарту ISO 14598**

Методологии и процессам оценивания характеристик качества ПС и их компонентов на различных этапах ЖЦ посвящен базовый международный стандарт ISO 14598:1–6:1998–2000.

В первой части изложена концепция и методология применения стандарта и его частей. Отмечается и иллюстрируется глубокая связь его положений со стандартами ISO/IEC 12207 и ISO 9126:1–4. Описана общая схема процессов оценивания характеристик качества программ (П.7 – П.10 на рис.5.4).

В этом стандарте, так же как и в ISO 9126:1–4, классифицируются характеристики качества: для пользователей; внешние и внутренние метрики, а также представлена схема взаимосвязи этих метрик качества и их атрибутов с процессами оценивания. Для каждой характеристики и атри-

бута качества рекомендуется формировать *шкалу мер с выделением требуемых, допустимых и неудовлетворительных значений*.

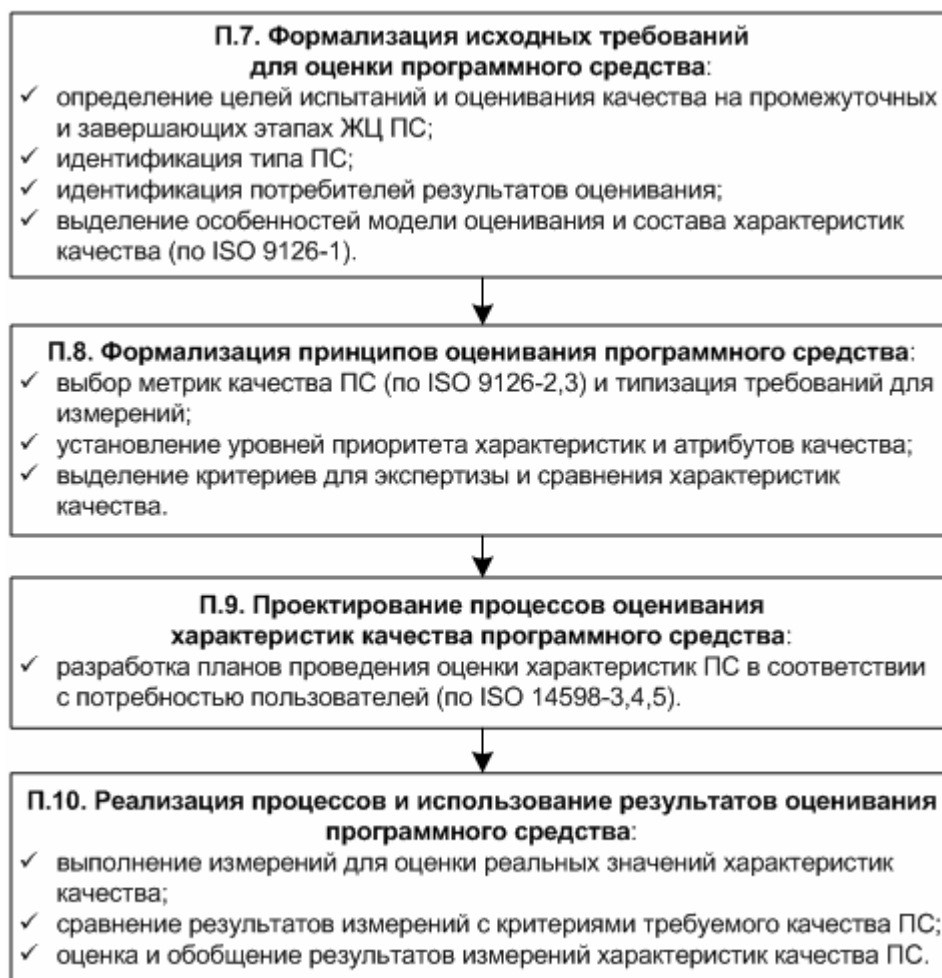


Рис.5.4. Общая схема процессов оценивания характеристик качества ПС

Во второй части изложена концепция планирования и управления процессами оценивания качества ПС, а также их связь с процессами управления ЖЦ по ISO/IEC 12207. Представлены общие рекомендации по организации, технологии, управлению, инструментальному оснащению и проведению испытаний качества сложных комплексов программ. Для управления проектами предложены методы поддержки процессов выполнения плана оценивания качества и анализа результатов его реализации, а также сохранения и использования отчетов о планировании и управлении качеством. Приводится шаблон плана проведения оценивания характеристик качества программных продуктов.

Третья, четвертая и пятая части стандарта содержат рекомендации для реализации процессов оценивания программного продукта с позиции разных потребителей результатов соответственно:



- разработчиков – оценивание внутренних и внешних характеристик качества;

- оперативных пользователей – измерение внешних метрик и метрик в использовании;

- заказчиков и испытателей – определение метрик в использовании.

Результаты оценки характеристик качества предлагается отражать с позиции: процессов ЖЦ; продуктов и компонентов; функционирования и применения ПС.

Требования к процессам оценивания рекомендуется структурировать на главные (функциональные), организационные, проектные, а также выделять внутренние и внешние метрики качества и их измерение, ориентируясь на субхарактеристики и их атрибуты в соответствующей части стандарта ISO 9126:1–4.

Рекомендуемая технология выполнения оценивания качества программ включает четыре шага:

- формализацию общих требований к организации оценивания и к характеристикам качества проекта ПС;

- специфицирование требований к субхарактеристикам и атрибутам выделяемых характеристик качества и к методам их оценивания;

- планирование и проектирование процессов оценивания выделенных атрибутов качества;

- реализацию процессов оценивания выделенных атрибутов характеристик качества ПС, анализ результатов и обобщение в отчете выводов о качестве программного продукта.

Реализация процессов оценивания должна быть достаточно автономной и независимой от специалистов и процессов создания ПС и его компонентов, однако, коррелированной с этапами ЖЦ конкретного проекта в соответствии со стандартом ISO/IEC 12207. Характеристики и атрибуты качества рекомендуется использовать в терминах и понятиях стандарта ISO 9126:1–4, а также применять шкалы количественных и/или бальных оценок свойств или уровней качества с несколькими градациями.

В пятой части приводится *шаблон типового отчета о результатах выполненных испытаний качества*.

Шестая часть посвящена оформлению документации при оценке качества программных модулей и компонентов. Приведен *типовой фрагмент* рекомендуемой структуры и содержание подразделов для описания и оценки качества модулей.

В целом стандарт ISO 14598 предлагается применять для оценки качества ПС на различных этапах ЖЦ: на предприятиях подразделениям и специалистам по тестированию комплексов программ и их компонентов, поставщикам, потребителям, пользователям и сертификационным организациям.

## **5.4. Организация и средства для оценивания качества комплексов программ**

### **5.4.1. Модель внешней среды**

Характеристики качества функционирования ПС зависят не только от их внутренних свойств, но и от свойств среды, в которой они применяются (ISO 12119). Для сокращения неопределенностей и прямых ошибок при оценивании качества ПС необходимо до начала испытаний определить основные параметры внешней среды, при которых должен функционировать комплекс программ с требуемыми характеристиками при оценивании его качества. Для этого заказчик и разработчик совместно должны структурировать и описать *модель внешней среды* и ее параметры в среднем типовом режиме применения ПС, а также в наиболее вероятных или критических режимах. Такая модель должна фиксировать характеристики:

- внешних потоков информации, в том числе их распределение по видам источников и возможности дефектов;
- интенсивность и структуру типовых сообщений от пользователей и их необходимую квалификацию;
- возможных негативных и несанкционированных воздействий от внешней среды при применении ПС;
- вычислительных средств, на которых предназначено функционировать ПС с требуемым качеством.

При сопоставлении результатов оценивания характеристик качества с требованиями ТЗ разработчик или поставщик *обязан удовлетворять требования только в пределах согласованных параметров* модели внешней среды. Оценивание качества ПС за этими пределами должно дополнительно согласовываться испытателями с разработчиком. При этом невыполнение требований может квалифицироваться как их расширение за пределы контракта и не учитываться при оценивании заказчиком характеристик качества ПС.

### 5.4.2. Испытания программного продукта

Внутренние квалификационные испытания качества ПС (испытания главного конструктора), которые зачастую совмещаются с завершением комплексной отладки, должны оформляться документально. Они являются основанием для предъявления ПС заказчику на квалификационные испытания для завершающего оценивания характеристик качества программного продукта (ISO/IEC 12207, ISO 16326).

Любые испытания ограничены допустимым количеством и объемом проверок, а также длительностью работы комиссии испытателей, поэтому не могут гарантировать абсолютную проверку качества программного продукта. Для повышения достоверности определения и улучшения оценивания характеристик ПС после внутренних испытаний программы целесообразно передавать некоторым пользователям на *опытную эксплуатацию в типовых условиях*. Это позволяет более глубоко оценить эксплуатационные характеристики созданного комплекса и устранить некоторые дефекты и ошибки. Опытную эксплуатацию целесообразно проводить разработчиками с участием испытателей и некоторых пользователей, назначаемых заказчиком.

Оценивание качества программного продукта при *квалификационных приемо-сдаточных испытаниях* проводятся аттестованной сертификационной лабораторией или комиссией заказчика, в которой участвует руководитель (главный конструктор) разработки и некоторые ведущие разработчики (ISO 10006:1997, ГОСТ 34.603–92).

Комиссия при испытаниях должна руководствоваться следующими документами:

- утвержденными заказчиком и согласованными с разработчиком контрактом, ТЗ и спецификациями требований на ПС;
- действующими государственными и ведомственными стандартами на ЖЦ и испытания программ, на технологическую и эксплуатационную документацию, а также согласованными для использования с заказчиком стандартами де-факто;
- программой испытаний по всем требованиям контракта, ТЗ и спецификаций;
- методиками испытаний, охватывающими каждый раздел требований ТЗ и спецификаций;
- комплектом эксплуатационной документации на комплекс программ.

Программа испытаний является планом проведения серии экспериментов и должна разрабатываться с позиции минимизации объема тестирования в процессе проведения испытаний для оценивания выполнения требований ТЗ и соответствия предъявленной документации (см. п.5.3).

Программа испытаний, методики их проведения и оценки результатов, разработанные совместно заказчиком и разработчиком, должны быть согласованы и утверждены. Они должны содержать уточнения и детализацию требований ТЗ для данного ПС, гарантировать корректную проверку всех заданных характеристик качества.

*Программа испытаний должна содержать следующие четко сформулированные разделы:*

- объект испытаний, его назначение и перечень основных документов, определивших его разработку;
- цель испытаний с указанием всех требований контракта, ТЗ и характеристик ПС, подлежащих оцениванию, и ограничений на проведение испытаний;
- собственно программу испытаний, содержащую проверку комплектности и характеристик ПС на соответствие ТЗ, и план тестирования для оценивания по всем разделам ТЗ;
- методики испытаний, однозначно определяющие все понятия проверяемых характеристик, исходные данные, условия и сценарии тестирования, аппаратные и программные средства, используемые для оценивания;
- методики обработки, оценивания и обобщения результатов тестирования по каждому разделу программы испытаний.

Большой объем разнородных данных, получаемых при испытаниях крупномасштабных ПС, и разнообразие возможных способов их обработки, интерпретации и оценивания приводят к тому, что важнейшими факторами достоверного оценивания качества становятся *методики обработки и оценки результатов, а также протоколы проверки по пунктам программы испытаний.*

В соответствии с методиками испытаний средства автоматизации должны обеспечивать полноту и необходимую достоверность проверок характеристик по каждому разделу методик. Результаты испытаний фиксируются в протоколах (ISO 12119:1994), которые обычно содержат следующие разделы:

- идентификация тестируемого ПС или компонента;

- назначение тестирования и раздел требований ТЗ, по которому проводились испытания;
- использованные исходные документы;
- указания методик, в соответствии с которыми проводились испытания, обработка и оценивание результатов;
- план, условия и сценарии тестирования и характеристики исходных данных;
- обобщенные результаты испытаний с оценкой полученных характеристик, их соответствия требованиям ТЗ и другим руководящим документам, а также технической документации;
- перечень и содержание несоответствий результатов требованиям и документам;
- выводы о результатах испытаний и соответствии характеристик созданного ПС определенному разделу ТЗ и эксплуатационной документации.

Протоколы по всей программе испытаний *обобщаются в акте*, в результате чего делается заключение о степени соответствия ПС требованиям заказчика и о завершении работы с положительным или отрицательным итогом.

Наиболее полным и разносторонним испытаниям должны подвергаться первая базовая версия ПС. При *испытаниях очередных модернизированных версий ПС* возможны сокращения объемов тестирования повторно используемых компонентов. Однако комплексные и завершающие испытания каждой новой версии ПС проводятся в полном объеме, гарантирующем проверку выполнения всех требований измененного ТЗ.

Для возможности выявления дефектов в процессе эксплуатации серийных образцов ПС в каждом из них должен быть предусмотрен некоторый *минимум средств проверки функционирования* и автоматического обнаружения искажений результатов. Этот минимум средств должен позволять фиксировать условия неправильной работы программ и характер проявления дефектов.

При завершающих *приемо-сдаточных испытаниях* основное внимание, кроме проверок функциональной пригодности, должно сосредоточиваться на подготовке стрессовых тестов, на тестировании в режимах предельного использования ресурсов, на оценивании надежности функционирования ПС (ISO 14756). Задача испытателей и заказчика состоит в выделении условий состояния внешней среды и областей изменения переменных, которые недостаточно проверены разработчиком и важны для после-

дующего функционирования и применения программ. При этом разработчик контролирует, чтобы планируемые сценарии и тесты не выходили за границы областей, заданных ТЗ и спецификацией требований.

До начала испытаний подлежат проверке и *паспортизации средства*, обеспечивающие получение эталонных данных, средства имитации тестов от внешних объектов, средства фиксирования и обработки результатов тестирования.

*Методическая достоверность приемо-сдаточных испытаний и оценивания характеристик качества ПС* определяется следующими факторами:

- полнотой программы испытаний и корректностью методик тестирования по охвату возможных условий и сценариев функционирования программ и областей изменения исходных данных;
- достоверностью и точностью эталонных значений характеристик, с которыми сравниваются результаты тестирования испытываемой программы;
- адекватностью и точностью моделей, используемых для имитации тестов от внешней среды;
- точностью и корректностью регистрации и обработки результатов тестирования, сравнения полученных характеристик с требованиями ТЗ.

### 5.4.3. Альфа– и Бета–тестирование

Представленная выше организация испытаний сложных ПС ориентирована на наличие конкретного заказчика комплекса программ и ограниченного числа пользователей, контролируемых заказчиком. Несколько иначе организуется оценивание характеристик качества коммерческих пакетов прикладных программ (ППП), создаваемых по инициативе разработчиков для широкого круга пользователей при отсутствии конкретного заказчика.

Для таких коммерческих PPP принято проводить оценивание (испытания) в два последовательных этапа:

- Альфа–тестирование;
- Бета–тестирование.

Испытания проводятся на соответствие критериям, формализованным руководителем проекта. Они заключаются в нормальной и форсированной (стрессовой) опытной эксплуатации конечными пользователями оформленного программного продукта в соответствии с сопроводительной

эксплуатационной документацией и различаются количеством и компетентностью участвующих пользователей.

При *Альфа–тестировании* привлекаются наиболее компетентные конечные пользователи, работающие обычно в той же компании, но не участвующие непосредственно в разработке ППП.

Для *Бета–тестирования* привлекаются добровольные пользователи (потенциальные покупатели), которым бесплатно передается версия ПС для опытной эксплуатации. При этом особое значение имеет выделение достаточно компетентных, тщательных и доброжелательных пользователей, способных достоверно оценить и своими рекомендациями улучшить качество испытываемых программ. Их деятельность стимулируется бесплатным и ранним получением и освоением нового программного продукта и собственной оценкой его качества.

Только после успешной эксплуатации и Бета–тестирования ограниченным контингентом пользователей принимается решение руководителем проекта или предприятия–разработчика о передаче ПС в продажу для широкого круга пользователей. Обобщенные результаты Бета–тестирования могут использоваться как часть или основа сертификационных испытаний.

#### **5.4.4. Программная генерация тестов**

*Программная генерация тестов для оценивания характеристик ПС* зависит от типа ЭВМ, на которой они реализуются. Имитаторы внешней среды, совмещенные с тестируемыми программами, применяются достаточно часто. Однако они предназначены в основном для оперативного контроля качества функционирования ПС при взаимодействии с реальными объектами, а также используются на завершающей стадии испытаний.

*Программ имитации внешней среды на ЭВМ позволяет:*

- проводить длительное непрерывное генерирование имитируемых данных для оценивания характеристик функционирования ПС в широком диапазоне изменения условий и параметров;
- расширять диапазоны характеристик имитируемых объектов за пределы реально существующих или доступных источников данных и генерировать потоки информации, отражающие перспективные характеристики создаваемых систем и объектов внешней среды;
- создавать тестовые данные, соответствующие критическим или опасным ситуациям функционирования объектов внешней среды, которые невозможно или рискованно реализовать при натурных экспериментах;

- обеспечить высокую повторяемость имитируемых данных при заданных условиях их генерации и возможность прекращения или приостановки имитации на любых фазах моделирования внешней среды.

При использовании программных моделей на ЭВМ *достоверность генерации тестов* определяется следующими факторами:

- адекватностью имитатора моделируемому объекту или источнику информации;
- инструментальной точностью средств, реализующих имитатор внешней среды;
- статистической точностью процесса имитации и объемом тестовых данных, учитываемых при статистическом обобщении результатов тестирования;
- точностью дискретизации имитаторами реальных непрерывных процессов в моделируемых объектах.

Перечисленные компоненты взаимозависимы. Повышение достоверности имитации за счет одного из факторов приводит, как правило, к снижению достоверности из-за влияния остальных. Поэтому важной задачей при создании имитационных моделей является достижение заданной суммарной достоверности имитации внешней среды и определения характеристик качества ПС при сбалансированном влиянии каждого из факторов.

#### **5.4.5. Обработка результатов испытаний**

Современные испытания качества сложных систем обработки информации позволяют получить большое количество данных. Достаточно полный их анализ представляет сложную методическую и техническую задачу. Поэтому обработка и оценивание результатов должны осуществляться иерархически и дифференцированно. При избытке контролируемых величин снижается общее быстроедействие имитаторов и ПС в результате затрат времени на контроль и регистрацию. В каждом конкретном случае необходимо стремиться к компромиссу между полнотой промежуточных данных тестирования и удобством анализа обобщенных результатов.

*Селекция результатов испытаний* может основываться на стратегии контроля функционирования программ снизу вверх, т.е. от анализа исполнения отдельных операторов программы и далее до стохастических результатов функционирования ПС в динамике реального времени. При этом регистрируется избыточное количество данных, из которых затем должен отбираться необходимый для анализа минимум. Может использоваться стратегия сверху вниз, т.е. упорядоченное иерархическое выделение в пер-



вую очередь обобщенных результатов функционирования программ с последующим уточнением регистрируемых и анализируемых результатов вплоть до детального контроля исполнения отмеченных программных модулей и отдельных операторов. В этом случае регистрируются только те данные, которые необходимы для анализа в конкретном сеансе тестирования.

При обеих стратегиях необходимо иметь возможность управлять объемом в виде выделяемой и регистрируемой информации в зависимости от целей испытаний. *Данные*, получаемые и выделяемые в процессе испытаний характеристик ПС, можно разделить на следующие *группы*:

- данные, отражающие исходную тестовую информацию и выходные результаты испытаний;
- маршруты исполнения программных компонентов и их операторов при некоторых фиксированных тестовых данных;
- аномальные события, сбои, отказы и данные, характеризующиеся отклонением результатов тестирования от эталонов за допустимые пределы и ограничения;
- характеристики использования различных ресурсов ЭВМ.

Вызовы регистрирующих программ должны подчиняться определенной системе контроля динамического функционирования ПС при исходной гипотезе, что *некоторые дефекты в программах и данных могут проявиться на любой стадии испытаний и/или применения комплекса программ*. Однако количество вызовов регистрирующих программ и контроля промежуточных результатов, требующих нарушения целостности функционирования программ, следует ограничивать, учитывая допустимые расходы ресурсов времени на их реализацию.

Зарегистрированные и обработанные результаты испытаний должны использоваться для соответствия полученных значений характеристик ПС заданным требованиям. При выявлении их отклонения от требований заказчика должны разрабатываться изменения программ для устранения несоответствия. Для этого все этапы тестирования и испытаний ПС должны быть поддержаны системой конфигурационного управления версиями программных компонентов.

*Средства накопления сообщений об отказах, ошибках, предложениях на изменения, выполненных корректировках и оцененных характеристиках качества версий* являются основными для конфигурационного управления развитием и совершенствованием комплекса программ и со-

держанием базы данных испытаний. В этой БД должны собираться сведения, состоящие из следующих основных частей:

- данные об отказах, дефектах и ошибках, условиях их проявления и характеристиках обнаруживающих тестов, а также предложения на изменение программ, подлежащие анализу и выделению тех из них, для которых будут разрабатываться корректировки программ;
- разработанные изменения программ, отобранные группой конфигурационного управления для проведения корректировок в очередной версии ПС;
- характеристики, субхарактеристики и атрибуты качества базовых версий и набор изменений, выполненных в каждой из них;
- характеристики и параметры пользователей, которым переданы для использования соответствующие версии ПС и особенности среды эксплуатации у них.

## Вопросы по теме

1. Какие факторы учитываются в технологических затратах в жизненном цикле программных средств?
2. Назначение методологии CMM/CMMI?
3. Охарактеризуйте уровни зрелости процессов согласно методологии CMM/CMMI.
4. Какие отличия и общности имеют стандарты и модели зрелости процессов?
5. Каким образом производится оценивание жизненного цикла программных средств по стандарту ISO 15504?
6. Каким образом производится оценивание жизненного цикла программных средств по стандарту ISO 14598?
7. С какой целью применяется модель внешней среды при оценивании качества программных средств?
8. Как производится испытания программных средств? Что такое программа испытаний, из каких разделов она состоит?
9. Охарактеризуйте Альфа- и Бета-тестирование программных средств.
10. С какой целью производится программная генерация тестов и имитация внешней среды на ЭВМ?
11. Как обрабатываются и фиксируются результаты испытаний?

## 6. ЕДИНАЯ СИСТЕМА ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Когда программист-разработчик получает в той или иной форме задание на программирование, перед ним, перед руководителем проекта и перед всей проектной группой встают вопросы:

- что должно быть сделано, кроме собственно программы?
- что и как должно быть оформлено в виде документации?
- что передавать пользователям, а что – службе сопровождения?
- как управлять всем этим процессом?
- что должно входить в само задание на программирование?

На эти и массу других вопросов когда-то отвечали государственные стандарты на программную документацию – комплекс стандартов 19-й серии ГОСТ ЕСПД.

### 6.1. Общая характеристика ЕСПД

Основу отечественной нормативной базы в области документирования ПС составляет комплекс стандартов Единой системы программной документации (ЕСПД). Основная и большая часть комплекса ЕСПД была разработана в 70-е и 80-е годы. Но уже тогда у программистов была масса претензий к этим стандартам. Что-то требовалось дублировать в документации много раз (как, казалось – неоправданно), а многое не было предусмотрено, как, например, отражение специфики документирования программ, работающих с интегрированной базой данных. Сейчас этот комплекс представляет собой систему межгосударственных стандартов стран СНГ (ГОСТ), действующих на территории РБ на основе межгосударственного соглашения по стандартизации.

Стандарты ЕСПД в основном охватывают ту часть документации, которая создается в процессе разработки ПС, и связаны, по большей части, с документированием функциональных характеристик ПС. Следует отметить, что стандарты ЕСПД (ГОСТ серии 19) носят рекомендательный характер. Впрочем, это относится и ко всем другим стандартам в области ПС (ГОСТ серии 34, Международному стандарту ISO/IEC и др.). Эти стандарты становятся обязательными на контрактной основе – то есть при ссылке на них в договоре на разработку (поставку) ПС.

Говоря о состоянии ЕСПД в целом, можно констатировать, что большая часть стандартов ЕСПД морально устарела. К числу основных *недостатков ЕСПД* можно отнести:

- ориентацию на единственную каскадную модель ЖЦ ПС;
- отсутствие четких рекомендаций по документированию характеристик качества ПС;
- отсутствие системной увязки с другими действующими отечественными системами стандартов по ЖЦ и документированию продукции в целом, например, ЕСКД;
- нечетко выраженный подход к документированию ПС как товарной продукции;
- отсутствие рекомендаций по самодокументированию ПС, например, в виде экранных меню и средств оперативной помощи пользователю (Help);
- отсутствие рекомендаций по составу, содержанию и оформлению перспективных документов на ПС, согласованных с рекомендациями международных и региональных стандартов.

ЕСПД нуждается в полном пересмотре на основе стандарта ISO/IEC 12207 на процессы ЖЦ ПС.

Наряду с комплексом ЕСПД официальная нормативная база РБ в области документирования ПС и в смежных областях включает ряд перспективных стандартов (отечественного, межгосударственного и международного уровней).

Стандарты комплекса ГОСТ 34 на создание и развитие автоматизированных систем – обобщенные, но воспринимаемые как весьма жесткие по структуре ЖЦ и проектной документации. Но эти стандарты многими считаются бюрократическими до вредности и консервативными до устарелости.

## 6.2. Структура ЕСПД

Тем не менее, до пересмотра всего комплекса многие стандарты ЕСПД могут с пользой применяться в практике документирования ПС. Эта позиция основана на следующем:

- стандарты ЕСПД вносят элемент упорядочения в процесс документирования ПС;
- предусмотренный стандартами ЕСПД состав программных документов вовсе не такой "жесткий", как некоторым кажется: стандарты позволяют вносить в комплект документации на ПС дополнительные виды документов;

- стандарты ЕСПД позволяют вдобавок мобильно изменять структуры и содержание установленных видов программной документации исходя из требований заказчика и пользователя.

При этом стиль применения стандартов может соответствовать современному общему стилю адаптации стандартов к специфике проекта:

- заказчик и руководитель проекта выбирают уместное в проекте подмножество стандартов и программной документации,
- дополняют выбранные программные документы нужными разделами и исключают ненужные,
- привязывают создание этих документов к той схеме ЖЦ, которая используется в проекте.

Группы стандартов ЕСПД представлены в табл.6.1.

Таблица 6.1

Группы стандартов ЕСПД

Код группы	Наименование группы
0	Общие положения
1	Основополагающие стандарты
2	Правила выполнения документации разработки
3	Правила выполнения документации изготовления
4	Правила выполнения документации сопровождения
5	Правила выполнения эксплуатационной документации
6	Правила обращения программной документации
7, 8	Резервные группы
9	Прочие стандарты

Обозначение стандарта ЕСПД строят по классификационному признаку. Оно состоит из:

- числа 19 (присвоенных классу стандартов ЕСПД);
- одной цифры (после точки), обозначающей код классификационной группы стандартов, указанной в табл.6.1;
- двузначного числа (после тире), указывающего год регистрации стандарта (необязательно).

В ЕСПД существуют следующие стандарты:

- ГОСТ 19.001–77 ЕСПД. Общие положения.
- ГОСТ 19.101–77 ЕСПД. Виды программ и программных документов.
- ГОСТ 19.102–77 ЕСПД. Стадии разработки.

- ГОСТ 19.103–77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.
- ГОСТ 19.104–78 ЕСПД. Основные надписи.
- ГОСТ 19.105–78 ЕСПД. Общие требования к программным документам.
- ГОСТ 19.106–78 ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
- ГОСТ 19.201–78 ЕСПД. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.202–78 ЕСПД. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.301–2000 ЕСПД. Программа и методика испытаний.
- ГОСТ 19.401–78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.402–78 ЕСПД. Описание программы.
- ГОСТ 19.404–79 ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.501–78 ЕСПД. Формуляр. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.502–78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.503–79 ЕСПД. Руководство системного программиста. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.504–79 ЕСПД. Руководство программиста.
- ГОСТ 19.505–79 ЕСПД. Руководство оператора.
- ГОСТ 19.506–79 ЕСПД. Описание языка.
- ГОСТ 19.508–79 ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.604–78 ЕСПД. Правила внесения изменений в программные документы, выполняемые печатным способом.
- ГОСТ 19.701–90 ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.
- ГОСТ 19.781–90. Обеспечение систем обработки информации программное.

### 6.3. ГОСТ 19.101. Виды программ и программных документов

Настоящий стандарт устанавливает виды программ и программных документов для вычислительных машин, комплексов и систем независимо от их назначения и области применения.

Программу (по ГОСТ 19781) допускается идентифицировать и применять самостоятельно и/или в составе других программ. Их подразделяют на следующие виды:

- *компонент* – программа, рассматриваемая как единое целое, выполняющая законченную функцию и применяемая самостоятельно или в составе комплекса;

- *комплекс* – программа, состоящая из двух или более компонентов и/или комплексов, выполняющих взаимосвязанные функции, и применяемая самостоятельно или в составе другого комплекса.

К *программным документам* относят документы, содержащие сведения, необходимые для разработки, изготовления, сопровождения и эксплуатации программ. Виды программных документов и их содержание приведены в табл.6.2.

Таблица 6.2

Виды программных документов

Вид программного документа	Содержание программного документа
Спецификация	Состав программы и документации на нее
Ведомость держателей подлинников	Перечень предприятий, на которых хранят подлинники программных документов
Текст программы	Запись программы с необходимыми комментариями
Описание программы	Сведения о логической структуре и функционировании программы
Программа и методика испытаний	Требования, подлежащие проверке при испытании программы, а также порядок и методы их контроля
Техническое задание	Назначение и область применения программы, технические, технико-экономические и специальные требования, предъявляемые к программе, необходимые стадии и сроки разработки, виды испытаний
Пояснительная записка	Схема алгоритма, общее описание алгоритма и/или функционирования программы, а также обоснование принятых технических и технико-экономических решений
Эксплуатационные документы	Сведения для обеспечения функционирования и эксплуатации программы

Виды эксплуатационных документов и их содержание приведены табл.6.3.

Таблица 6.3

## Виды эксплуатационных документов

Вид эксплуатационного документа	Содержание эксплуатационного документа
Ведомость эксплуатационных документов	Перечень эксплуатационных документов на программу
Формуляр	Основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы
Описание применения	Сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств
Руководство системного программиста	Сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения
Руководство программиста	Сведения для эксплуатации программы
Руководство оператора	Сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы
Описание языка	Описание синтаксиса и семантики языка
Руководство по техническому обслуживанию	Сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств

В зависимости от способа выполнения и характера применения программные документы подразделяются на подлинник, дубликат и копию, предназначенные для разработки, сопровождения и эксплуатации программы.

Виды программных документов, разрабатываемых на разных стадиях разработки ПС, и их коды приведены в табл.6.4.

Стандартом допускается объединять отдельные виды эксплуатационных документов (за исключением ведомости эксплуатационных документов и формуляра). Необходимость объединения этих документов указывается в ТЗ. Объединенному документу присваивают наименование и обозначение одного из объединяемых документов. В объединенных документах должны быть приведены сведения, которые необходимо включать в каждый объединяемый документ.



Таблица 6.4

## Виды и коды программных документов для разных стадий

Код вида документа	Вид документа	Стадии разработки			
		Эскизный проект	Технический проект	Рабочий проект	
				компонент	комплекс
—	Спецификация	—	—	⊗	⊕
05	Ведомость держателей подлинников	—	—	—	◇
12	Текст программы	—	—	⊕	◇
13	Описание программы	—	—	◇	◇
20	Ведомость эксплуатационных документов	—	—	◇	◇
30	Формуляр	—	—	◇	◇
31	Описание применения	—	—	◇	◇
32	Руководство системного программиста	—	—	◇	◇
33	Руководство программиста	—	—	◇	◇
34	Руководство оператора	—	—	◇	◇
35	Описание языка	—	—	◇	◇
46	Руководство по техническому обслуживанию	—	—	◇	◇
51	Программа и методика испытаний	—	—	◇	◇
81	Пояснительная записка	◇	◇	—	—
90–99	Прочие документы	◇	◇	◇	◇

Условные обозначения:

⊕ – документ обязательный;

⊗ – документ обязательный для компонентов, имеющих самостоятельное применение;

◇ – необходимость составления документа определяется на этапе разработки и утверждения технического задания;

— – документ не составляют.

## 6.4. ГОСТ 19.102. Стадии разработки

Настоящий стандарт устанавливает стадии разработки программ и программной документации для вычислительных машин, комплексов и систем независимо от их назначения и области применения. Стадии разработки, этапы и содержание работ должны соответствовать указанным в табл.6.5.

Таблица 6.5

## Стадии разработки программ и программной документации

Стадия разработки	Этапы работ	Содержание работ
1. Техническое задание	Обоснование необходимости разработки программы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи.</li> <li>• Сбор исходных материалов.</li> <li>• Выбор и обоснование критериев эффективности и качества разрабатываемой программы.</li> <li>• Обоснование необходимости проведения научно-исследовательских работ.</li> </ul>
	Научно-исследовательские работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение структуры входных и выходных данных.</li> <li>• Предварительный выбор методов решения задач.</li> <li>• Обоснование целесообразности применения ранее разработанных программ.</li> <li>• Определение требований к техническим средствам.</li> <li>• Обоснование принципиальной возможности решения поставленной задачи.</li> </ul>
	Разработка и утверждение технического задания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение требований к программе.</li> <li>• Разработка технико-экономического обоснования разработки программы.</li> <li>• Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на нее.</li> <li>• Выбор языков программирования.</li> <li>• Определение необходимости проведения научно-исследовательских работ на последующих стадиях.</li> <li>• Согласование и утверждение технического задания.</li> </ul>
2. Эскизный проект	Разработка эскизного проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предварительная разработка структуры входных и выходных данных.</li> <li>• Уточнение методов решения задачи.</li> <li>• Разработка общего описания алгоритма решения задачи</li> <li>• Разработка технико-экономического обоснования.</li> </ul>
	Утверждение эскизного проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка пояснительной записки.</li> <li>• Согласование и утверждение эскизного проекта.</li> </ul>
3. Технический проект	Разработка технического проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уточнение структуры входных и выходных данных.</li> <li>• Разработка алгоритма решения задачи.</li> <li>• Определение формы представления входных и выходных данных.</li> <li>• Определение семантики и синтаксиса языка.</li> <li>• Разработка структуры программы.</li> <li>• Окончательное определение конфигурации технических средств.</li> </ul>

Стадия разработки	Этапы работ	Содержание работ
	Утверждение технического проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка плана мероприятий по разработке и внедрению программ.</li> <li>• Разработка пояснительной записки.</li> <li>• Согласование и утверждение технического проекта.</li> </ul>
4. Рабочий проект	Разработка программы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Программирование и отладка программы.</li> </ul>
	Разработка программной документации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка программных документов в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101–77.</li> </ul>
	Испытания программы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка, согласование и утверждение порядка и методики испытаний.</li> <li>• Проведение предварительных государственных, межведомственных, приемо-сдаточных и других видов испытаний.</li> <li>• Корректировка программы и программной документации по результатам испытаний.</li> </ul>
5. Внедрение	Подготовка и передача программы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка и передача программы и программной документации для сопровождения и/или изготовления.</li> <li>• Оформление и утверждение акта о передаче программы на сопровождение и (или) изготовление.</li> <li>• Передача программы в фонд алгоритмов и программ.</li> </ul>

Допускается исключать вторую стадию разработки, а в технически обоснованных случаях – вторую и третью стадии. Необходимость проведения этих стадий указывается в ТЗ. Разрешается объединять, исключать этапы работ и/или их содержание, а также вводить другие этапы работ по согласованию с заказчиком.

## 6.5. ГОСТ 19.103. Обозначение программ и программных документов

Настоящий стандарт устанавливает структуру обозначения программ и программных документов для вычислительных машин, комплексов и систем независимо от их назначения и области применения.

Обозначение программ и документов должно состоять из групп знаков, разделенных точками (после кода страны и кода организации-разработчика), пробелами (после номера редакции документа и кода вида документа), дефисами (после регистрационного номера и номера документа данного вида).

Устанавливается регистрационная система обозначения программ и программных документов. Структура обозначения программ и ее программного документа – спецификации представлена на рис.6.1.

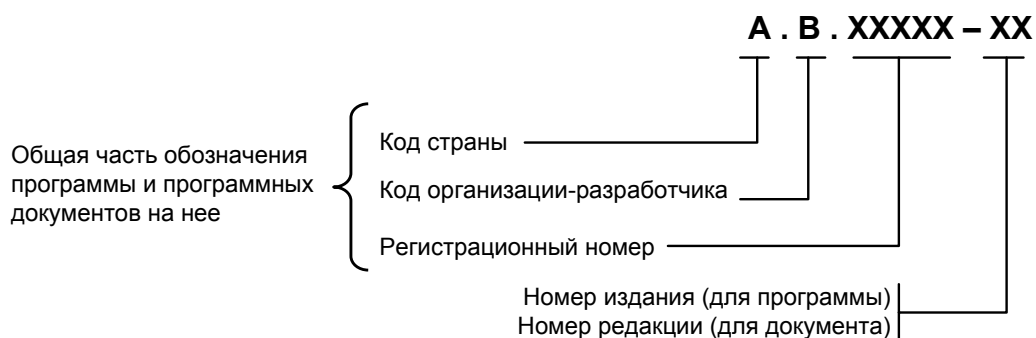


Рис.6.1. Структура обозначения программ и спецификации

Структура обозначения других программных документов представлена на рис.6.2.

Код страны-разработчика и код организации (предприятия)–разработчика присваивают в установленном порядке.

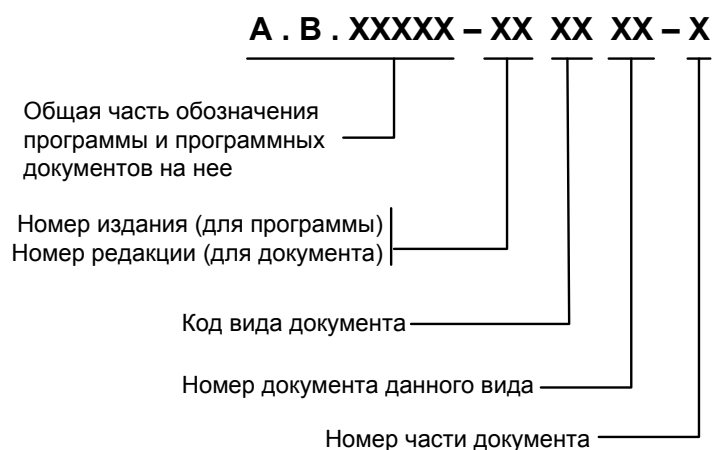


Рис.6.2. Структура обозначения программ и спецификации

Регистрационный номер присваивают в соответствии с Общесоюзным классификатором программ, утверждаемым Госстандартом в установленном порядке. Регистрационный номер присваивается в порядке возрастания, начиная с 00001 до 99999, для каждой организации-разработчика.

Номер издания программы или номер редакции документа присваивают в порядке возрастания с 01 до 99.

Код вида документа присваивают в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101–77.

Номер документа данного вида присваивают в порядке возрастания с 01 до 99.

Номер части одного и того же документа присваивают в порядке возрастания с 1 до 9. Если документ состоит из одной части, то дефис и порядковый номер части не указывают.

Номер редакции спецификации и ведомости эксплуатационных документов на программу должен совпадать с номером издания этой же программы.

## **6.6. ГОСТ 19.105. Общие требования к программным документам**

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к оформлению программных документов для вычислительных машин, комплексов и систем, независимо от их назначения и области применения и предусмотренных стандартами ЕСПД для любого способа выполнения документов на различных носителях данных.

Программный документ состоит из следующих условных частей:

- титульной;
- информационной;
- основной;
- регистрации изменений.

Правила оформления документа и его частей на каждом носителе данных устанавливаются стандартами ЕСПД на правила оформления документов на соответствующих носителях данных.

*Титульная часть* состоит из листа утверждения и титульного листа. Правила оформления листа утверждения и титульного листа устанавливаются по ГОСТ 19.104–78 (п.6.7).

*Информационная часть* должна состоять из аннотации и содержания. Необходимость включения информационной части в различные виды программных документов установлена соответствующими стандартами ЕСПД на эти документы.

В *аннотации* приводят сведения о назначении документа и краткое изложение его основной части.

*Содержание* включает перечень записей о структурных элементах основной части документа, в каждую из которых входят:

- обозначение структурного элемента (номер раздела, подраздела и т.д.);
- наименование структурного элемента;

- адрес структурного элемента на носителе данных (например, номер страницы, имя файла и т.п.).

Правила обозначения структурных элементов основной части документа и их адресации устанавливаются стандартами ЕСПД на правила оформления документов на соответствующих носителях данных.

Состав и структура *основной части* программного документа устанавливаются стандартами ЕСПД на соответствующие документы.

О каждом изменении программного документа в части *регистрации изменений* делается запись в соответствии с требованиями ГОСТ 19.603.

## 6.7. ГОСТ 19.104. Основные надписи

Настоящий стандарт устанавливает формы, размеры, расположение и порядок заполнения основных надписей листа утверждения и титульного листа в программных документах, предусмотренных стандартами ЕСПД, независимо от способов их выполнения.

В состав основных надписей листа утверждения и титульного листа в программных документах входят следующие структурные данные:

- наименование министерства (ведомства);
- наименование документа;
- обозначение документа;
- сведения о носителе данных, на котором представляется подлинник;
- общее количество листов утверждения, объем документа;
- сведения о разработчике;
- виза нормоконтролера;
- отметка об учете и хранении;
- сведения об изменении.

*Лист утверждения* выпускается на каждый программный документ на листах бумаги формата А4 независимо от вида документа, который может быть выполнен на любом носителе данных. Обозначение листа утверждения состоит из обозначения документа, к которому относится лист утверждения, и через дефис – шифра ЛУ. Лист утверждения не входит в общее количество листов документа. Лист утверждения вносят в спецификацию после утвержденного документа и хранят на предприятии – держателе подлинника документа. Лист утверждения спецификации также вносят в данную спецификацию. Копии листа утверждения высылают заказчику. Лист утверждения заполняют по форме, приведенной на рис.6.3.

Рис.6.3. Форма листа утверждения

В *поле 1* указывают наименование министерства или ведомства, в систему которого входит организация, разработавшая данный документ.

Выше поля 1, в правом верхнем углу, при необходимости ставится специальная отметка (гриф секретности, указания «Для служебного пользования», «С предприятия не выносить» и т.п.).

В левой части *поля 2* при необходимости указывают должности и подписи лиц, согласовавших документ от организации заказчика. В правой части поля – должности и подписи лиц, утвердивших документ от организации разработчика. Справа от каждой подписи проставляют инициалы и фамилию лица, подписавшего документ, а ниже подписи – дату подписания. Согласующие и утверждающие организации, а также конкретные подписи должностных лиц регламентируют министерства и ведомства.

В *поле 3* приводят полное наименование программы или программного изделия (прописными буквами), наименование и вид документа. Наименование документа может быть опущено или объединено с наименованием программы.

В *поле 4* указывают обозначение документа и указание вида носителя данных. Вид носителя данных указывают только в случае выполнения документа на носителе данных.

В *поле 5* указывают общее количество листов утверждения, например, «Листов 3». Для одного листа поле 5 не заполняют.

В правой части *поля 6* приводят должности и подписи руководителя организации, выпустившей документ, руководителя подразделения, разработавшего документ, руководителя разработки (разработчика), исполнителей разработки документа и нормоконтролера. Справа от каждой подписи проставляют инициалы и фамилию лица, подписавшего документ, а ниже подписи – дату подписания. При большом количестве согласующих подписей их размещают и в левой части поля 6.

В *поле 7* приводят год издания (утверждения) документа (без указания слова «год» или «г»).

*Поле 8* содержит отметку об учете и хранении по ГОСТ 19.601–78; *поле 9* – строку изменений по ГОСТ 19.604–78; *поле 10* – литеру документа.

Пример заполнения листа утверждения приведен на рис.6.4. Количество подписей на листе утверждения приведено условно.

*Титульный лист* программного документа заполняют по форме и правилам, установленным для листа утверждения, при этом для следующих полей установлены правила:

- поле 1 – заполняют по требованию заказчика;
- поле 2 – не заполняют;
- поле 5 – указывают объем документа;
- поле 6 – не заполняют.

На титульном листе программного документа в левом верхнем углу должна быть надпись, содержащая сведения о соответствующем ему листе утверждения (рис.6.5).

Пример заполнения титульного листа приведен на рис.6.6.

Содержание и правила выполнения *основных надписей последующих листов* программных документов, выполненных печатным способом, приведены в ГОСТ 19.106.



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор НИИ ЭВМ  
 (подпись) Н.Н.Сизов  
 22.05.2007

**Автоматизированная система  
 учета средств вычислительной техники ViewComp**

**Руководство программиста**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**  
**РБ-НИИ077-00005-01 33 01-ЛУ**

Инов. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инов. № подл.	Подп. и дата

Представители  
 предприятия-разработчика:  
 Главный инженер НИИ ЭВМ  
 (подпись) А.Н.Баков  
 17.05.2007  
 Начальник отдела 12  
 (подпись) А.Ф.Фокина  
 16.05.2007  
 Руководитель разработки  
 (подпись) О.О.Мишина  
 16.05.2007  
 Исполнитель  
 (подпись) Р.Н.Дядин  
 15.05.2007  
 Нормоконтролер  
 (подпись) С.С.Старов  
 17.05.2007

2007

Литера У

Рис.6.4. Пример заполнения листа утверждения

**УТВЕРЖДЕН**  
 \_\_\_\_\_  
**А . В . XXXXX – XX XX XX – X – ЛУ**  
 \_\_\_\_\_  
 Обозначение  
 программного документа

Рис.6.5. Надпись на титульном листе

УТВЕРЖДЕН

РБ-НИИ077-00005-01 33 01-ЛУ

**Автоматизированная система  
учета средств вычислительной техники ViewComp**

Руководство программиста

РБ-НИИ077-00005-01 33 01

Листов 36

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

2007

Литера У

Рис.6.6. Пример заполнения титульного листа

## **6.8. ГОСТ 19.106. Требования к программным документам, выполненным печатным способом**

Настоящий стандарт устанавливает правила выполнения программных документов, предусмотренных стандартами ЕСПД, для печатного способа их выполнения.

При выполнении программного документа печатным способом документ выполняется на одной стороне листа с такими интервалами между строк, которые обеспечивают пригодность к микрофильмированию. При выполнении типографским способом документ выполняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изданиям, изготовляемым типографским способом. При выполнении части рукописным способом – на

одной стороне листа, черными чернилами или тушью, чертежным шрифтом с высотой букв не менее 2,5 мм. При выполнении программного документа машинописным, машинным или рукописным способами разрешается вписывать в документы отдельные слова, формулы, условные знаки и т.п., а также исправлять опечатки и графические неточности от руки чертежным шрифтом.

При необходимости допускается делить документ на части. Деление на части осуществляется на уровне не ниже раздела и каждую часть комплектуют отдельно, в конце содержания первой части перечисляют обозначения остальных частей. Нумерацию страниц документа, а также нумерацию разделов, рисунков и таблиц производят в пределах каждой части. Каждую часть начинают с титульного листа. Лист утверждения выпускают на весь документ с обозначением первой части.

Если в документ включаются части текста программы, то их можно оформлять в соответствии с правилами языка, на котором написан текст программы.

Информационная и основная части программного документа выполняются по форме, представленной на рис.6.7.

Поле 1 содержит порядковый номер страницы, поле 2 – обозначение документа, поле 3 – текст документа, поле 4 – строка изменений.

Рамку формата можно не наносить.

*Аннотацию* размещают на отдельной пронумерованной странице с заголовком "АННОТАЦИЯ", но не нумеруют как раздел. В аннотации указывают издание программы, кратко излагают назначение и содержание документа, общее количество частей документа (если их больше одной).

*Содержание* документа размещают на отдельной пронумерованной странице/страницах после аннотации, снабжают заголовком "СОДЕРЖАНИЕ", не нумеруют как раздел и включают в общее количество страниц документа. В содержание документа включают номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов, имеющих заголовки, их наименование и номера страниц. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами.

*Структурными элементами* текста документа являются разделы, подразделы, пункты, подпункты и перечисления:

- *раздел* – первая ступень деления, обозначенная номером и снабженная заголовком;
- *подраздел* – часть раздела, обозначенная номером и имеющая заголовок;

- *пункт* – часть раздела или подраздела, обозначенная номером; может иметь заголовок;
- *подпункт* – часть пункта, обозначенная номером; может иметь заголовков.

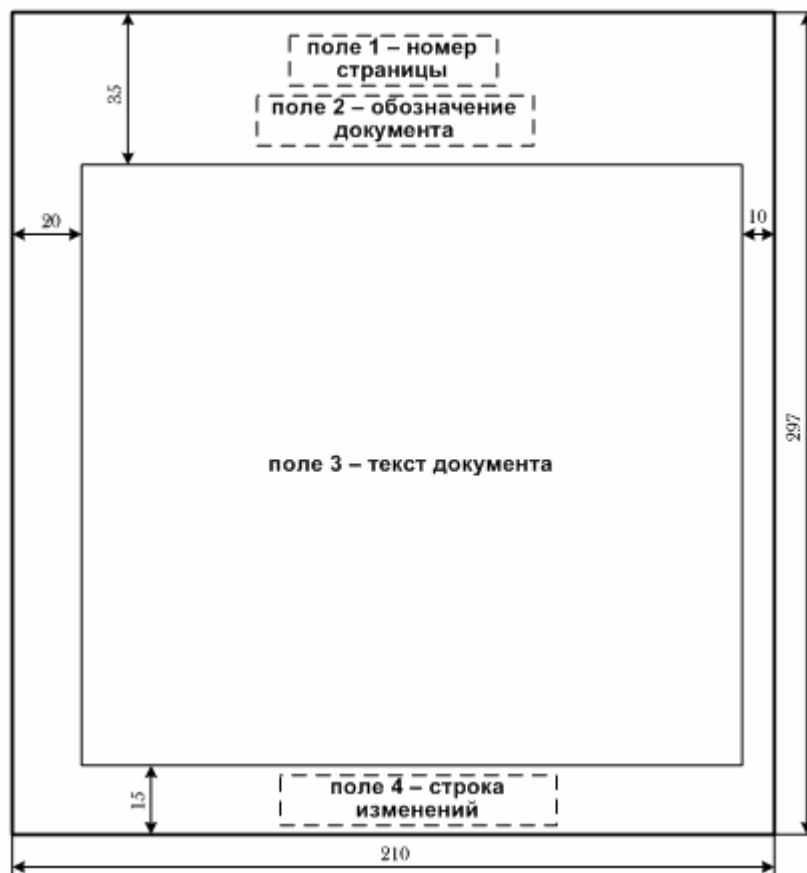


Рис.6.7. Форма информационной и основной части программного документа

Внутри подразделов, пунктов, подпунктов могут быть даны *перечисления*, которые рекомендуется обозначать арабскими цифрами со скобкой: 1), 2) и т.д. Допускается выделять перечисления простановкой дефиса перед текстом. Не рекомендуется делать ссылки на элементы перечисления.

*Абзац* – логически выделенная часть текста, не имеющая номера.

Разрешается помещать текст между заголовками раздела и подраздела, между заголовками подраздела и пункта.

*Заголовки разделов* пишут прописными буквами и размещают по центру строки. *Заголовки подразделов* записывают с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят, но если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует *нумеровать* арабскими цифрами без точки в конце. В пределах раздела должна быть сквозная нумерация по всем подразделам, пунктам и подпунктам, входящим в данный раздел. Нумерация подразделов включает номер раздела и порядковый номер подраздела, входящего в данный раздел, разделенные точкой (2.1, 3.1 и т.д.). При наличии разделов и подразделов к номеру подраздела после точки добавляют порядковый номер пункта и подпункта (3.1.1, 3.1.1.1 и т.д.).

На рис.6.8 приведен пример структуры текста программного документа и нумерация его разделов, подразделов, пунктов и подпунктов.

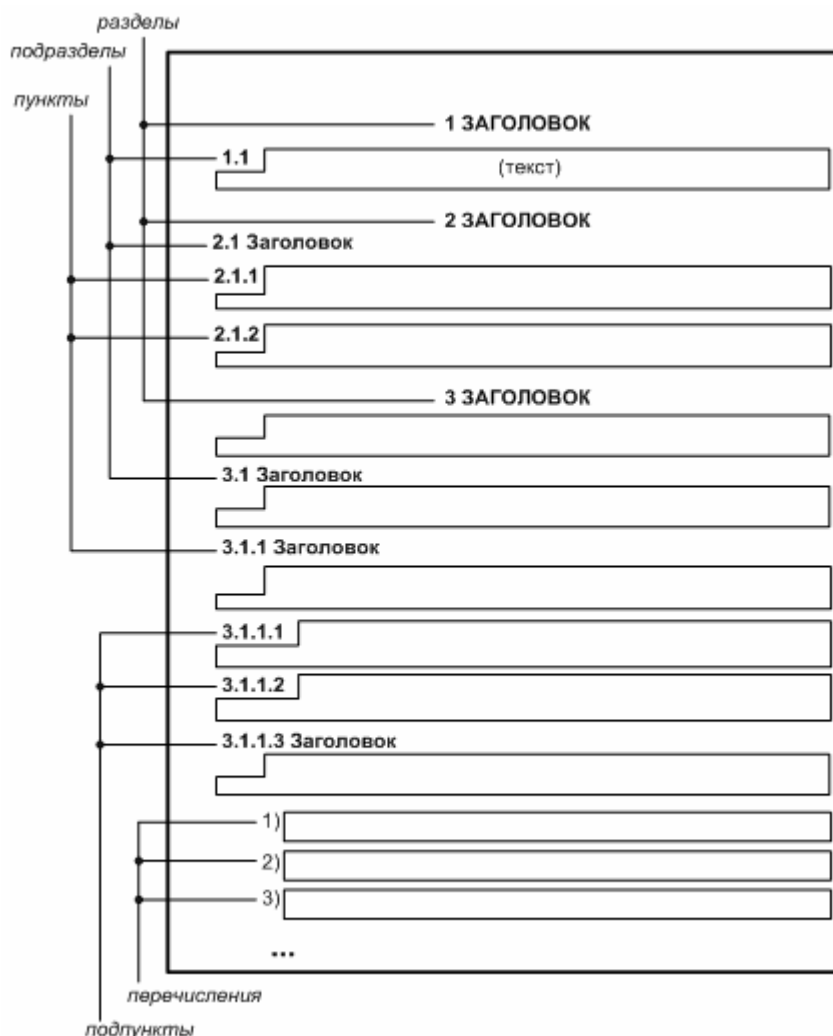


Рис.6.8. Структура текста программного документа

*Текст документа* должен быть кратким, четким, исключая возможность неоднозначного толкования.

*Термины и определения* должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе, и приводиться в перечне терминов.

Для выделения основных понятий допускается изменять интервалы между словами, а также печатать отдельные слова и части текста шрифтом, отличным от печати основного текста.

Необходимые пояснения к тексту документа могут оформляться *сносками*. Сноска обозначается цифрой со скобкой, вынесенными на уровень линии верхнего образа шрифта, например, "печатающее устройство<sup>2)</sup>".

*Иллюстрации* могут быть расположены в тексте документа и/или в приложениях. Иллюстрации нумеруются арабскими цифрами в пределах всего документа. В приложениях иллюстрации нумеруются в пределах приложения. Ссылки на иллюстрации дают по типу: "рис.2" или "(рис.2)". Иллюстрации могут иметь наименование и подрисуночный текст, поясняющий содержание иллюстрации. Их помещают под иллюстрацией, выравнивая по центру.

*Формулы* в документе нумеруются арабскими цифрами, расположив с правой стороны страницы в скобках на уровне формулы. В пределах всего документа формулы имеют сквозную нумерацию. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы дают в скобках, например: "в формуле (3)".

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа печатают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова "где", без двоеточия после него. Если в программном документе приведен перечень этих символов и числовых коэффициентов, значения их под формулой допускается не приводить. Размерность одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной.

В программных документах допускаются *ссылки* на стандарты, технические условия и другие документы. Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения (с указанием обозначения и наименования документа, номера и наименования раздела или приложения). При повторных ссылках на раздел или приложение указывают только номер. При ссылках на документ допускается проставлять в квадратных скобках его номер в соответствии с перечнем ссылочных документов. Ссылки на отдельные подразделы, пункты и иллюстрации другого документа не допускаются. Допускаются ссылки внутри документа на пункты, иллюстрации и отдельные подразделы.

Цифровой материал для достижения лучшей наглядности и сравнимости показателей рекомендуется оформлять в виде *таблицы*. Таблица может иметь заголовки, который следует выполнять строчными буквами. Сноски к таблицам располагают непосредственно под таблицей.

В *примечаниях* к тексту и таблицам указывают только справочные и пояснительные данные. Одно примечание не нумеруется. После слова "Примечание" ставят точку. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами с точкой. После слова "Примечания" ставят двоеточие.

В тексте допускаются *сокращения* слов, установленные стандартами и/или общепринятые в русском языке, а также сокращения, применяемых для обозначения программ, их частей и режимов работы, в средствах настройки программы и т.п.. Если в документе принята особая система сокращения слов или наименований, то в нем должен быть приведен *перечень сокращений*.

В виде *приложений* можно оформлять иллюстративный материал, таблицы или текст вспомогательного характера. Приложения могут быть продолжением данного документа на последующих страницах или выпускаться в виде отдельного документа. Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав документа, должна быть сквозная, если приложения не выполняются отдельным документом. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова "ПРИЛОЖЕНИЕ" прописными буквами и иметь тематический заголовок. При наличии в документе более одного приложения все приложения нумеруют прописными буквами русского алфавита. Содержание каждого приложения, при необходимости, разбивают на разделы, подразделы, пункты, нумеруемые отдельно по каждому приложению. Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения. На приложения должны быть даны ссылки в основном тексте документа. Все приложения должны быть перечислены в листе "СОДЕРЖАНИЕ".

## **6.9. ГОСТ 19.201. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению**

Настоящий стандарт устанавливает порядок построения и оформления технического задания на разработку программы или программного изделия для вычислительных машин, комплексов и систем независимо от их назначения и области применения.

Техническое задание (ТЗ) содержит совокупность требований к ПС и может использоваться как критерий проверки и приемки разработанной

программы. Поэтому достаточно полно составленное (с учетом возможности внесения дополнительных разделов) и принятое заказчиком и разработчиком, ТЗ является одним из основополагающих документов проекта ПС.

ТЗ оформляют в соответствии с ГОСТ 19.106 на листах формата А4 и при необходимости А3. Номера листов (страниц) проставляются в верхней части листа над текстом. Лист утверждения и титульный лист оформляют в соответствии с ГОСТ 19.104. Информационную часть (аннотацию и содержание), лист регистрации изменений допускается в документ не включать.

Для внесения изменений или дополнений в ТЗ на последующих стадиях разработки программы или программного изделия выпускают дополнение к нему. Согласование и утверждение дополнения к ТЗ проводят в том же порядке, который установлен для самого ТЗ.

Техническое задание должно содержать следующие разделы:

- введение;
- основания для разработки;
- назначение разработки;
- требования к программе или программному изделию;
- требования к программной документации;
- технико-экономические показатели;
- стадии и этапы разработки.

В ТЗ допускается включать приложения.

В зависимости от особенностей программы или программного изделия допускается уточнять содержание разделов, вводить новые разделы или объединять отдельные из них.

В разделе «*Введение*» указывают наименование, краткую характеристику области применения программы или программного изделия и объекта, в котором используют программу или программное изделие.

В разделе «*Основания для разработки*» должны быть указаны: документы, на основании которых ведется разработка; организация, утвердившая этот документ, и дата его утверждения; наименование и/или условное обозначение темы разработки.

В разделе «*Назначение разработки*» должно быть указано функциональное и эксплуатационное назначение программы или программного изделия.

Раздел «*Требования к программе или программному изделию*» должен содержать следующие подразделы:



- требования к функциональным характеристикам (требования к составу выполняемых функций, организации входных и выходных данных, временным характеристикам и т.п.);

- требования к надежности (обеспечение устойчивого функционирования, контроль входной и выходной информации, описание последствий отказов ПС, время восстановления после отказа и т.п.);

- условия эксплуатации (характеристики операционной среды, вид обслуживания, необходимое количество и квалификация персонала, температура окружающего воздуха, относительная влажность и т.п. для выбранных типов ЭВМ и носителей данных, при которых должны обеспечиваться заданные характеристики);

- требования к составу и параметрам технических средств (необходимый состав технических средств с указанием их основных технических характеристик);

- требования к информационной и программной совместимости (требования к информационным структурам на входе и выходе и методам решения, исходным кодам, языкам программирования и программным средствам, используемым программой, необходимость обеспечения защиты информации и программ; кроме того, могут указываться протоколы межмашинного сетевого обмена данными, стандарты протоколов формализации данных и управления терминалами, стандарты и форматы сообщений, протоколы транзакций, протоколы запросов данных, стандарты представления данных, требования к СУБД и операционным системам);

- требования к маркировке и упаковке (к маркировке программного изделия, варианты и способы упаковки);

- требования к транспортированию и хранению (для программного изделия условия транспортирования, места хранения, условия хранения, условия складирования, сроки хранения в различных условиях);

- специальные требования.

В разделе «*Требования к программной документации*» должен быть указан предварительный состав программной документации и, при необходимости, специальные требования к ней.

В разделе «*Технико-экономические показатели*» должны быть указаны: ориентировочная экономическая эффективность, предполагаемая годовая потребность, экономические преимущества разработки по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными образцами или аналогами.

В разделе «*Стадии и этапы разработки*» устанавливают необходимые стадии разработки, этапы и содержание работ (перечень программных документов, которые должны быть разработаны, согласованы и утверждены), а также сроки разработки и определяют исполнителей.

В разделе «*Порядок контроля и приемки*» должны быть указаны виды испытаний и общие требования к приемке работы. Здесь фиксируют важнейшие характеристики ПС в некоторой количественной или иной достаточно простой форме, с тем, чтобы можно было установить степень соответствия готового ПС принятым техническим условиям.

В приложениях к ТЗ, при необходимости, приводят: перечень научно-исследовательских и других работ, обосновывающих разработку; схемы алгоритмов, таблицы, описания, обоснования, расчеты и другие документы, которые могут быть использованы при разработке.

## **6.10. ГОСТ 19.202. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению**

Настоящий стандарт устанавливает форму и порядок составления программного документа «Спецификация», определенного ГОСТ 19.101. Спецификация является основным программным документом для компонентов, применяемых самостоятельно, и для комплексов. Для компонентов, не имеющих спецификации, основным программным документом является «Текст программы».

Информационную часть (аннотацию и содержание) допускается в документ не включать.

Форма спецификации приведена на рис.6.9.

Спецификация в общем случае должна содержать разделы:

- документация;
- комплексы;
- компоненты.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование». Для документов, выполненных печатным способом, заголовки подчеркивают.

The diagram shows a rectangular form with a total width of 210 and a total height of 297. At the top, there is a header section with a height of 25. Below this, the form is divided into three columns: 'Обозначение' (Designation), 'Наименование' (Name), and 'Примечание' (Remarks). The first column has a width of 20, and the third column has a width of 10. The rows in the table have a height of 7 min. There is a wavy line indicating a break in the table structure. At the bottom, there is a section with a height of 15 min. The overall dimensions are indicated by arrows and numbers: 210 for width and 297 for height.

Рис.6.9. Форма спецификации

В раздел «Документация» вносят программные документы на данную программу, кроме спецификации и технического задания, в порядке возрастания кода вида документа, входящего в обозначение. Далее записывают заимствованные программные документы. Запись их производится в порядке возрастания кодов предприятий-разработчиков и далее в порядке возрастания кода вида документа, входящего в обозначение.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей.

Графы спецификаций заполняют следующим образом:

- в графе «Обозначение» указывают:
  - ♦ в разделе «Документация» – обозначение записываемых документов программы;
  - ♦ в разделе «Комплексы» – обозначение спецификаций комплексов, входящих в данный комплекс;
  - ♦ в разделе «Компоненты» – обозначения основных программных документов компонентов;
- в графе «Наименование» указывают:

- ♦ в разделе «Документация» – наименование и вид документа для документов на данную программу; полное наименование программы, наименование и вид документа для заимствованных документов;
- ♦ в разделах «Комплексы» и «Компоненты» – полное наименование программы, наименование и вид документа;
- в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к записанным в спецификации программам.

В графе «Обозначение» запись производят в одну строку. В остальных графах спецификации записи допускаются в несколько строк.

## **6.11. ГОСТ 19.301. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию, оформлению и контролю качества**

Настоящий стандарт устанавливает требования к содержанию и оформлению программного документа «Программа и методика испытаний». Содержит номенклатуру показателей качества ПС, определяемых на основе результатов анализа данного документа, и методические указания по определению количественных значений показателей качества. Применяемость показателей качества и соответствующих им требований при разработке документа и *контроле качества* осуществляют в зависимости от принадлежности документируемой программы к конкретному подклассу ПС и устанавливают в соответствии с ГОСТ 28195. В п.6.11.2–6.11.5 рассмотрена методика определения количественных значений показателей качества документируемого ПС. Наименования и обозначения показателей качества приведены по ГОСТ 28195.

### **6.11.1. Требования к содержанию**

Составление информационной части (аннотации и содержания) является необязательным.

Документ «Программа и методика испытаний» должен содержать следующие разделы:

- объект испытаний;
- цель испытаний;
- требования к программе;
- требования к программной документации;
- средства и порядок испытаний;
- методы испытаний.

В зависимости от особенностей документа допускается вводить дополнительные разделы.

В разделе «Объект испытаний» указывают наименование, область применения и обозначение испытываемой программы.

В разделе «Цель испытаний» указывают цель проведения испытаний.

В разделе «Требования к программе» указывают требования, подлежащие проверке во время испытаний и заданные в ТЗ на программу, к которым относятся:

- требования устойчивости функционирования ПС при наличии ошибок во входных данных, а именно:

- ◆ контроль корректности входных данных;
- ◆ контроль принадлежности входных данных диапазону допустимых значений;
- ◆ контроль форматов входных данных;
- ◆ выдача диагностических сообщений пользователю при обнаружении ошибок во входных данных и предпринимаемые действия при обработке ошибок;

- требования возможности обработки ошибочных ситуаций;

- требования полноты обработки ошибочных ситуаций;

- требования к программе по восстановлению процесса выполнения в случае сбоя операционной системы, процессора, периферийных устройств, а именно:

- ◆ ведение системного журнала регистрации всех операций над данными;
- ◆ наличие средств получения копий выбранных частей данных, БД для последующего их восстановления;
- ◆ наличие средств восстановления для возврата БД или некоторых ее частей в первоначальное состояние;
- ◆ наличие средств, которые, используя системный журнал, устраняют в БД выполненные транзакции (единичная операция);
- ◆ наличие средств контроля, выявляющих нарушения и позволяющих отменять эффект выполнения предыдущей команды или нескольких предыдущих команд;
- ◆ наличие контрольных точек и средств, которые позволяют вернуться в последнюю контрольную точку вместо возвращения к началу транзакции;

- ◆ динамическое исключение неисправного устройства ввода–вывода из набора ресурсов ПС;
- требования к программе по восстановлению результатов при отказах процессора, операционной системы, которые включают в себя:
  - ◆ восстановление вычислительного процесса и данных;
  - ◆ восстановление данных, скопированных за некоторое время до момента сбоя;
  - ◆ возможность повторного запуска ПС с последней контрольной точки;
- требования к тестированию программ;
- требования реализации диагностики всех граничных и аварийных ситуаций, которые создаются в процессе испытаний путем подбора входных данных;
- требования к динамическому тестированию программ;
- требования к статическому тестированию программ.

В разделе «Требования к программной документации» указывают состав программной документации, предъявляемой на испытания, и требования полноты и понятности изложения в документации информации:

- о назначении ПС;
- о принципах функционирования ПС;
- о взаимосвязи ПС с другими подсистемами;
- о входных и выходных данных;
- о действиях, относящихся к освоению работы с ПС (настройка, запуск, выполнение);
- о графическом представлении блок–схем, алгоритмов;
- о принятых соглашениях об использовании комментариев, символических имен переменных;
- о диагностических сообщениях, выдаваемых пользователю в ходе настройки, проверки и выполнения ПС;
- о наличии всех необходимых рисунков, формул, таблиц, которые должны содержать ту информацию, которая заложена в ссылке на нее.

В разделе «Средства и порядок испытаний» приводят:

- описание программной среды функционирования ПС, включающее в себя требования к:
  - ◆ операционным системам и средствам их расширения;
  - ◆ средствам управления базами данных;

- ◆ прочим ПС, используемым программой в процессе функционирования;
- описание программно–аппаратурной среды функционирования ПС, включающее в себя требования к:
  - ◆ объему внутренней и внешней памяти, необходимому для функционирования ПС;
  - ◆ периферийным устройствам;
  - ◆ базовому программному обеспечению;
  - ◆ другим техническим и программным средствам, используемым во время испытаний, а также порядку проведения испытаний;
- процедуры проверки соответствия программно–аппаратной среды функционирования предъявленным требованиям и порядок их выполнения;
- порядок выполнения процедур проверки корректности:
  - ◆ функционирования программы на соответствие предъявленным требованиям;
  - ◆ реализации всех основных функций;
  - ◆ реализации всех частных функций.

В разделе «Методы испытаний» приводят описания используемых методов испытаний, в частности, описания тестов и способов проверок с указанием ожидаемых результатов испытаний (перечней тестовых примеров, контрольных распечаток тестовых примеров и т.п.).

### **6.11.2. Показатели качества, определяемые на основе результатов анализа раздела «Требования к программе»**

Значение всех рассматриваемых показателей качества определяют на основе изучения и анализа раздела «Требования к программе» программного документа «Программа и методика испытаний» и материалов ТЗ.

При количественной оценке показателей качества ПС приняты следующие *общие правила*:

- если в ТЗ и в разделе «Требования к программе» отсутствуют требования какого–либо показателя качества, то этот показатель исключают из участия в экспертной оценке и ему присваивают значение 0;
- если требования реализованы или представлены в полном объеме, то этому показателю присваивают значение 1;
- если возможно вычислить значение показателя по формуле – приводится расчетная формула;

•если отсутствуют формулы для расчета значения показателя, то его значение определяют методом вычитания некоторых рекомендуемых «штрафов» из максимально возможной оценки за невыполнение некоторых требований.

Значение показателя *устойчивости функционирования* (H0101) снижают при отсутствии требований:

- к контролю корректности входных данных – на 0,2;
- к контролю принадлежности входных данных диапазону допустимых значений – на 0,3;
- к контролю форматов входных данных – на 0,3;
- на выдачу диагностических сообщений об ошибке пользователю и предпринимаемые действия, связанные с обработкой возникшей ситуации при вводе ошибочных данных, – на 0,2.

Если требование *возможности обработки ошибочных ситуаций* (H0102) существует в ТЗ или разделе «Требования к программе», то показателю H0102 присваивают значение 1, в ином случае – значение 0.

Значение показателя *полноты обработки ошибочных ситуаций* (H0103) определяют по формуле:

$$H0103 = 1 - \frac{N_n^o}{N_o^o}, \quad (6.1)$$

где  $N_n^o$  – число необрабатываемых ошибочных ситуаций;  $N_o^o$  – общее число ошибочных ситуаций при проведении эксперимента.

*Требования по восстановлению процесса выполнения программы в случае сбоя* операционной системы, процессора, внешних устройств (H0201) могут содержать следующие требования:

- к фиксации и откату транзакций (создание файла отката) ПС;
- к целостности данных, т.е. наличие средств контроля и восстановления данных в случае нарушения целостности;
- на возможность запуска программы повторно с последней контрольной точки (т.е. наличие последней копии состояния ПС);
- на динамическое исключение неисправного устройства ввода–вывода из набора ресурсов ПС.

Если реализация ПС предполагает восстановление процесса выполнения в случае сбоя, то значение показателя определяют по формуле:

$$H0201 = \frac{N_p^e}{N_p^e + N_z^e}, \quad (6.2)$$



где  $N_p^e$  – использованное в реализации число возможностей и средств по восстановлению процесса выполнения;  $N_z^e$  – неиспользованное, по мнению эксперта, число возможностей и средств по восстановлению процесса выполнения.

Если реализуемый ПС алгоритм предполагает наличие требований к программе по *восстановлению результатов выполнения при отказах* процессора, операционной системы (H0202), то значение показателя определяют по формуле:

$$H0202 = \frac{N_p^e}{N_p^e + N_z^e}, \quad (6.3)$$

где  $N_p^e$  – использованное в реализации число возможностей и средств по восстановлению результатов выполнения;  $N_z^e$  – неиспользованное, по мнению эксперта, число возможностей и средств по восстановлению результатов выполнения.

Значение показателя *наличия требований к тестированию программ* (C1702) определяют на основе изучения и анализа раздела «Требования к программе». В нем должны быть указаны все требования, для подтверждения реализации которых используют методы тестирования, и приведены ссылки на фрагменты документа, содержащие описания соответствующих процедур тестирования. При наличии требований к тестированию программ в полном объеме показателю C1702 присваивают значение 1. При отсутствии какой-либо информации либо при наличии неточностей в ее описании значение показателя C1702 снижают на 0,1–0,2 за каждую погрешность вплоть до значения 0.

Если реализуемый ПС алгоритм предполагает реализации диагностики граничных и аварийных ситуаций (K1108), то значение показателя определяют по формуле:

$$K1108 = \frac{N_p^o}{N_p^o + N_z^o}, \quad (6.4)$$

где  $N_p^o$  – использованное в реализации число диагностических проверок граничных и аварийных ситуаций;  $N_z^o$  – неиспользованное, по мнению эксперта, число диагностических проверок граничных и аварийных ситуаций.

Значение показателя *наличия требований к динамическому тестированию программ* (K1301) определяют на основе изучения и анализа раздела

«Требования к программе». В нем должны быть указаны все требования, для подтверждения реализации которых используют методы динамического тестирования, и приведены ссылки на фрагменты документа, содержащие описания соответствующих процедур динамического тестирования. При наличии требований к динамическому тестированию программ в полном объеме показателю K1301 присваивают значение 1. При отсутствии какой-либо информации либо при наличии неточностей в ее описании значение показателя K1301 снижают на 0,1–0,2 за каждую погрешность вплоть до значения 0.

Значение показателя *наличия требований к статическому тестированию программ* (K1401) определяют на основе изучения и анализа раздела «Требования к программе». В нем должны быть указаны все требования, для подтверждения реализации которых используют методы статического тестирования, и приведены ссылки на фрагменты документа, содержащие описания соответствующих процедур статического тестирования. При наличии требований к статическому тестированию программ в полном объеме показателю K1401 присваивают значение 1. При отсутствии какой-либо информации либо при наличии неточностей в ее описании значение показателя K1401 снижают на 0,1–0,2 за каждую погрешность вплоть до значения 0.

### **6.11.3. Показатели качества, определяемые на основе результатов анализа раздела «Требования к программной документации»**

Значение показателя *полноты и понятности документации для освоения* (Y0201) определяют на основе изучения и анализа раздела «Требования к программной документации». Определяют полноту перечня документации, а также перечень требований, выполнение которых позволяет освоить документацию. Если документ содержит неполное описание документации, требуемой для освоения, значения показателя Y0201 устанавливают от 0,1 до 0,8.

Значение показателя *наличия всех требуемых разделов* (Y0604) определяют на основе изучения и анализа содержания всех разделов документа. Документ анализируют с точки зрения наличия в нем следующих разделов:

- объект испытаний;
- цель испытаний;
- требования к программе;
- требования к программной документации;
- средства и порядок испытаний;

- методы испытаний.

Если такие разделы существуют, то оценочному элементу присваивают значение 1. При отсутствии какого-либо раздела либо при наличии неточностей в его описании значение показателя У0604 снижают на 0,2–0,4 за каждую погрешность вплоть до значения 0.

Значение показателя *наличия всех рисунков, чертежей, формул, таблиц* (У0607) определяют на основе изучения и анализа содержания всех разделов документа, в которых должны быть даны ссылки на рисунки, чертежи, формулы, таблицы. Их наличие позволяет присвоить показателю значение 1. При отсутствии какого-либо рисунка, чертежа, формулы, таблицы либо при наличии неточностей в их описании значение показателя У0607 снижают на 0,2–0,4 за каждую погрешность вплоть до значения 0.

Значению показателя *правильности оформления титульных и заглавных листов документов* (К0703) присваивают значение 1, если лист утверждения и титульный лист оформлены в соответствии с ГОСТ 19.104. За каждое несоответствие стандарту значение показателя К0703 снижают на 0,2–0,4 вплоть до значения 0.

#### **6.11.4. Показатели качества, определяемые на основе результатов анализа раздела «Средства и порядок испытаний»**

Значению показателя *наличия описания программной среды функционирования ПС* (У0314) присваивают значение 1, если описание программной среды функционирования присутствует в необходимом объеме. При отсутствии одного из требований значение показателя У0314 снижают на 0,2–0,5. Если описание программной среды функционирования ПС отсутствует, то показателю У0314 присваивают значение 0.

Значение показателя *требуемого объема внутренней памяти* (Э0601) определяют на основе изучения и сопоставительного анализа раздела «Средства и порядок испытаний» документа «Программа и методика испытаний» и разделов «Используемые технические средства» и «Общие сведения» документа «Описание программы» (ГОСТ 19.402).

Если в разделе «Средства и порядок испытаний» данного документа указан требуемый для функционирования ПС объем оперативной памяти, который согласуется с соответствующими характеристиками всех ЭВМ, указанных в разделе «Используемые технические средства» документа «Описание программы» с учетом аналогичных требований со стороны программной среды и программного обеспечения, установленных в разделе «Общие сведения» того же документа, то показателю Э0601 присваива-

ют значение 1. В остальных случаях значение показателя определяется по формуле:

$$\text{Э0601} = 1 - \frac{N_n^\kappa}{N_o^\kappa}, \quad (6.5)$$

где  $N_n^\kappa$  – число несогласованных по требуемому объему внутренней памяти программно–аппаратных комбинаций среды функционирования ПС;  $N_o^\kappa$  – общее число возможных программно–аппаратных комбинаций среды функционирования ПС.

Значение показателя *требуемого объема внешней памяти* (Э0602) определяют на основе изучения и сопоставительного анализа раздела «Средства и порядок испытаний» документа «Программа и методика испытаний» и разделов «Используемые технические средства» и «Общие сведения» документа «Описание программы».

Если в разделе «Средства и порядок испытаний» данного документа указан требуемый для функционирования ПС объем внешней памяти, который согласуется с соответствующими характеристиками всех устройств, указанных в разделе «Используемые технические средства» документа «Описание программы» с учетом аналогичных требований со стороны программной среды и программного обеспечения, установленных в разделе «Общие сведения» того же документа, то показателю Э0602 присваивают значение 1. В остальных случаях значение показателя определяется по формуле:

$$\text{Э0602} = 1 - \frac{N_n^\kappa}{N_o^\kappa}, \quad (6.6)$$

где  $N_n^\kappa$  – число несогласованных по требуемому объему внешней памяти программно–аппаратных комбинаций среды функционирования ПС;  $N_o^\kappa$  – общее число возможных программно–аппаратных комбинаций среды функционирования ПС.

Значение показателя *требуемых периферийных устройств* (Э0703) определяют на основе изучения и сопоставительного анализа раздела «Средства и порядок испытаний» документа «Программа и методика испытаний» и раздела «Используемые технические средства» документа «Описание программы». Значение показателя определяют с точки зрения соответствия предъявленным требованиям, целесообразности и эффективности использования, по мнению эксперта, указанных в разделах периферийных устройств в процессе функционирования ПС. При отсутствии

упущений показателю Э0703 присваивают значение 1. Значение показателя Э0703 при наличии упущений снижают на 0,2–0,5 по каждому случаю вплоть до значения 0.

Значение показателя *требуемого базового программного обеспечения* (Э0704) определяют на основе изучения и сопоставительного анализа раздела «Средства и порядок испытаний» документа «Программа и методика испытаний» и раздела «Общие сведения» документа «Описание программы». Значение показателя определяют с точки зрения соответствия предъявленным требованиям указанного в разделах базового программного обеспечения. При полном соответствии показателю Э0704 присваивают значение 1. Значение показателя Э0704 при наличии упущений снижают на 0,2–0,5 по каждому случаю вплоть до значения 0.

Значение показателя *отсутствия ошибок в описании действий пользователя* (K0803) определяют на основе изучения и анализа раздела «Средства и порядок испытаний». Если в описанных действиях, относящихся к загрузке, запуску, выполнению и завершению процедур проверки корректности функционирования программы на соответствие предъявленным требованиям, отсутствуют ошибки, то показателю K0803 присваивают значение от 0,8 до 1. За каждую ошибку в зависимости от тяжести последствий значение показателя K0803 снижают на 0,2–0,4 вплоть до значения 0.

Значение показателя *отсутствия ошибок в описании запуска* (K0804) определяют на основе изучения и анализа раздела «Средства и порядок испытаний». Если в описанных действиях, относящихся к запуску процедур проверки корректности функционирования программы на соответствие предъявленным требованиям, отсутствуют ошибки, то показателю K0804 присваивают значение от 0,8 до 1. За каждую ошибку в зависимости от тяжести последствий значение показателя K0804 снижают на 0,2–0,4 вплоть до значения 0.

Значение показателя *отсутствия ошибок в описании настройки* (K0806) определяют на основе изучения и анализа раздела «Средства и порядок испытаний». Если в описанных действиях, относящихся к настройке и запуску процедур проверки корректности функционирования программы на соответствие предъявленным требованиям, отсутствуют ошибки, то показателю K0806 присваивают значение от 0,8 до 1. За каждую ошибку в зависимости от тяжести последствий значение показателя K0806 снижают на 0,2–0,4 вплоть до значения 0.

Значение показателя *реализации всех основных функций* (K1102) определяют на основе изучения и анализа раздела «Средства и порядок ис-

пытаний». Если в разделе полностью описаны процедуры проверки корректности реализации всех основных функций, то показателю K1102 присваивают значение 1. При наличии упущений значение показателя K1102 снижают на 0,2–0,5 по каждому случаю вплоть до значения 0.

Значение показателя *реализации всех частных функций* (K1103) определяют на основе изучения и анализа раздела «Средства и порядок испытаний». Если в разделе полностью описаны процедуры проверки корректности реализации всех частных функций, то показателю K1103 присваивают значение 1. При наличии упущений значение показателя K1103 снижают на 0,2–0,5 по каждому случаю вплоть до значения 0.

#### **6.11.5. Показатели качества, определяемые на основе результатов анализа раздела «Методы испытаний»**

Значение показателя *наличия тестов для проверки допустимых значений входных данных* (H0104) определяют на основе изучения и анализа раздела «Методы испытаний». Если в разделе тесты для проверки допустимых значений присутствуют и полностью охватывают все функции ПС, обеспечивающие проверку допустимых значений входных данных, то показателю H0104 присваивают значение 1. При наличии упущений значение показателя H0104 снижают на 0,2–0,5 по каждому случаю вплоть до значения 0.

Значение показателя *наличия описания способов проверки работоспособности программы* (K0114) определяют на основе изучения и анализа раздела «Методы испытаний». При полном и ясном описании способов проверки работоспособности программы с учетом всех предъявленных функциональных требований показателю K0114 присваивают значение 1. При наличии упущений значение показателя K0114 снижают на 0,2–0,5 по каждому случаю вплоть до значения 0.

### **6.12. ГОСТ 19.401. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению**

Аннотация и содержание не являются обязательными.

Основная часть документа должна состоять из текстов одного или нескольких разделов, которым даны наименования. Допускается вводить наименование также и для совокупности разделов. Каждый из этих разделов характеризуется одним из типов символической записи, например:

- символическая запись на исходном языке;

- символическая запись на промежуточных языках;
- символическое представление машинных кодов и т.п..

В символическую запись разделов рекомендуется включать комментарии, которые могут отражать, например, функциональное назначение, структуру.

### **6.13. ГОСТ 19.402. Описание программы**

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

Описание программы должно содержать следующие разделы:

- общие сведения;
- функциональное назначение;
- описание логической структуры;
- используемые технические средства;
- вызов и загрузка;
- входные данные;
- выходные данные.

В зависимости от особенностей программы допускается вводить дополнительные разделы или объединять отдельные разделы.

В разделе «Общие сведения» должны быть указаны:

- обозначение и наименование программы;
- программное обеспечение, необходимое для функционирования программы;
- языки программирования, на которых написана программа.

В разделе «Функциональное назначение» должны быть указаны классы решаемых задач и/или назначение программы и сведения о функциональных ограничениях на применение.

В разделе «Описание логической структуры» должны быть указаны:

- алгоритм программы;
- используемые методы;
- структура программы с описанием функций составных частей и связи между ними;
- связи программы с другими программами.

Описание логической структуры программы выполняют с учетом текста программы на исходном языке.

В разделе «Используемые технические средства» должны быть указаны типы ЭВМ и устройств, которые используются при работе программы.

В разделе «Вызов и загрузка» должны быть указаны:

- способ вызова программы с соответствующего носителя данных;
- входные точки в программу.

Допускается указывать адреса загрузки, сведения об использовании оперативной памяти, объем программы.

В разделе «Входные данные» должны быть указаны:

- характер, организация и предварительная подготовка входных данных;
- формат, описание и способ кодирования входных данных.

В разделе «Выходные данные» должны быть указаны:

- характер и организация выходных данных;
- формат, описание и способ кодирования выходных данных.

Допускается содержание всех разделов иллюстрировать пояснительными примерами, таблицами, схемами, графиками.

В приложение к описанию программы допускается включать различные материалы, которые нецелесообразно включать в разделы описания.

#### **6.14. ГОСТ 19.404. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению**

Настоящий стандарт устанавливает требования к содержанию и оформлению программного документа «Пояснительная записка», входящего в состав документации на стадиях разработки эскизного и технического проекта программы.

Составление информационной части (аннотация и содержание) является необязательным.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- введение;
- назначение и область применения;
- технические характеристики;
- ожидаемые технико-экономические показатели;
- источники, использованные при разработке.

В зависимости от особенностей документа отдельные разделы (подразделы) допускается объединять или вводить новые.



В разделе «Введение» указывают наименование программы и/или условное обозначение темы разработки, а также документы, на основании которых ведется разработка с указанием организации и даты утверждения.

В разделе «Назначение и область применения» указывают назначение программы, краткую характеристику области применения программы.

Раздел «Технические характеристики» должен содержать следующие подразделы:

- постановка задачи на разработку программы, описание применяемых математических методов и, при необходимости, описание допущений и ограничений, связанных с выбранным математическим материалом;
- описание алгоритма и/или функционирования программы с обоснованием выбора схемы алгоритма решения задачи, возможные взаимодействия программы с другими программами;
- описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных;
- описание и обоснование выбора состава технических и программных средств на основании проведенных расчетов и/или анализов, распределение носителей данных, которые использует программа.

В разделе «Ожидаемые технико-экономические показатели» указывают технико-экономические показатели, обосновывающие выбранный вариант технического решения, а также, при необходимости, ожидаемые оперативные показатели.

В разделе «Источники, использованные при разработке» указывают перечень научно-технических публикаций, нормативно-технических документов и других научно-технических материалов, на которые есть ссылки в основном тексте.

В приложение к документу могут быть включены таблицы, обоснования, методики, расчеты и другие документы, использованные при разработке.

## **6.15. ГОСТ 19.502. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению**

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

Текст документа должен состоять из следующих разделов:

- назначение программы;
- условия применения;

- описание задачи;
- входные и выходные данные.

В зависимости от особенностей программы допускается вводить дополнительные разделы или объединять отдельные разделы.

В разделе «Назначение программы» указывают назначение, возможности программы, ее основные характеристики, ограничения, накладываемые на область применения программы.

В разделе «Условия применения» указываются условия, необходимые для выполнения программы (требования к необходимым для данной программы техническим средствам, и другим программам, общие характеристики входной и выходной информации, а также требования и условия организационного, технического и технологического характера и т.п.).

В разделе «Описание задачи» должны быть указаны определения задачи и методы ее решения.

В разделе «Входные и выходные данные» должны быть указаны сведения о входных и выходных данных.

В приложение к общему описанию могут быть включены справочные материалы (иллюстрации, таблицы, графики, примеры и т.п.).

## **6.16. ГОСТ 19.503. Руководство системного программиста. Требования к содержанию и оформлению**

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

Руководство системного программиста должно содержать следующие разделы:

- общие сведения о программе;
- структура программы;
- настройка программы;
- проверка программы;
- дополнительные возможности;
- сообщения системному программисту.

В зависимости от особенностей ПС в документе допускается объединять отдельные разделы или вводить новые. В обоснованных случаях допускается раздел «Дополнительные возможности» не приводить

В разделе «Общие сведения о программе» должны быть указаны назначение и функции программы и сведения о технических и программных средствах, обеспечивающих выполнение данной программы.

В разделе «Структура программы» должны быть приведены сведения о структуре программы, ее составных частях, о связях между составными частями и о связях с другими программами.

В разделе «Настройка программы» должно быть приведено описание действий по настройке программы на условия конкретного применения (настройка на состав технических средств, выбор функций и др.). При необходимости приводят поясняющие примеры.

В разделе «Проверка программы» должно быть приведено описание способов проверки, позволяющих дать общее заключение о работоспособности программы (контрольные примеры, методы прогона, результаты).

В разделе «Дополнительные возможности» должно быть приведено описание дополнительных разделов функциональных возможностей программы и способов их выбора.

В разделе «Сообщения системному программисту» должны быть указаны тексты сообщений, выдаваемых в ходе выполнения настройки, проверки программы, а также в ходе выполнения программы, описание их содержания и действий, которые необходимо предпринять по этим сообщениям.

В приложении к руководству системного программиста могут быть приведены дополнительные материалы (примеры, иллюстрации, таблицы, графики и т.п.).

## **6.17. ГОСТ 19.504. Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению**

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

Руководство программиста должно содержать следующие разделы:

- назначение и условия применения программы;
- характеристика программы;
- обращение к программе;
- входные и выходные данные;
- сообщения.

В зависимости от особенностей ПС в документе допускается объединять отдельные разделы или вводить новые.

В разделе «Назначение и условия применения программы» должны быть указаны назначение и функции, выполняемые программой, условия, необходимые для выполнения программы (объем оперативной памяти,

требования к составу и параметрам периферийных устройств, требования к программному обеспечению и т.п.).

В разделе «Характеристика программы» должно быть приведено описание основных характеристик и особенностей программы (временные характеристики, режим работы, средства контроля правильности выполнения и самовосстанавливаемости программы и т.п.).

В разделе «Обращение к программе» должно быть приведено описание процедур вызова программы (способы передачи управления и параметров данных и др.).

В разделе «Входные и выходные данные» должно быть приведено описание организации используемой входной и выходной информации и, при необходимости, ее кодирования.

В разделе «Сообщения» должны быть указаны тексты сообщений, выдаваемых программисту или оператору в ходе выполнения программы, описание их содержания и действий, которые необходимо предпринять по этим сообщениям.

В приложении к руководству программиста могут быть приведены дополнительные материалы (примеры, иллюстрации, таблицы, графики и т.п.).

## **6.18. ГОСТ 19.505. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению**

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

Руководство оператора должно содержать следующие разделы:

- назначение программы;
- условия выполнения программы;
- выполнение программы;
- сообщения оператору.

В зависимости от особенностей ПС в документе допускается объединять отдельные разделы или вводить новые.

В разделе «Назначение программы» должны быть указаны сведения о назначении программы и информация, достаточная для понимания функций программы и ее эксплуатации.

В разделе «Условия выполнения программы» должны быть указаны условия, необходимые для выполнения программы (минимальный и/или максимальный состав аппаратных и программных средств и т.п.).

В разделе «Выполнение программы» должна быть указана последовательность действий оператора, обеспечивающая загрузку, запуск, выполнение и завершение программы, приведено описание функций, формата и возможных вариантов команд, с помощью которых оператор осуществляет загрузки и управляет выполнением программы, а также ответы программы на эти команды.

В разделе «Сообщения оператору» должны быть приведены тексты сообщений, выдаваемых в ходе выполнения программы, описание их содержания и соответствующие действия оператора (действия оператора в случае сбоя, возможности повторного запуска программы и т.п.).

Допускается содержание разделов иллюстрировать поясняющими примерами, таблицами, схемами, графиками.

В приложении к руководству оператора допускается включать различные материалы, которые нецелесообразно включать в разделы руководства.

## **6.19. ГОСТ 19.508. Руководство по техническому обслуживанию. Требования к содержанию и оформлению**

Настоящий стандарт распространяется на тестовые и диагностические программы, используемые при обслуживании технических средств.

Составление информационной части (аннотация и содержание) является обязательным.

Руководство по техническому обслуживанию должно содержать следующие разделы:

- введение;
- общие указания;
- требования к техническим средствам;
- описание функций;

В зависимости от особенностей ПС в документе допускается вводить дополнительные разделы.

В разделе «Введение» указывают назначение руководства, перечень эксплуатационных документов, которыми должны дополнительно к руководству пользоваться при техническом обслуживании.

В разделе «Общие указания» указывают порядок технического обслуживания, приводят указание по организации и особенностям его проведения.

В разделе «Требования к техническим средствам» указывают минимальный состав технических средств, обеспечивающий работу программы.

В разделе «Описание функций» указывают:

- максимальный состав технических средств, проверяемых этой программой;
- описание совместного функционирования технических средств и программы с указанием метода обработки ошибок;
- описание организации входных и выходных данных, используемых при обслуживании технических средств;
- описание взаимодействий устройств с программой, результатов взаимодействий, с выводом результатов работы программы

## **Вопросы по теме**

1. Краткая характеристика стандартов ЕСПД, их недостатки.
2. Структура стандартов ЕСПД.
3. Какие вы знаете виды программных документов?
4. Какие вы знаете стадии и этапы разработки программ и программной документации? Какие работы на них выполняются?
5. Правила обозначения программ и программных документов.
6. Из каких условных частей состоит программный документ?
7. Формы листа утверждения, титульного листа, информационной и основной части программного документа.
8. Требования к оформлению программных документов.
9. Требования к содержанию и оформлению технического задания.
10. Требования к содержанию и оформлению спецификации.
11. Требования к содержанию и оформлению программы и методики испытаний. Показатели качества программных средств, определяемые стандартом ГОСТ 19.301-2000.
12. Требования к содержанию и оформлению текста программы.
13. Требования к содержанию и оформлению описания программы.
14. Требования к содержанию и оформлению пояснительной записки.
15. Требования к содержанию и оформлению описания применения.
16. Требования к содержанию и оформлению руководств системного программиста, программиста, оператора и по техническому обслуживанию.

## 7. ОЦЕНИВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В данной главе внимание будет сосредоточено на оценивании конструктивных характеристик качества в предположении, что основные функции ПС реализуются достаточно полно.

### 7.1. Оценивание функциональных возможностей

#### 7.1.1. Функциональная пригодность

Системный анализ и прослеживание взаимного соответствия, базовых (см. п.4.1) и конструктивных субхарактеристик, является *основой для оценивания функциональной пригодности*. Меры этого соответствия иногда могут быть количественными и, почти всегда, остаются качественными описаниями различных свойств и возможных их дефектов.

При оценивании функциональной пригодности рекомендуется решать следующие задачи:

- описание основных свойств и совокупности соответствующих понятий субхарактеристики функциональная пригодность при ее выборе подробно изложено в п.4.2 и проиллюстрировано табл.4.1;
- метрики качества ПС в использовании, представленные в стандарте ISO 9126–4 (см. п.3.2 и рис.3.3) и по существу отражающие особенности атрибутов функциональной пригодности, которые следует учитывать в первую очередь с позиции заказчика и пользователей;
- план и технология выполнения работ по оцениванию характеристик качества ПС для разработчиков, приобретателей и испытателей, изложенные в стандарте ISO 14598:3–5 (см. п.5.3);
- организации процессов оценивания основных характеристик качества ПС, изложенные в стандарте ISO 14598 (см. п.5.3 и рис.5.4).

Хотя исходные атрибуты качества функциональной пригодности конкретных проектов ПС в той или иной степени субъективны, их формализованные описания и согласование разработчиком и заказчиком способны предотвратить многие конфликты при оценивании соответствия требованиям комплексов программ. Для обеспечения достоверности оценивания функциональной пригодности особое значение имеет формализация на основе стандарта ГОСТ 19.301–2000 «Программы и методики испытаний ПС» и обработки результатов.

Все содержание стандарта ISO 14598 ориентировано на методологию и технологию оценивания, прежде всего, функциональной пригодности ПС, что отражается тесным взаимодействием этого стандарта со стандартами ISO 9126:1–4 и ISO/IEC 12207.

Организация и методологий оценивания остальных характеристик и атрибутов качества ПС в значительной степени подобны изложенной и должны способствовать обеспечению функциональной пригодности.

### 7.1.2. Корректность

Основная задача *оценивания корректности ПС* – формально и максимально достоверно установить степень соответствия комплекса реализованных программ исходным требованиям контракта, ТЗ и спецификаций на ПС и его компоненты.

В стандартах, регламентирующих ЖЦ ПС, значительное внимание уделяется процессам упорядоченного иерархического анализа корректности, *исходящего от требований к информационной системе* и к ПС. Этот процесс включает анализ, просмотр (обзор) и тестирование корректности выполнения требований. Он проводится *сверху вниз*, начиная от общих требований в ТЗ и/или спецификации на всю информационную систему до детальных требований на отдельные модули программ и их взаимодействие. Тестирование *снизу вверх* должно обеспечивать проверку степени корректности реализации всей совокупности требований.

*Назначение оценивания корректности ПС* состоит в том, чтобы обнаружить, зарегистрировать и устранить дефекты и ошибки, которые могут быть внесены во время разработки или модификации программ, проверить и установить, что (см. табл. 4.1):

- общие требования к информационной системе корректно переработаны в требования высокого уровня к ПС, удовлетворяющие исходным системным требованиям;
- требования высокого уровня корректно переработаны в архитектуру ПС и в требования к функциональным компонентам низкого уровня, которые удовлетворяют требованиям высокого уровня к ПС;
- архитектура ПС и требования к компонентам низкого уровня корректно переработаны в удовлетворяющий им исходный текст программ;
- исполняемый объектный код полностью и точно удовлетворяет требованиям к исходному тексту программ;
- результаты анализа прослеживаемости и анализа покрытия исходных требований и структуры показывают, что каждое требование к ПС яв-



ляется трассируемым к объектному коду, который его реализует, а выполненные просмотры, анализы и сгенерированные тестовые наборы достоверно проверяют эти требования.

Цели оценивания и обеспечения корректности ПС достигаются посредством последовательного выполнения комбинаций из просмотров, анализов, разработки тестовых сценариев и процедур и последующего выполнения этих процедур.

*Просмотры и анализы требований высокого уровня* должны обнаружить, зарегистрировать и устранить дефекты, которые внесены в процессе разработки и преобразования требований к ПС. Эти просмотры и анализы должны оценивать корректность и согласованность требований высокого уровня.

*Просмотры и анализы требований низкого уровня* предназначены для выявления дефектов и ошибок детализированных требований, которые могут быть внесены в процессе проектирования компонентов ПС. Анализы должны гарантировать, что требования низкого уровня полностью удовлетворяют требованиям высокого уровня, что правильно определены формируемые из них требования и обоснована их необходимость. Эти требования реализуются полностью через потоки управления и потоки данных между ними.

*Просмотры и анализы исходного текста программ* должны подтверждать, что выходные результаты программирования являются точными и полными. Анализ обычно ограничивается исходным текстом программ, при котором проверяется, что он является корректным, полным и соответствует требованиям к компонентам низкого уровня. Должно быть проверено, что процесс разработки программ осуществляется полностью в соответствии со стандартами на программирование и отклонения от этих стандартов обоснованы, особенно в случаях ограничения сложности, использования типовых конструкций программ, вложенности управляющих структур, сложности логических или числовых выражений.

Следует проверить и оценить корректность и непротиворечивость исходного текста, включая реализацию стеков, переполнение и разрешающую способность для арифметики с фиксированной точкой, конкуренцию ресурсов, обработку особых ситуаций, использование неинициализированных переменных или констант, а также возможность нарушения целостности данных из-за конфликтов прерываний.

*Тестирование программ, основанное на требованиях* в процессе всего ЖЦ должно охватывать функционирование ПС во всей доступной об-

ласти варьирования исходных данных и режимов применения. *Тестирование ПС* имеет две взаимодополняющие цели:

- показать, что ПС и его компоненты полностью и корректно удовлетворяют заданным требованиям к ним;
- показать с высокой степенью доверия, что устранены дефекты и ошибки, которые могли бы привести к возникновению недопустимых отказных ситуаций, влияющих на корректность функционирования ПС.

*Тестирование интеграции программных компонентов*, основанное на требованиях, должно сосредотачиваться на оценивании корректности взаимосвязей между требованиями к ПС и на реализации требований к его архитектуре. Цель такого тестирования – гарантировать, что программные компоненты взаимодействуют друг с другом корректно и удовлетворяют требованиям к ПС и к его архитектуре.

*Анализ тестового покрытия* включает применение двух методов: анализ покрытия, основанного на требованиях; анализ структурного покрытия.

*Анализ покрытия, основанного на требованиях*, анализирует исходные тестовые данные относительно требований к ПС, чтобы подтвердить, что выбранные наборы тестов полностью и корректно удовлетворяют установленным критериям и исходным требованиям. Метод анализа должен оценивать, насколько полно тестирование проверило реализацию каждого требования к ПС и выявить, какие требования не были охвачены при тестировании.

*Анализ структурного покрытия* должен подтверждать, что процедуры тестирования, основанные на требованиях, в остаточной степени покрыли структуру программы. Анализ структурного покрытия должен определить, не пропущены ли компоненты структуры программы, которые не проверены тестовыми процедурами, основанными на требованиях.

В стандарте ISO 9126:1–4 выделяются понятия и атрибуты внутренней и внешней корректности.

*Внутренняя корректность программ* сводится к полноте соответствия функций, реализуемых программными компонентами, их спецификациям, а также точности реализованных элементов данных.

*Внешнюю корректность программ* рекомендуется отражать степенью соответствия действительных результатов функционирования программ ожидаемым эталонным данным, а также контрольным примерам, описанным в эксплуатационной документации. Кроме того, предлагается сопоставлять реальные результаты вычислений и данные с требуемыми

спецификациями, как по содержанию, так и по точности, оценивать возможное количество некорректных результатов.

### 7.1.3. Способность к взаимодействию

При реализации *способности к взаимодействию компонентов* в процессе создания сложных распределенных ПС и БД, формировании их архитектуры, выборе компонентов и их связей следует оценивать и учитывать ряд *современных концептуальных требований*:

- перспективы развития информационной системы, возможность интеграции гетерогенных вычислительных компонентов и мобильность приложений на различные аппаратные и операционные платформы;
- гибкость и относительно простое без коренных структурных изменений развитие и наращивание функций и ресурсов системы в соответствии с расширением сфер и задач ее применения;
- комфортность, максимально упрощенный и унифицированный доступ конечных пользователей к управлению и результатам функционирования информационной системы на основе современных графических средств и наглядных пользовательских интерфейсов.

Оценивание способности к взаимодействию может осуществляться экспертами качественно по бальной шкале или по затратам ресурсов, вложенных в программные компоненты для обеспечения высокой способности к взаимодействию, и по величине ресурсов, требующихся при практической реализации этого свойства в конкретном проекте ПС. Мерой способности к взаимодействию может быть совокупная трудоемкость и длительность ее эффективной реализации или относительное увеличение дополнительных затрат на программы по сравнению с комплексом программ, имеющим низкую способность к взаимодействию.

*Оценивание субхарактеристики способность к взаимодействию ПС* состоит в определении качества:

- унификации совместного функционирования компонентов ПС и БД с другими прикладными системами и компонентами на локальных и удаленных вычислительных платформах;
- единообразия стиля взаимодействия с пользователями, облегчающего им удобный переход от одной вычислительной системы к другой системе с подобными функциями;
- сложности переноса (мобильности) компонентов ПС и БД разработанных должным образом с минимальными изменениями на требуемый набор аппаратных и операционных платформ.

Гибкость модификации при развитии ПС обеспечивается рядом принципов и правил структурного построения комплексов программ и их компонентов, взаимодействия между ними. *Основные принципы и правила* можно объединить в группы, которые отражают:

- стандартизованную архитектуру ПС или БД определенного класса, унифицированные правила структурного построения программных компонентов и БД, обрабатываемых программами;
- унифицированные правила структурного построения информационных модулей, заполняющих БД, организации межмодульного интерфейса программ;
- унифицированные правила внешнего интерфейса и взаимодействия компонентов, прикладных ПС и БД с внешней средой, с операционной системой и другими типовыми средствами организации вычислительного процесса, защиты и контроля.

Эти принципы и правила могут иметь особенности для ПС в различных проблемно-ориентированных областях. Однако их формализация и выполнение обеспечивают значительный эффект в снижении трудоемкости и длительности разработки ПС. Потеря гибкости архитектуры ПС, которое возрастание ресурсов, необходимых для их реализации, обычно полностью компенсируются повышением технико-экономических показателей процесса разработки.

Ряд общих понятий, методов и функций, которые могут рассматриваться как достаточно полная база и набор свойств компонентов, обеспечивающих высокую способность к взаимодействию, обобщены в *концепции, методах и стандартах открытых систем*. Идеология открытых систем базируется на строгом соблюдении совокупности протоколов и стандартов де-юре и де-факто. Программные и аппаратные компоненты по этой идеологии должны отвечать важнейшим требованиям: расширяемости, переносимости и возможности согласованной совместной работы с другими удаленными компонентами. Это позволяет обеспечить совместимость различных информационных систем и средств передачи данных.

*Задача оценивания возможности к взаимодействию* сводится к определению сложности и затрат при повторном использовании использованных и апробированных программных и информационных компонентов при изменении и расширении функциональных задач, вычислительных аппаратных платформ, их операционных систем и процессов взаимодействия в двух направлениях.

*Цель первого направления* – создание и оценивание методов, обеспечивающих эффективный по трудоемкости и качеству перенос вне реального времени ПС обработки информации и БД на различные аппаратные и операционные платформы. Эти методы можно разделить на три группы:

- общая концепция и методы непосредственного обеспечения мобильности прикладных ПС и БД в процессе разработки информационных систем за счет унификации их интерфейсов и способности к взаимодействию с операционной системой;
- методы, поддерживающие мобильность прикладных программ и данных в распределенных информационных системах и способность их взаимодействия с внешней средой;
- методы создания ПС, БД и их компонентов на стандартизованных языках программирования высокого уровня, обеспечивающие потенциальную возможность их переноса на различные аппаратные платформы.

*Цель второго направления* – оценивание совместимости оперативного обмена данными между информационными системами, базирующимися на гетерогенных и распределенных аппаратных платформах. Для этого потребовалось создание концепции и методов унификации способности к взаимодействию и транспортировки данных между компонентами сложных информационных систем. Эти методы можно разделить на три группы:

- общая концепция и методы организации совместимой коммуникации данных между компонентами ПС сложных информационных систем, размещенных на различных аппаратных и операционных платформах;
- методы обеспечения непосредственной совместимости и способности к взаимодействию при обмене данными между программными компонентами информационных систем;
- методы поддержки локальных функций коммуникации и совместимости при взаимодействии ПС с внешней средой и обеспечение их унификации.

По этим направлениям созданы или разрабатываются стандарты для совершенствования способности к взаимодействию в той или иной степени отражающие процессы проектирования, поддержки эксплуатации, сопровождения и мобильности программ и баз данных. Они ориентированы на ПС и БД, выполняющие функции в сложных административных системах, при управлении объектами, технологическими процессами или при обработке важной информации. Они создают современную культуру промышленного проектирования программ высокого качества.

#### 7.1.4. Защищенность

*Оценивание защищенности ПС* состоит из определения полноты и эффективности использования доступных методов, средств и ресурсов для защиты ПС от различных потенциальных угроз и достигнутой при этом безопасности функционирования информационной системы.

Создание системы защиты должно предусматривать *планирование, реализацию и оценивание целенаправленной политики комплексного обеспечения безопасности информационной системы*. При этом должны быть предприняты меры для эффективного распределения системных требований к защите между аппаратными и программными компонентами обеспечения безопасности.

Методологически решение этих задач должно осуществляться как проектирование и оценивание сложной автономной программно-аппаратной системы в окружении и взаимодействии с основными функциональными задачами информационной системы. При этом следует:

- определять и ранжировать функциональные компоненты ПС по степени необходимой защиты;
- оценивать опасность различных внешних и внутренних угроз безопасности;
- выделять методы, средства и нормативные документы, адекватные видам угроз и требуемой защите;
- оценивать необходимые для этого ресурсы различных видов для комплексного сбалансированного обеспечения безопасности функциональных ПС.

В процессе системного проектирования ПС необходимо решать целый ряд технических и организационных проблем создания *равнопрочной системы защиты* и поддерживающего ее комплекта методологических, правовых, нормативных документов и инструкций.

Процессы проектирования и оценивания программ обеспечения безопасности информационных систем принципиально не отличаются от проектирования любых других программных комплексов (см. ISO/IEC 12207). Для этого необходимо анализировать, конкретизировать и *оценивать задачи, исходные данные и факторы, определяющие безопасность функционирования программ*:

- критерии и их значения, характеризующие необходимый и достаточный уровень безопасности информационной системы в целом и каждого из ее основных функциональных компонентов в соответствии с усло-

виями среды применения информационной системы и требованиями спецификаций заказчика;

- состав и характеристики возможных внутренних и внешних дестабилизирующих факторов и угроз, способных влиять на безопасность функционирования ПС и БД проектируемой информационной системы;

- состав и содержание подлежащих решению задач защиты, перекрывающих все потенциально возможные угрозы и оценки эффективности решения отдельных задач, необходимых для обеспечения равнопрочной защиты информационной системы с заданной эффективностью;

- оперативные методы и средства повышения безопасности функционирования программ в течение всего ЖЦ информационной системы путем введения временной, программной и информационной избыточности для реализации системы защиты от актуальных видов угроз;

- ресурсы, необходимые и доступные для разработки и размещения программных компонентов системы обеспечения безопасности информационной системы (финансово-экономические, ограниченная квалификация специалистов и вычислительные ресурсы ЭВМ);

- стандарты, нормативные документы и методики воспроизводимых измерений и оценивания характеристик защиты, а также состав и значения исходных и результирующих данных, обязательных для проведения испытаний защиты.

Качество защищенности оценивается множеством параметров, из которых на атрибуты этой субхарактеристики наибольшее влияние оказывают представленные в табл.4.1. Кроме того, следует оценивать влияние средств защиты на функциональные и временные характеристики информационной системы при автоматизированной обработке информации.

*Оценивание достигнутой эффективности реализованной системы защиты информационной системы* начинается с анализа и регистрации (рис.7.1):

- возможных угроз безопасности функционирования ПС;
- требуемых критериев и характеристик качества защиты;
- доступных и использованных ресурсов на реализацию защиты;
- характеристик и особенностей объектов, подлежащих защите.

Далее должны быть оценены выбранные методы и инструментальные средства для реализации защиты. Реализацию такой защиты следует сопоставить с требованиями заказчика и обязательствами ее поставщика, а также оценить степень поддержки руководствами для пользователей и

специалистов-администраторов по полному и корректному применению всего комплекса методов и средств защиты.

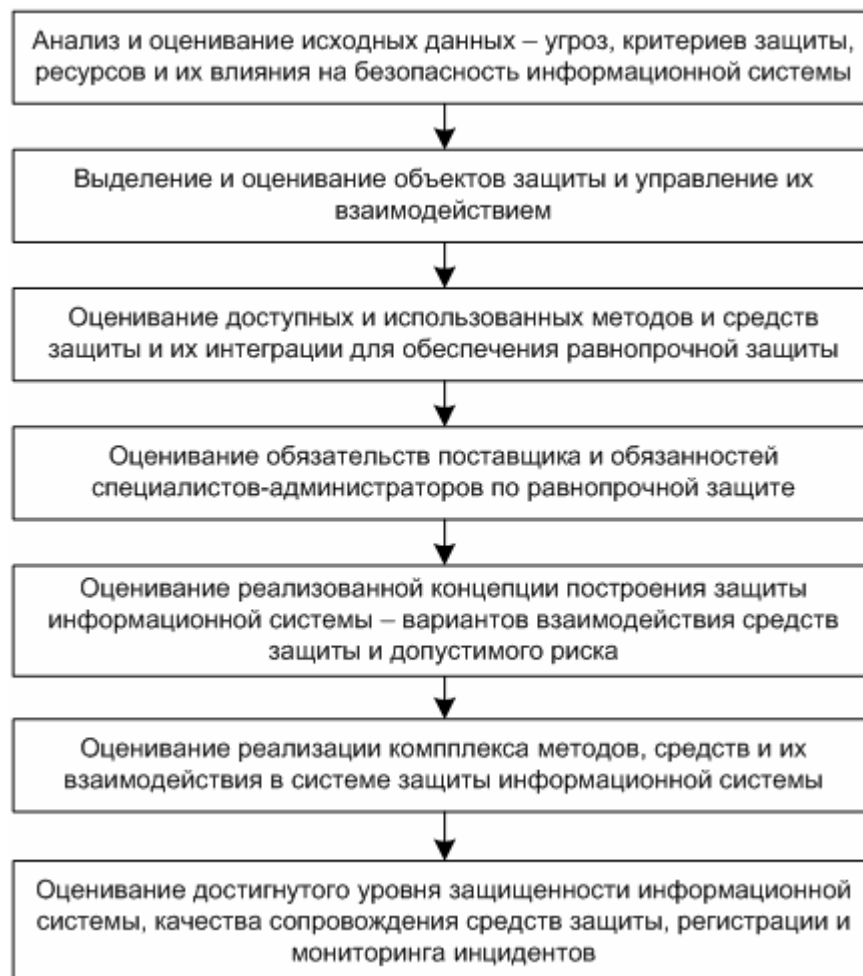


Рис.7.1. Процесс оценивания эффективности реализованной системы защиты

Проведенные оценки и документы обобщаются в необходимых уточнениях и корректировках концепции построения и организации системы обеспечения безопасности функционирования и применения информационной системы.

Завершающий анализ и оценивание реализации концепции и всего комплекса методов, средств и их взаимодействия в системе защиты информационной системы приводит к возможности определения достигнутых характеристик и атрибутов качества комплексной защищенности информационной системы, а также к их сопоставлению с требованиями заказчика проекта.

Для эффективного применения и совершенствования системы защиты необходимо также оценивать качество средств обнаружения и регистрации преднамеренных нападений на информационную систему, прояв-



лений и реализации угроз безопасности, а также мониторинга инцидентов, угрожавших нарушению и/или преодолению системы защиты.

Для размещения средств защиты информационной системы в ЭВМ при проектировании должна быть предусмотрена *программная и информационная избыточности* в виде ресурсов внешней и внутренней памяти ЭВМ. Кроме того, для функционирования средств защиты необходима *временная избыточность* – дополнительная производительность ЭВМ.

Качество комплексов защиты зависит от применения конкретных стандартов и нормативных документов и реализации их требований. Наиболее широко и детально методологические и системные задачи проектирования и оценивания комплексной защиты информационных систем изложены в стандарте ISO 15408:1999–1–3 «Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий». Стандарт представляет детальное комплексное руководство, охватывающее требования к функциям и методам гарантирования и оценивания качества основных современных методов и средств обеспечения безопасности. Его целесообразно использовать при практическом создании систем защиты ПС.

## 7.2. Оценивание надежности функционирования

*Оценивание надежности ПС* включает измерение количественных субхарактеристик в использовании (табл.4.2): завершенности; устойчивости к дефектам; восстанавливаемости; доступности–готовности.

При этом предполагается, что в контракте, ТЗ или спецификации требований зафиксированы и утверждены определенные значения атрибутов стандартизованных субхарактеристик. Прямые и непосредственные измерения этих показателей проводятся при функционировании готового программного продукта для сопоставления с заданными требованиями и для оценивания степени соответствия этим требованиям.

Значения надежности коррелированы с субхарактеристикой корректность (п.7.1.2). Однако можно достигать высокой надежности функционирования программ при относительно невысокой их корректности за счет сокращения времени восстановления при отказах.

Кроме того, надежность ПС можно оценивать косвенно в процессе разработки по прогнозируемой плотности обнаружения скрытых дефектов и ошибок, а также по плотности выявляемых и устраняемых ошибок выходных результатов и взаимодействия с операционной системой в процессе тестирования комплекса программ. Степень покрытия тестами структу-

ры функциональных компонентов и ПС в целом при отладке может служить ориентиром для оценивания и прогнозирования их потенциальной надежности. Распределение реальных длительностей и эффективности восстановления при ограниченных ресурсах для функционирования программ может рассматриваться как дополнительная полезная составляющая при оценивании надежности.

Для прямых количественных измерений атрибутов надежности необходимы инструментальные средства, встроенные в операционную систему или в соответствующие компоненты ПС. Эти средства должны в динамике реального функционирования ПС автоматически выбирать и регистрировать аномальные ситуации, дефекты и искажения вычислительного процесса, программ и данных, выявляемые аппаратным, программно-алгоритмическим контролем или пользователями. Накопление и систематизация проявлений дефектов при исполнении программ позволяет оценивать основные показатели надежности, помогает определять причины сбоев и отказов и подготавливать данные для улучшения надежности ПС.

*Прямые экспериментальные методы оценивания* интегральных характеристик надежности ПС – завершенности, устойчивости и готовности – в ряде случаев трудно реализовать при нормальных условиях функционирования сложных комплексов программ из-за больших значений требуемого времени наработки на отказ (сотни и тысячи часов). Сложность выявления и регистрации редких отказов, высокая стоимость экспериментов при длительном многосуточном функционировании сложных ПС приводят к тому, что на испытаниях получаются малые выборки зарегистрированных отказов и низка достоверность оценки показателей надежности.

При испытаниях надежности ПС в первую очередь обнаруживаются отказы – потери работоспособности. Для выявления фактора, вызвавшего отказ, и устранения его причины необходимо определить, каким компонентом информационной системы стимулирован данный отказ. Наиболее крупными источниками отказов являются частичные физические неисправности или сбои аппаратуры ЭВМ, а также дефекты и ошибки ПС. Стабильные неисправности аппаратуры диагностируются достаточно просто соответствующими аппаратными тестами.

Для повышения надежности ПС при высокой наработке на отказ необходима тщательная, систематическая работа специалистов, накапливающих, регистрирующих и анализирующих все ситуации отказов при функционировании комплекса программ. Эти специалисты должны также регистрировать все проведенные корректировки для прогнозирования при-

чин появления возможных дополнительных источников отказов, вызванных дефектами корректировок.

При заключительных приемо–сдаточных и сертификационных испытаниях для достаточно достоверного определения надежности ПС *организуются многочасовые и многосуточные прогоны функционирования комплекса программ* в реальной или имитированной внешней среде в условиях широкого варьирования исходных данных с акцентом на критические ситуации проявления угроз надежности. Такие прогоны позволяют измерить достигнутые характеристики надежности и определить степень их соответствия требованиям ТЗ, а также закрепить их в технических условиях и документации на ПС.

Экспериментальное исследование характеристик сложных ПС позволило оценить *темпы обнаружения дефектов, при котором сложные комплексы программ передаются на регулярную эксплуатацию*: 0,002–0,005 ошибок в день на человека, т.е. специалисты по испытаниям или пользователи в совокупности выявляют только около одной ошибки или дефекта каждые 2–3 месяца использования ПС.

Интенсивность обнаружения ошибок ниже 0,001 ошибок в день на человека, т.е. меньше одной ошибки в год на 3–4 специалистов, непосредственно выполняющих тестирование и эксплуатацию ПС, по–видимому, может служить эталоном высокой надежности для ПС обработки информации. Если функционирование программ происходит непрерывно, то эти показатели соответствуют очень высокой наработке на обнаружение дефекта или отказа порядка 5000–10000 часов и коэффициенту готовности выше 0,99.

*Форсированные испытания для оценки надежности ПС* значительно отличаются от традиционных методов испытаний аппаратуры. Форсирование испытаний осуществляется повышением интенсивности искажений исходных данных и расширением варьирования их значений, а также специальным увеличением интенсивности потоков информации и загрузки ПС выше нормальной. На надежности функционирования сложных критических ПС весьма существенно отражаются перегрузки по памяти и производительности при исполнении программ. Эти виды угроз стимулируют отказы, которые трудно выявляются при испытаниях в режимах нормальной загрузки.

Планирование форсированных испытаний должно предусматривать последующий пересчет полученных показателей надежности на условия нормального функционирования. Для этого необходимо оценивать надеж-

ность испытываемых программ в зависимости от интенсивности искажений данных или от характера перегрузки ЭВМ и способы корректного пересчета получаемых показателей на нормальные условия эксплуатации. При форсированных испытаниях целесообразно выделять следующие режимы тестирования:

- при полном искажении, предельных и критических значениях ключевых параметров каждого типа внешней информации и воздействий пользователей;
- при предельных и критических сочетаниях значений различных воздействующих параметров эксплуатации ПС;
- при предельно больших и малых интенсивностях суммарного потока и каждого типа внешней информации;
- при умышленных нарушениях пользователями определенных положений инструкций и рекомендаций эксплуатационной документации.

Как вид форсированных испытаний можно рассматривать тестирование и контроль результатов функционирования одних и тех же ПС при увеличении числа испытываемых экземпляров и нормальных исходных данных – *бета-тестирование* (п.5.4.3). На этапе опытной эксплуатации пользователями некоторого предварительного тиража ПС происходит естественное расширение вариантов исходных данных. Это позволяет увеличивать наборы тестов, и тем самым дает возможность оценивать наработки на отказ в сотни и тысячи часов.

Особым видом форсированных испытаний является целенаправленное тестирование эффективности средств оперативного контроля и восстановления программ, данных и вычислительного процесса *для оценивания субхарактеристики восстанавливаемости*. Для этого имитируются запланированные условия функционирования программ, при которых в наибольшей степени стимулируется срабатывание средств программного рестарта и оперативного автоматического восстановления работоспособности.

Для достижения особо высокой надежности функционирования ПС активно применяются различные методы программной защиты от сбоев и отказов программ – методы оперативного рестарта. Они позволяют замедлить рост затрат на разработку при повышении требований к их надежности. По экспертным оценкам для получения наработки на отказ в сотню часов затраты возрастают в среднем в 1,5 раза, а для наработки в тысячу часов – в 2 раза.

### 7.3. Оценивание эффективности использования ресурсов ЭВМ

*Оценивание ресурсной эффективности* состоит в измерении количественных субхарактеристик и их атрибутов (табл.4.2): временной эффективности (метрик поведения ПС во времени); используемости ресурсов ЭВМ комплексом программ.

При этом предполагается, что в контракте, ТЗ или спецификации требований зафиксированы и утверждены требуемые значения атрибутов стандартизированных субхарактеристик.

При подготовке ТЗ и спецификаций требований на ПС также *следует согласовывать с заказчиком модель и характеристики внешней среды*, в которой будет применяться комплекс программ, динамики приема и передачи данных (п.7.1.3). Эти условия следует детализировать до уровня, позволяющего однозначно определять требуемые значения *интенсивностей решения задач*:

- в среднем нормальном режиме работы ПС с наибольшим качеством функциональной пригодности;
- в режиме предельной загрузки, реализующемся с определенной вероятностью и с допустимым снижением функциональной пригодности и некоторых характеристик качества;
- в режиме кратковременной аварийной перегрузки, способной критически отражаться на функциональной пригодности, надежности и безопасности применения ПС.

Для измерения атрибутов *временной эффективности* необходимы инструментальные средства, встроенные в операционную систему или в соответствующее прикладное ПС. Эти средства должны в динамике реального функционирования программ регистрировать:

- загрузку вычислительной системы;
- значения интенсивности потоков данных от внешних абонентов;
- длительность исполнения заданий;
- характеристики функционирования устройств ввода/вывода;
- время ожидания результатов (отклика) на задания пользователей;
- заполнение памяти обмена с внешними абонентами в различных режимах применения комплекса программ и т.п.

Значения этих характеристик зависят не только от свойств и функций ПС, но и от особенностей архитектуры и операционной системы ЭВМ.

Потребность в *ресурсах памяти и производительности ЭВМ* в процессе решения задач может значительно изменяться в зависимости от их

свойств, а также от потока, состава и объема исходных данных. Степень использования памяти и производительности ЭВМ в некоторых пределах не влияет на качество решения функциональных задач комплексом программ.

При излишне высокой интенсивности поступления исходных данных может *нарушаться временной баланс* между длительностью решения полной совокупности задач ПС в реальном масштабе времени и производительностью ЭВМ при решении этих задач. Также возможно нарушение баланса между имеющейся в ЭВМ памятью и памятью, необходимой для хранения всей поступившей и обрабатываемой информацией. Для выявления подобных ситуаций и определения характеристик ПС в условиях недостаточности ресурсов ЭВМ проводятся испытания при допустимо высокой интенсивности поступления исходных данных.

При использовании комплексом программ производительности и память реализующей ЭВМ менее чем на 50%, разработчик может практически не учитывать эти ограничения. Поэтому закономерным является стремление разработчиков программ применять, особенно для систем реального времени, ЭВМ с предельным использованием технических характеристик. Опыт создания ПС реального времени показывает, что практически невозможно использовать производительность объектной ЭВМ более чем на 95%, и почти всегда целесообразно ограничиваться на уровне 90%. Подобная зависимость обусловлена сложностью оптимального распределения в динамике ограниченных ресурсов ЭВМ (особенно производительности) по многим функциональным задачам, необходимостью проектирования программ с учетом этих ограничений и неоднократными переделками программ для соблюдения всех ресурсных ограничений.

Наиболее сложным является *оценивание эффективности использования ресурсов производительности ЭВМ в реальном времени*. При этом должна быть определена зависимость качества решения задач от интенсивности поступающей информации различных типов. Основная задача испытаний состоит в определении вероятностей, с которыми будет нарушаться соответствие между потребностями в производительности для решения всей требуемой совокупности задач и реальными возможностями ЭВМ. Если эта вероятность невелика и можно считать допустимым эпизодическое снижение качества за счет получающихся задержек и пропусков в обработке сообщений или заданий, то делается вывод о соответствии производительности ЭВМ функциям данного ПС.

Для *оценивания использования ресурсов производительности* должны быть *измерены*:

- реальные значения интенсивностей поступающих исходных данных и заданий на вызов функциональных программ, а также распределения вероятностей этих интенсивностей для различных источников и типов сообщений;
- длительности автономного решения отдельно каждой из функциональных задач, обрабатывающей исходные данные или включаемой внешними заданиями;
- загрузка ЭВМ в нормальном режиме поступления сообщений и заданий, а также вероятность перегрузки заданиями различных типов и распределения длительностей перегрузки в реальных условиях;
- влияние пропуска в обработке заданий или сообщений каждого типа и снижения темпа решения определенных задач на функциональную пригодность и другие характеристики качества ПС.

Перечисленные задачи могут быть решены экспериментально в процессе тестирования завершенной информационной системы, однако при этом *велик риск*, что производительность ЭВМ окажется недостаточной для решения заданной совокупности задач в реальном времени.

Для *корректного оценивания предельной пропускной способности* информационной системы с данным ПС необходимо измерять следующие характеристики функциональных групп программ:

- экстремальные значения длительностей их исполнения и маршруты, на которых эти значения достигаются;
- среднее значение длительности исполнения каждой функциональной группы программ на всем возможном множестве маршрутов ПС и его дисперсию;
- распределение вероятностей, значений длительности исполнения функциональных групп программ.

В общем случае для оценивания длительностей исполнения и определения качества функционирования программ в зависимости от загрузки, необходимо задавать вероятность каждой комбинации тестовых данных и измерять соответствующую ей длительность. Однако для сложных групп программ весьма трудно определить вероятность каждой комбинации исходных данных. Поэтому на практике ограничиваются некоторыми средними или наиболее вероятными значениями тестовых данных, а также одним или несколькими сочетаниями исходных данных, при которых ожидаются предельные значения потоков заданий и длительностей исполнения

программ. Влияние таких ситуаций перегрузки по производительности может быть ослаблено применением *приоритетных дисциплин оперативной диспетчеризации* исполнения заданий на решение функциональных задач. В зависимости от характеристики потоков заданий и предполагаемых длительностей их реализации могут распределяться приоритеты на их решение.

По результатам испытаний могут быть решены перечисленные задачи оценивания ресурсной эффективности ПС. Это позволяет анализировать факторы, определяющие необходимую пропускную способность ЭВМ, и разрабатывать меры для приведения ее в соответствие с потребностями.

#### 7.4. Оценивание практичности

*Оценивание практичности – применимости ПС* включает определение атрибутов удобства и комфортности для пользователей при его освоении, подготовке комплекса программ к эксплуатации и при использовании по назначению.

Субхарактеристики практичности содержат (табл.4.3): понятность; простоту использования; изучаемость; привлекательность ПС.

Оценки практичности зависят не только от собственных характеристик ПС, но также от организации и адекватности документирования процессов их эксплуатации. При этом предполагается, что в контракте, ТЗ или спецификации зафиксированы и утверждены требования к основным параметрам и качеству организационных методов и средств поддержки использования ПС.

Атрибуты субхарактеристик *понятность* и *привлекательность* близки по содержанию и субъективному восприятию оценщиками–испытателями. Их можно оценивать только качественно, экспертно категориями отлично, хорошо, удовлетворительно и плохо. Дальнейшее увеличение числа градаций при оценивании таких атрибутов как *демонстрационные возможности, четкость концепции и наглядность документации* нецелесообразно.

Для обеспечения объективности оценивание целесообразно проводить группой экспертов–пользователей при типовом и экстремальном применении ПС

Субхарактеристики *простота использования* и *изучаемость* также могут обобщенно оцениваться качественно теми же шкалами с двумя – че-



тырьмя категориями. Такой же метод наиболее адекватен для оценивания *комфортности эксплуатации и простоты управления функциями ПС*.

Однако некоторые атрибуты этих субхарактеристик доступны для более полной количественной оценки путем измерения трудоемкости и длительности соответствующих процессов подготовки и обучения пользователей к эффективной эксплуатации ПС.

Наиболее удобно этими мерами определять качество изучаемости ПС. Этот показатель зависит не только от внутренних свойств и сложности комплекса программ, но и от метрик качества в использовании, от субъективных характеристик квалификации конкретных пользователей. На значения изучаемости существенно влияют демонстрационные возможности справочных средств обучения, качество и объем эксплуатационной документации, электронных учебников, которые можно оценивать соответственно по числу сопровождающих страниц документов или килобайт памяти (см. п.7.7).

## 7.5. Оценивание сопровождаемости

*Оценивание сопровождаемости* заключается в определении мер и атрибутов процессов сопровождения и конфигурационного управления изменениями и версиями в ЖЦ комплексов программ. Субхарактеристики сопровождаемости включают (табл.4.3): анализируемость; изменяемость; стабильность; тестируемость программ.

При этом предполагается, что в контракте, ТЗ или спецификации зафиксированы и утверждены требования к основным параметрам и качеству реализации процессов сопровождения ПС.

Для обеспечения возможности оценивания *оценивания полноты и эффективности реализации этих функций* в процессе проектирования ПС должна быть формализована и документально зафиксирована *концепция организации процесса сопровождения*, параметры которого являются исходными для определения его качества:

- ожидаемую длительность поддержки сопровождением развития проекта ПС;
- объем, сложность и уровень предполагаемых изменений;
- возможное число и периодичность выпуска версий со значительными модификациями;
- организационные основы процессов сопровождения и конфигурационного управления;

- требования к документированию, изменений и версий;
- кто будет осуществлять сопровождение – покупатель, разработчик первичной версии или специальный персонал поддержки развития и адаптации версий ПС.

В стратегии сопровождения следует учесть характеристики системы:

- количество компонентов ПС;
- типы, размер и критичность создаваемых и модифицируемых программных продуктов;
- унифицированность внутренних и внешних интерфейсов.

Управление конфигурацией следует организовать так, чтобы персонал знал свои обязанности и имел достаточно независимости и полномочий для выполнения поставленных задач и требований сопровождения.

Требуемые *характеристики и методы оценивания сопровождаемости* должны определяться специальным договором (или разделом договора на разработку первичной версии ПС) между разработчиком и заказчиком. В ТЗ и в контракте следует определять порядок квалификации видов и причин изменений в программах и данных, а также распределение ответственности за их инициализацию, реализацию и финансирование. Выявленные ошибки в программах и данных, которые искажают реализацию функций, согласованных с заказчиком в контракте и требованиях ТЗ, а также отраженные в документации на версию ПС, должны устраняться в основном за счет разработчика. Модификацию и расширение функций компонентов или версии комплекса программ, ранее не отраженных в ТЗ и контракте с заказчиком, следует квалифицировать как дополнительную работу с соответствующим финансированием заказчиком.

После передачи версии в эксплуатацию затраты на обнаружение и первичную квалификацию дефектов несут в основном непосредственные пользователи. На разработчиков (поставщиков) ПС возлагается анализ и локализация причин дефектов и их устранение. Эти затраты зависят:

- от характеристик выявляемых дефектов,
- от объема и сложности комплекса программ,
- организации и технологии его разработки,
- инструментальной оснащенности сопровождения,
- квалификации специалистов,
- тиража и активности применения данного ПС.

Априори перечисленные факторы оценивать трудно, и оценивание этой составляющей качества ПС целесообразно проводить по начальным результатам сопровождения версий.

Сопровождаемость следует также *оценивать полнотой и достоверностью документации* о состояниях ПС и его компонентов, всех предполагаемых и выполненных изменениях. Она должна определять стратегию, стандарты, процедуры, распределение ресурсов и планы создания, изменения и применения документов на программы и данные информационных систем. Структура документации и формы отдельных документов, используемых для сопровождения программ, *должны позволять*:

- точно документально описывать и идентифицировать каждую оформленную версию программных компонентов и ПС в целом в любое время на всем протяжении их ЖЦ;
- надежно учитывать и регистрировать все анализируемые, подготавливаемые и реализованные изменения в версиях ПС;
- снабжать руководителей проекта обобщенной и детальной информацией для принятия решений на изменения программ;
- обеспечивать заказчиков и пользователей сведениями о наиболее существенных корректировках программ и о новых версиях ПС.

Особое значение при оценивании сопровождаемости имеет *тестируемость компонентов ПС и качество документации на реализованные изменения и тесты*. На базе всего комплекса использованных тестов создается и документируется для каждой версии ПС эталонная тестовая (контрольная) задача и контрольные результаты ее решения. В течение этого времени возможны отдельные уточнения изменений в документации версии. В результате документация должна непрерывно *«догонять» реальное состояние программного продукта*. Для упорядочения этого процесса стандартами установлена возможность оперативного выпуска предварительных извещений на частные изменения.

По истечении некоторого времени сопровождение конкретного ПС прекращается. Это может быть обусловлено разработкой более современных ПС или нерентабельным возрастанием затрат на сопровождение. Чтобы со временем прийти к обоснованному решению о прекращении сопровождения необходимо периодически оценивать эффективность эксплуатации версий ПС у пользователей и возможный экономический ущерб у них от отмены сопровождения конкретной версии.

## 7.6. Оценивание мобильности

*Оценивание мобильности ПС* состоит в определении атрибутов субхарактеристик качества переноса программ и данных на иные аппаратные

и операционные платформы. Эта субхарактеристика включает (табл.4.3): адаптируемость; простоту установки; сосуществование; замещаемость программ. При этом предполагается, что в контракте, ТЗ или спецификации требований зафиксированы и утверждены требования к основным затратам и качеству процессов и результатов переноса ПС.

Следует учитывать, что любой перенос связан с затратами, которые требуются для:

- системного анализа рентабельности переноса на иную или ту же платформу и оценки технико-экономических показателей этого процесса;
- реализации самого процесса переноса и интеграции с операционной и внешней средой новой аппаратной платформы;
- испытаний и минимально необходимой проверки функционирования ПС в новом окружении или на новой платформе;
- сертификации перенесенных на новую платформу ПС и БД и функционирующих в иной операционной и внешней среде;
- корректировки или дополнения эксплуатационной и технологической документации.

При *оценивании мобильности ПС*, а также технологии и инструментальных средств обеспечения их переноса целесообразно учитывать практические методы создания программ и данных, обладающих свойством рентабельной переносимости в заданных пределах. Следует анализировать методики переноса в новую систему существующих программ и данных, которые первоначально создавались, возможно, без учета всего комплекса факторов, влияющих на эффективность переноса.

Целесообразность выбора и выделения компонентов для повторного использования и/или переноса на другие платформы зависит, прежде всего, от их объема и от кратности возможного применения. Существует некоторый диапазон объемов программ и информации БД, для которых нецелесообразно применять ранее созданные программы и массивы данных, а проще разработать новые.

Эффективность переноса программ и данных следует оценивать при планировании и управлении проектом, учитывая экономическую эффективность (выигрыш от переноса повторно используемых программ данных и затраты на перенос) и техническую эффективность (выигрыш или потери в функциональных возможностях ПС за счет их переноса с исходных на новые платформы).

В зависимости от степени программной совместимости между исходной и новой платформами возможны *варианты оценивания исходных условий мобильности*:

- при полной несовместимости платформ, когда может потребоваться переписывание всего ПС или компонентов заново (возможно с применением имеющихся спецификаций требований);

- при несовместимости языков программирования или диалектов одного языка может потребоваться переписывание программ на том языке, который принят для проекта нового ПС (возможно с применением имеющихся проектных спецификаций повторно используемых компонентов);

- при несовместимости аппаратно–программных платформ, поддерживающих один и тот же язык программирования, требуется перекомпиляция программ на новой платформе (возможно с автоматической оптимизацией, обеспечиваемой применяемой системой программирования).

*Задачи оценивания мобильности* программ и данных охватывают:

- встраивание готового программного комплекса в создаваемую информационную систему при условии, что поставщики этого ПС гарантируют его функционирование на выбранной платформе;

- перенос программ и данных с платформ, в среде которых они ранее были реализованы, на выбранную новую платформу.

Задачи и объекты, связанные с мобильностью ПС в информационных системах и подлежащие рассмотрению при оценивании *адаптируемости* и *замещаемости*, включают:

- унифицированные протоколы и интерфейсы взаимодействия функциональных программных компонентов между собой, со средой информационной системы, с пользователями, с внешней средой, включающие интерфейсы операционных систем, сетевые протоколы, спецификации служб организации процессов;

- языки программирования и инструментальные средства, поддерживающие создание переносимых ПС и средства программной инженерии;

- языки баз данных и системы управления базами данных (СУБД);

- форматы переносимых электронных документов.

Значительная часть этих задач решается путем применения соответствующих стандартов информационных технологий, действующих как международные или национальные нормативные документы, или открытых спецификаций, отражающих сложившиеся промышленные стандарты де-факто.

## 7.7. Оценивание качества эксплуатационной и технологической документации

*Цель оценивания качества документации ПС* – определение степени ее соответствия программному продукту и его компонентам, возможности обеспечивать эффективную эксплуатацию, длительный ЖЦ, мобильность и повторное применение программных и информационных компонентов.

Качество документации на комплексы программ можно характеризовать затратами трудовых и временных ресурсов на ее создание, а также затратами на освоение для возможности эффективного применения ПС. Эти атрибуты качества документов доступны обобщенным количественным измерениям и сравнению с требованиями заказчика и пользователей.

### 7.7.1. Документирование в процессах жизненного цикла

Документирование в процессах ЖЦ ПС определяется стандартами ГОСТ серий 19 и 34, ISO/IEC 8631, ISO 9127, ISO/IEC 9294, ISO 15910, ISO 18019 (рис.2.2).

ЖЦ ПС должен отражаться набором отчетных и результирующих документов в последовательности выполнения и взаимосвязи работ, обеспечивающих регламентированное ведение разработки и применения комплекса программ на всех стадиях от подготовки ТЗ до завершения испытаний ряда версий и окончания эксплуатации ПС. Выполнение этих требований следует контролировать путем *оценивания соответствия качества всего комплекта документов программным компонентам, процессам и стандартам ЖЦ ПС*. Эти оценивания должны сводиться к регулярной поэтапной регистрации характеристик и атрибутов их качества, к сопоставлению содержания документов с заданными требованиями.

*Организация работ по документированию ПС и ее оценивание* в значительной степени определяют достигаемое качество документов, самих комплексов программ, трудоемкость и длительность их создания. Она должна определять стратегию, стандарты, процедуры, распределение ресурсов и планы создания, изменения и применения документов на программы и данные информационных систем.

В процессе *установления стратегии, стандартов и руководств по документированию* необходимо осуществить и оценить:

- выбор модели ЖЦ ПС, состава и назначения его документов;
- типы, содержание и степень детализации каждого документа;

- необходимое качество и технологию создания и оформления документов;

- содержание форматов и системы обозначения документов;
- распределение ресурсов: персонала; технических средств; финансов; на планирование документирования.

Официальная, описанная и утвержденная стратегия документирования должна устанавливать дисциплину для эффективного создания высококачественных документов на объекты и процессы в ЖЦ ПС. Для этого организаторы документирования должны обеспечить специалистов, создающих ПС:

- официальными отчетами и руководствами по принятой стратегии документирования конкретного проекта ПС;

- стандартами и нормативными документами, определяющими все аспекты документирования программ и данных;

- опубликованными описаниями инструментальных средств и рекомендуемыми процедурами автоматизированного документирования ПС, его компонентов и процессов;

- вычислительными, трудовыми и временными ресурсами для реализации документирования программ и данных;

- планами документирования как органической части всего ЖЦ конкретного ПС.

Организация, реализация и оценивание работ по созданию документов должны *распределяться между специалистами*, ведущими непосредственное создание программ, и специалистами, осуществляющими в основном разработку, контроль и издание документов. Детальную структуру каждого документа целесообразно разрабатывать или уточнять предприятием или ведомством на основе стандартов в соответствии с их традициями, используемой технологией и особенностями проектируемого ПС.

Для *оценивания качества документирования на каждом этапе ЖЦ ПС* необходимо фиксировать и документально оформлять:

- исходные данные, требующиеся для успешного выполнения данного этапа документирования;

- контролируемые и документируемые данные о состоянии объекта и процесса ЖЦ ПС, регистрируемые после завершения этапа;

- содержание процедур оценивания состояния проекта и документов в процессе выполнения работ этапа;

- критерии оценивания результатов выполненных работ и качества отчетных документов при завершении этапа;

- состав и содержание отчетных документов, представляемых для оценивания состояния проекта, результатов завершеного этапа и для использования на следующем этапе или при завершении проекта ПС.

Базой эффективного управления и оценивания качества документирования ПС является план, в котором задачи исполнителей частных работ согласованы с выделяемыми для них ресурсами, а также между собой по результатам и срокам их достижения. В *плане обеспечения характеристик качества ПС* целесообразно выделять разделы, отражающие:

- цели обеспечения качества;
- оцениваемые характеристики, субхарактеристики и атрибуты объекта разработки;
- контролируемые показатели процесса выполнения плана;
- методы управления реализацией плана;
- состав отчетной документации о результатах выполнения плана и достигнутых характеристиках качества.

*Документация управления качеством* должна формализовать требования к документам, сопровождающим весь ЖЦ ПС. Наличие плана обеспечения качества ПС и документирования еще не гарантирует его выполнения и достижения заданных характеристик. Реальные ограничения ресурсов квалификация специалистов, изменения внешней среды и требований заказчика приводят к отклонениям процесса реализации плана. Величина таких отклонений в значительной степени зависит от принятой технологии разработки, от уровня и характеристик средств разработки, от средств автоматизации создания программ и документов. Для своевременного обнаружения отклонений от плана необходимо регулярно регистрировать результаты выполненных работ и качество документов.

Для *адаптации состава, содержания и требований к качеству документации* должны быть определены характеристики окружения проекта, которые могут воздействовать на процессы и объекты документирования:

- процессы ЖЦ создаваемой информационной системы;
- требования к системе и к ПС;
- организационные процедуры и стратегии документирования;
- размер, критичность и типы компонентов системы;
- количество задействованного персонала.

Должны быть учтены особенности:

- пользователей;
- поддерживающего персонала;
- руководителей контракта;



- потенциальных покупателей.

Все исходные данные и решения по адаптации номенклатуры, структуры и содержания документов должны быть документированы и утверждены руководством проекта вместе с обоснованием их целесообразности.

### **7.7.2. Технологическая документация**

Технологическая документация непосредственно и в наибольшей степени отражает процессы ЖЦ ПС, все внутренние и частично внешние метрики качества программ и данных, регламентирует требования к этим характеристикам. При оценивании качества этих документов следует использовать исходные стандарты и нормативные документы, определяющие ЖЦ ПС, которые должны выполнять следующие функции:

- регламентировать структуру и состав этапов, работ и сопутствующих им документов ЖЦ ПС;
- обеспечивать их адаптацию к характеристикам объекта проектирования, внешней и операционной среды;
- поддерживать и регламентировать процессы организации и планирования реализации ЖЦ конкретных ПС;
- формализовать выполнение и документирование конкретных работ при проектировании, разработке и сопровождении ПС;
- регламентировать процессы обеспечения качества, характеристики качества ПС и его компонентов, методы и средства их достижения, реальные значения достигнутых показателей качества.

Целесообразно предусматривать и согласовывать с заказчиком специальные требования, регламентирующие правила применения и корректировки номенклатуры, состава и содержания поддерживающей его внутренней технологической документации на ЖЦ ПС.

### **7.7.3. Эксплуатационная документация**

*Эксплуатационная документация* должна обеспечивать отчуждение ПС от их первичных разработчиков, адекватно отражать требуемое внешнее качество и качество в использовании, возможность освоения и эффективного применения ПС достаточно квалифицированными специалистами.

Состав этой документации формируется с использованием части технологических документов с учетом требований заказчика или потенциальных пользователей ПС.

Содержание эксплуатационных документов должно предотвращать или исключать возможность некорректного использования ПС за пределами условий эксплуатации, при которых поставщиком документов гарантируются определенные характеристики и меры качества функционирования ПС.

При формировании эксплуатационных документов кроме базовых стандартов ЖЦ могут использоваться ряд ведомственных нормативных документов и руководств предприятий.

*Документация администрирования* при эксплуатации информационной системы должна обеспечивать поддержку первичной инсталляции, функционирования и восстановления программ и данных после сбоев и отказов. К основным функциям системы администрирования, *документы которой подлежат оцениванию*, относятся:

- планирование использования памяти и производительности вычислительной системы в рабочем режиме применения ПС, оперативное управление и распределение ресурсов информационной системы;
- инсталляция и генерация рабочей версии ПС для пользователя;
- выявление и регистрация сбоев и дефектов функционирования программ и данных;
- управление, корректировка и учет внешней среды при реконфигурации конкретного ПС;
- управление средствами защиты информации и санкционированного доступа пользователей, анализ попыток взлома системы защиты, восстановление информации БД при искажениях;
- сбор статистики о функционировании ПС в составе системы обработки информации.

*Документация операторов–пользователей* должна обеспечивать корректную и квалифицированную эксплуатацию комплекса программ во всем диапазоне его характеристик, предписанных требованиями заказчика и зафиксированных метриками в использовании.

Объектами оценивания являются документы на процедуры и компоненты интерфейса пользователей, определяющие инициализацию соответствующей операции, ее ход и результат, а также комфортность их выполнения. Должно быть предусмотрено и оценено качество идентификации ошибочных действий и ситуаций, стандартизированной формы сообщения об ошибках пользователей.

Приобретение, поставка, разработка, функционирование и сопровождения ПС в значительной степени зависит от квалификации персонала.

Поэтому эксплуатационной документацией обязательно должно поддерживаться обучение персонала с целью его подготовки при приобретении, поставке, применении и сопровождении ПС.

*Процесс обучения* персонала, контроль и учет результатов обучения с оцениванием достигнутой квалификации специалистов должен гарантировать, что соответствующие категории обученного персонала готовы для выполнения запланированных действий и решения задач СС определенным ПС.

Сложные комплексы программ и их компоненты почти непрерывно изменяются в процессе длительного развития проекта. Для этого организация документирования должна обеспечивать гибкое и точное изменение документов – *сопровождение и конфигурационное управление версиями и редакциями каждого документа*. Эти процессы и поддерживающие их средства автоматизации должны быть адекватны тем, которые применяются при сопровождении непосредственных объектов разработки – программ и данных. Они должны быть поддержаны организацией контроля истории изменений, регистрации, утверждения и оценивания версии каждого документа в той степени и на том уровне, которые необходимы в данном проекте для каждого документа.

Для хранения, тиражирования и распространения документов сложных ПС следует выделять группу специалистов, ответственных за *обеспечение и гарантированное сохранение документации*. При оценивании схемы обеспечения сохранности документации разного содержания следует учитывать ее важность, трудоемкость хранения и возможность аварийного восстановления.

Кроме того, должна быть организована *служба нормоконтроля*, ответственная за соблюдение стандартов, нормативных и руководящих документов при подготовке документации всеми специалистами, участвующими в проекте. Эта служба обязана обеспечить унификацию и высокое качество содержания, структуры и оформления документов.

## 7.8. Оценивание рисков в жизненном цикле

*Оценивание рисков в ЖЦ ПС* состоит в выявлении негативных отклонений от требований контракта, ТЗ и спецификаций, а также в создании базы для принятия мер по минимизации таких отклонений с учетом ограниченных ресурсов на их реализацию.

Многочисленные и разнообразные требования к продуктам и процессам ЖЦ ПС, установленные заказчиком в ТЗ, всегда приходится вы-

полнять разработчику в условиях ограниченных ресурсов различных видов. Множество характеристик качества, определяющих функциональную пригодность ПС, требуют для реализации каждой из них различных видов и величин ресурсов.

При формировании требований к характеристикам качества комплекса программ заранее практически невозможно достоверно предусмотреть сбалансированное выделение каждого вида ресурса для полной реализации каждой требуемой характеристики качества. Кроме того, требования заказчика к каждой характеристике качества в ЖЦ ПС всегда субъективны и не являются стабильными. Это также отражается на изменении рисков в течение ЖЦ. При этом некоторые характеристики в реальном ПС могут приобретать значения более высокие, чем требуется, на что нерационально расходуются ресурсы, а другие – не удовлетворять требованиям ТЗ.

Для разрешения этого противоречия необходимо оценивание, мониторинг таких отклонений (рисков) и управление проектированием для сокращения и минимизации рисков при ограниченных ресурсах.

Отклонения процессов, продуктов и характеристик качества ЖЦ ПС от требуемых по контракту могут включать:

- экономические риски – превышение разработчиком допустимых по контракту размеров стоимости, трудоемкости, эксплуатационных затрат на программные компоненты и ПС в целом;
- плановые риски – нарушение разработчиком временных затрат в графиках работ и сроков по проекту в целом, а также распределений задач по подрядчикам, подразделениям и специалистам;
- риски выполнения разработчиком требований к отдельным характеристикам, субхарактеристикам и атрибутам качества процессов и продуктов ЖЦ ПС;
- риски проявления конфликтов и противоречий требований заказчика к различным функциям, компонентам и характеристикам качества при реально допустимых ресурсах и возможных условиях применения ПС;
- технические риски – недостаточность вычислительных ресурсов, несогласованность ресурсов внутренней и внешней среды для реализации ПС и т.п.

*Оценивание и управление рисками* состоит в выявлении и минимизации рисков проекта на протяжении всего ЖЦ ПС. Оно включает обнаружение проявлений новых рисков, эффективное сокращение их негативного влияния и оценивание достигнутых результатов по уменьшению рисков. Для каждого или группы рисков следует определять метрики и характери-

стики, позволяющие контролировать их состояние и/или величину, а также отражающие изменения при работах для их сокращения. Для этого необходимо определять области возможного возникновения рисков, оценивать вероятность их проявления, виды и степень влияния угроз, которые следует минимизировать по мере возникновения и обнаружения. Оценивание и анализ рисков должны позволять определять приоритеты по реализации мероприятий для сокращения и выделения на это соответствующей доли определенных ресурсов.

## 7.9. Интегральное оценивание характеристик качества

В данной главе рассмотрены методы преимущественно *независимого оценивания* отдельных характеристик и атрибутов качества ПС. Внимание было сосредоточено на определении значений показателей качества готового ПС и проверке его соответствия заданным требованиям. Каждая характеристика и атрибут анализировались независимо от других. Это может использоваться в качестве исходных данных для их сопоставления с характеристиками аналогичных ПС или для представления как составляющей вектора в многомерном пространстве стандартизированных атрибутов характеристик качества.

Обычно заказчик и разработчики устанавливают требования к каждой характеристике качества без учета относительных затрат на их достижение, без анализа их совместного влияния на полную функциональную пригодность. Это может приводить к значительным перекосам и несбалансированным значениям отдельных характеристик качества, на которые нерационально используются ограниченные ресурсы проектирования ПС. В проектах сложных ПС это угрожает повышением стоимости и/или снижением конкурентоспособности создаваемого программного продукта из-за недостаточного уровня отдельных показателей качества.

Атрибуты качества имеют различные меры и шкалы. Вследствие этого они в большинстве своем *не сопоставимы между собой*. Они предварительно выбираются и согласовываются с заказчиком при последовательном почти независимом анализе каждого атрибута качества в соответствии с их мерами и шкалами для последующего использования в контракте и ТЗ (рис.7.2). При этом не всегда учитываются ресурсы, необходимые для их реализации в конкретном ПС. Для интегральных оценок качества ПС необходим учет *относительного влияния каждого атрибута на функциональную пригодность*.

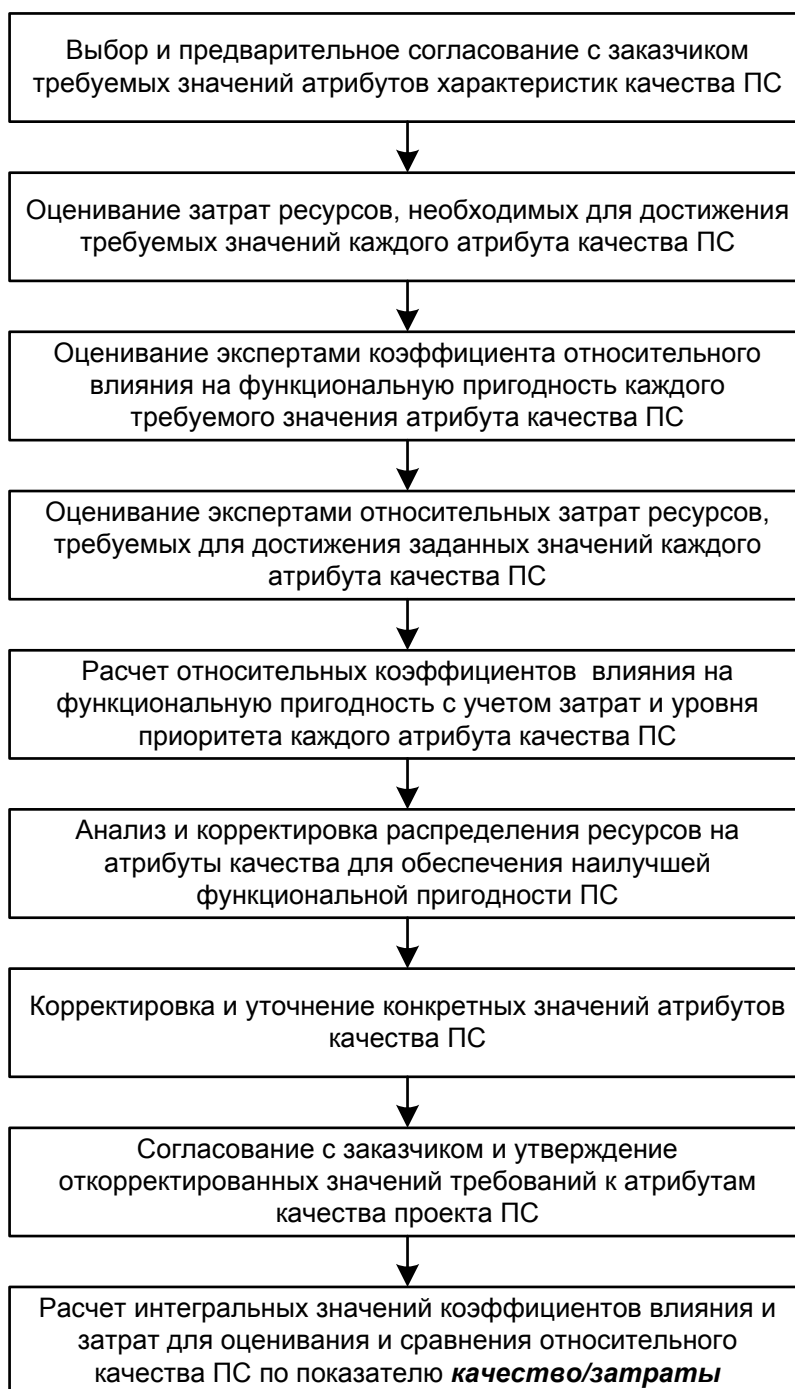


Рис.7.2. Этапы интегрального оценивания характеристик качества ПС

Для целенаправленного эффективного управления качеством ПС при проектировании желательно иметь механизм объединения разнородных характеристик в некоторый интегральный скалярный показатель, отражающий их совокупное влияние на функциональную пригодность конкретного ПС. Таким образом, при выборе характеристик качества выявилась проблема анализа системной эффективности ПС и обобщения его характеристик, а также *оценивания совместного влияния различных характе-*

*ристик и атрибутов качества на функциональную пригодность ПС с учетом затрат на их реализацию.*

Определение отдельных характеристик качества программного продукта может быть в значительной степени объективным даже при их экспертном анализе. Однако оценивание важности или приоритета каждой характеристики или ее атрибута для компонента или проекта ПС в целом более субъективный процесс, который зависит от мнений экспертов и потребителей. Для сопоставительного оценивания выбранных атрибутов качества целесообразно каждому из них присваивать *коэффициент или приоритет влияния на функциональную пригодность*. Эти приоритеты могут формироваться:

- неформализованно, интуитивно специалистами из среды заказчика и/или потенциальных пользователей с 2–4 уровнями приоритета;
- полужформально группой специальных экспертов путем анализа и оценивания влияния каждой характеристики или атрибута качества на назначение и выполнение основных функций программным продуктом;
- формализованным экспертным оцениванием и детальным установлением влияния каждого атрибута качества на функциональную пригодность с учетом относительных затрат на реализацию соответствующего атрибута.

В последнем случае группа квалифицированных экспертов из состава заказчика, потенциальных пользователей и разработчиков должны оценивать и устанавливать значения таких коэффициентов (приоритетов) для каждого атрибута качества конкретного проекта ПС в пределах унифицированной шкалы, например, от 0 до 1. Точность определения коэффициентов вряд ли может превышать 10%, поэтому количество градаций шкалы может не превышать 10.

Аналогично по такой же шкале экспертами следует оценивать относительные затраты ресурсов, которые целесообразно выделять на реализацию выбранных значений атрибутов качества.

Для каждого атрибута качества отношение коэффициента влияния на функциональную пригодность к относительным затратам на его достижение можно рассматривать как *уровень приоритета требований к этому атрибуту качества для конкретного потребителя*. Этот показатель наглядно отражает взаимосвязь требуемых значений атрибутов качества и затрат на их реализацию в конкретном проекте ПС.

Набор значений уровней приоритетов для выбранных атрибутов качества конкретного проекта ПС полезно делить на три группы:

- доминирующие характеристики или атрибуты, оказывающие наибольшее влияние на функциональную пригодность при допустимых затратах;
- показатели, имеющие достаточное влияние на функциональную пригодность и значительные затраты на реализацию;
- характеристики качества, выбранные требования к которым не соответствуют их влиянию и затратам на реализацию.

Эти данные могут использоваться для выбора и исключения из требований атрибутов с особенно низкими приоритетами, которые в наименьшей степени влияют на функциональную пригодность ПС и не оправдывают больших затрат на реализацию (рис.7.2). Анализ оставшихся атрибутов качества может проводиться для выделения завышенных требований, а также, возможно, для снижения их значений и приближения их влияния к средним значениям.

Сумму откорректированных уровней приоритетов атрибутов качества с учетом затрат можно использовать как обобщенную скалярную характеристику для *сравнения качества при выборе из конкурирующих проектов ПС* при одинаковом или подобном содержании функциональной пригодности.

Для такого сравнения в зависимости от содержания проекта и характеристик качества ПС может также использоваться отношение суммы экспертных оценок, коэффициентов влияния атрибутов качества к сумме затрат на эти атрибуты. Это отношение и/или сумма приоритетов в некоторой степени отражают дополнительный полезный эффект от реализованного качества ПС при соответствующих затратах и могут рассматриваться как *интегральный критерий качество/затраты*. Этот интегральный критерий близок к традиционному понятию критерия качества продукции по показателю *эффективность/стоимость*.

Такие интегральные оценки нецелесообразно помещать в контракт и ТЗ вследствие их субъективности и относительности. Однако они могут быть *полезными ориентирами* при системном анализе и управлении проектированием сложных ПС в условиях ограниченных ресурсов.

Оценки ПС по этому критерию целесообразно использовать для *уточнения и корректировки конкретных значений при выборе атрибутов качества*, которые затем помещаются в требования ТЗ (рис.7.2). Тем самым можно минимизировать затраты или максимизировать обобщенное качество и достигнуть некоторого баланса между рациональными значе-



ниями атрибутов качества по их влиянию на функциональную пригодность.

### **Вопросы по теме**

1. Какие задачи решаются при оценивании функциональной пригодности программных средств?
2. Какие задачи решаются при оценивании корректности программных средств?
3. Какие задачи решаются при оценивании способности к взаимодействию программных средств?
4. Какие факторы определяют безопасность функционирования программных средств? Какие этапы содержит процесс оценивания эффективности реализованной системы защиты?
5. Какими методами оценивается надежность функционирования программных средств?
6. Как оценивается эффективность использования ресурсов ЭВМ программным средством?
7. Как оценивается практичность ЭВМ программных средств?
8. Какими методами оценивается сопровождаемость программных средств?
9. Какие задачи решаются при оценивании мобильности программных средств?
10. Как оценивается качество технологической и эксплуатационной документации программных средств?
11. Каким образом оцениваются риски в жизненном цикле программных средств?
12. Этапы интегрального оценивания характеристик качества программных средств.

## 8. СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 8.1. Организация сертификации программных продуктов

Сертификация состоит из ряда организационных процессов, составляющих систему сертификации. Эти процессы поддерживаются регламентированными процедурами и документами и должны выполняться квалифицированными, аттестованными экспертами – инспекторами. Для сертификации предприятия-разработчика и результатов его деятельности – программных продуктов, моделями СММІ или профилями стандартов ISO рекомендуется определенная дисциплина, которая должна быть адаптирована к конкретным характеристикам объектов и внешней среды ЖЦ ПС. Перечисленные ниже процессы и документы ориентированы на крупные проекты, и их состав может сокращаться по согласованию между разработчиками, заказчиками и сертифицированными в более простых случаях.

Работы по сертификации начинаются с *аккредитации органа* или испытательной лаборатории, формирования и представления в Центральный орган по сертификации заявки и комплекта документов для принятия решения о целесообразности аккредитации. При положительных результатах проверки оформляется и выдается *аттестат аккредитации*.

*Положение об органе сертификации* или лаборатории является основным документом, устанавливающим тематическую область аккредитации, юридический статус, функции, структуру, права и обязанности, методы, средства и организацию испытаний.

*Паспорт сертификационной лаборатории (центра)* должен содержать сведения об оснащенности средствами вычислительной техники, необходимыми для проведения испытаний, о персонале и кадровом составе, оснащенности инструментальными средствами проведения испытаний, обеспечении нормативными, техническими и методическими документами, а также другими ресурсами, необходимыми для испытаний.

*Руководство по качеству* содержит изложение принципов, описание методов и процедур, связанных с выполнением основных функций и задач органа по сертификации или лаборатории, обеспечивающих качество проводимых испытаний и доверие к результатам оценок, испытаний и экспертиз. Руководство по качеству, как правило, включает разделы:

- политика в области обеспечения качества проведения испытаний и экспертиз;

- оснащение центра актуальными методологическими материалами и программно-инструментальными средствами испытаний;
- формализация требований к объектам испытаний;
- политика в области технической оснащенности центра и повышения квалификации персонала;
- архивация и контроль сохранности документации результатов сертификации.

*Заявитель* для оценивания продукции или процесса, подлежащих сертификации, направляет в орган по сертификации *заявку* по форме, принятой в системе сертификации. Орган по сертификации проводит работу по подготовке и организации сертификации продукции по заявке. Эта работа включает в себя:

- выбор схемы сертификации с учетом специфики продукции (объем, технология, требования нормативных документов и др.) и предложений разработчика;
- определение количества и порядка отбора образцов и компонентов, подлежащих испытаниям, если это не указано в стандартах;
- выбор и определение аккредитованной испытательной лаборатории, которая должна проводить испытания;
- подготовку проекта договора на выполнение работ.

Подготовительная часть работы по сертификации заканчивается выпуском *решения* по форме, принятой в системе сертификации. Решение вместе с проектами договора на выполнение работ направляется заявителю. При организации сертификационных испытаний осуществляется подбор и изучение действующих нормативных документов на продукцию, заявленную к сертификации, методов ее испытаний и оценки результатов.

Заявитель принимает окончательные решения, какие элементы системы качества, участки и виды организационной и технической деятельности подлежат проверке при сертификации в заданный интервал времени. Заявитель должен создать условия и представить *документы* для обеспечения процессов проверок. Он может представить в орган по сертификации протоколы испытаний, проведенных при разработке и постановке продукции на производство, документы об испытаниях, выполненных сторонними испытательными лабораториями и другие документы, свидетельствующие о соответствии технологии или продукции установленным требованиям. На основе анализа представленных с заявкой документально подтвержденных доказательств соответствия его продукции установлен-

ным требованиям, орган по сертификации может принять решение о сокращении объема испытаний или о выдаче сертификата.

*Испытания* проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными на проведение только тех испытаний, которые предусмотрены в их нормативных аккредитационных документах. При невозможности проведения испытаний на испытательной базе аккредитованной лаборатории, испытания могут проводиться персоналом этой лаборатории у изготовителя или потребителя данной продукции с использованием собственных средств испытательной лаборатории или имеющихся у поставщика средств испытаний.

*Процесс сертификации программных продуктов и систем качества предприятия включает:*

- анализ и выбор разработчиком или заказчиком (заявителем) компетентных в данной области органа и аттестованной лаборатории для выполнения сертификационных испытаний;
- подачу заявителем заявки на испытания в орган сертификации и принятие сертифицированными решения по заявке, выбор схемы сертификации, заключение договора на сертификацию;
- идентификацию требований к системе качества предприятия и/или к версии программного продукта, подлежащих испытаниям;
- выполнение сертификационных испытаний системы качества предприятия или версии ПС сертификационной лабораторией;
- анализ полученных результатов и принятие решения лабораторией и/или органом сертификации о возможности выдачи заявителю сертификата соответствия;
- выдачу органом сертификации заявителю – сертификата и лицензии на применение знака соответствия и на выпуск сертифицированной продукции – версий программного продукта;
- осуществление инспекционного контроля органом сертификации сертифицированной системы качества предприятия и/или продукции;
- проведение заявителем корректирующих мероприятий при нарушении соответствия процессов системы качества и/или продукции установленным требованиям и при неправильном применении знака соответствия.

При *проверке ответственности руководства* разработчика за качество продукции должно быть определено наличие у предприятия или проекта, документально оформленных политики, целей и обязательств в области качества, а также степень понимания этой политики, ее практическое осуществление и поддержание в рабочем состоянии на всех уровнях орга-

низации. Должно быть установлено наличие на предприятии представителя руководства, который независимо от других обязанностей имеет полномочия и несет ответственность за постоянное выполнение требований стандартов и нормативных документов системы качества. Следует проверять наличие требований, процедур, средств и обученного персонала для практической реализации процессов системы качества, а также актуальность и систематичность оформления документации на все компоненты, требования и положения системы качества, представляющей собой интегрированный процесс на протяжении всего жизненного цикла ПС. *Проверки системы качества* должны включать определение:

- наличия и полноты технологической документации и соблюдения ее требований на практике;
- состояния средств технологического оснащения и наличия системы их технического обслуживания;
- наличия и эффективности системы контроля и испытаний;
- состояния средств измерений и испытаний;
- наличие системы выявления и устранения выявленных недостатков продукции или технологии.

На основании испытаний оцениваются полученные результаты и обосновываются выводы о соответствии или несоответствии продукции или процессов требованиям нормативных документов. Протоколы испытаний представляются в орган по сертификации, а также заявителю по его требованию. Протоколы испытаний подлежат хранению в течение сроков, установленных в правилах систем сертификации продукции и в документах испытательной лаборатории, но не менее трех лет.

После получения и проверки комплектности и качества документации специалистами испытательной лаборатории следует провести *экспертизу степени реального применения системы качества на предприятии*.

Испытания начинаются с составления программы проверки системы качества, которая должна служить рабочим планом проведения последующих работ. Программа является внутренним рабочим документом испытательной лаборатории и должна содержать перечень работ, детализируемый в соответствии со спецификой предприятия–разработчика и включающий в себя анализ полноты и качества представленных исходных документов и степени их практического применения при проектировании, разработке и поставке ПС.

Экспертиза применения процедур системы качества осуществляется испытательной лабораторией на рабочих местах предприятия, обеспечи-

вающего ЖЦ ПС. Проверки проводятся по наличию на рабочих местах специалистов–разработчиков соответствующих документов и по полноте использования их положений и рекомендаций. Анализы состояния проекта и внутренние проверки системы качества, процессов и/или продукции должны проводиться персоналом, независимым от лиц, непосредственно ответственных за выполнение этих работ.

*Методики проверок качества разработки* должны быть обеспечены необходимыми ресурсами для выполнения программы испытаний, методиками планирования и разработки частных процедур проверок. Методики должны содержать:

- объекты и цели испытаний;
- оцениваемые показатели качества;
- условия и порядок испытаний;
- методы обработки, анализа и оценки результатов испытаний;
- техническое обеспечение испытаний;
- отчетность.

Следует указывать технические и программные средства, используемые во время проведения испытаний, и порядок проведения испытаний, а также ожидаемые результаты проверок. Должны быть разработаны методики контроля за корректировками, действиями по исправлению дефектов, если в службу управления проверок поступит такой запрос. Служба управления программами испытаний должна разработать методики сохранения конфиденциальности любой информации об испытаниях, а также данных, имеющихся у экспертов.

*Протоколы испытаний* представляются заявителю и в орган по сертификации. Заявитель может представить в орган по сертификации протоколы испытаний с учетом сроков их действия, проведенных при разработке и постановке продукции на производство, или документы об испытаниях, выполненных отечественными или зарубежными испытательными лабораториями, аккредитованными или признанными в системе сертификации. На основании протоколов сертификационных испытаний оцениваются полученные результаты и обосновываются сделанные выводы о соответствии или несоответствии продукции требованиям НД.

*Заключение по результатам сертификационных испытаний* разрабатывается сертифицированными и содержит обобщенные сведения о результатах испытаний и обоснование целесообразности выдачи сертификата. В случае получения отрицательных результатов сертификационных испытаний принимается решение об отказе в выдаче сертификата соответствия.

После доработки сертифицируемой продукции или системы качества испытания могут быть повторены.

Результаты анализа состояния технологии или качества продукции оформляются *актом*, в котором даются оценки по всем позициям программы испытаний и содержатся выводы, включающие общую оценку состояния производства и продукции, необходимость корректирующих мероприятий. Акт используется органом по сертификации наряду с протоколами испытаний, заявкой для выдачи и определения срока действия сертификата на программный продукт, периодичности инспекционного контроля, а также для составления корректирующих мероприятий.

По результатам сертификационных испытаний и экспертизы документации принимается *решение о выдаче сертификата*. В случае получения отрицательных результатов сертификационных испытаний принимается решение об отказе в выдаче сертификата соответствия. Кроме того, предприятию—заявителю может быть направлены предложения по устранению предполагаемых причин отрицательных результатов испытаний. После доработки сертифицируемой продукции испытания могут быть повторены.

*Орган по сертификации* после анализа протоколов испытаний, оценки производства, сертификации системы качества, анализа документации, указанной в решении по заявке, осуществляет оценку соответствия продукции установленным требованиям, *оформляет сертификат на основании заключения экспертов и регистрирует его*.

*При внесении изменений* в конструкторскую или эксплуатационную документацию, которые могут повлиять на качество системы или программный продукт, удостоверяемые при сертификации, заявитель должен известить об этом орган по сертификации, для принятия решения о необходимости проведения дополнительных испытаний.

После регистрации сертификат вступает в силу и направляется предприятию—заявителю. Одновременно с выдачей сертификата предприятию—заявителю может выдаваться лицензия на право применения *знака соответствия*.

За сертифицированными программными продуктами в процессе их эксплуатации в течение всего срока действия сертификата соответствия должен осуществляться инспекционный контроль. *Инспекционный контроль* проводится в форме периодических и внеплановых проверок соблюдения требований к качеству технологии и сертифицированной продукции. Объектами контроля, в зависимости от схемы сертификации, явля-

ется сертифицированная продукция, система качества или стабильность производства предприятия–разработчика.

При определении периодичности и объема инспекционной проверки учитываются следующие факторы: степень потенциальной опасности программного продукта, стабильность производства, объем выпуска, наличие и применение системы качества при разработке, информация о результатах испытаний продукта и его производства, проведенных изготовителем, органами государственного контроля и надзора.

*Результаты инспекционного контроля оформляются актом*, в котором дается оценка результатов испытаний образцов и других проверок, делается общее заключение о состоянии производства сертифицированной продукции и возможности сохранения действия выданного сертификата. Акт хранится в органе по сертификации, а его копии направляются разработчику и в организации, принимавшие участие в инспекционном контроле. По результатам инспекционного контроля орган по сертификации может приостановить или отменить действие сертификата и аннулировать лицензию на право применения знака соответствия в случае несоответствия продукции требованиям нормативных документов, контролируемых при сертификации, а также в случаях:

- принципиальных изменений модели зрелости, профиля стандартов, нормативных документов на продукцию или метода испытаний;
- изменения конструкции (состава), комплектности продукции;
- изменения организации или технологии разработки и производства;
- невыполнения требований технологии, методов контроля и испытаний, системы качества, если изменения могут вызвать несоответствие продукции требованиям, контролируемым при сертификации.

Решение о приостановлении действия сертификата и лицензии на право применения знака соответствия не принимается в случае, если путем корректирующих мероприятий, согласованных с органом по сертификации, его выдавшим, заявитель может устранить обнаруженные причины несоответствия и подтвердить без повторных испытаний в аккредитованной лаборатории, соответствие продукта или процессов НД. Если этого сделать нельзя, то действие сертификата отменяется, и лицензия на право применения знака соответствия аннулируется.

Информация о приостановлении или отмене действия сертификата доводится органом по сертификации, его выдавшим, до сведения заявителя, потребителей и других заинтересованных организаций.



Действие сертификата и право маркирования продукции знаком соответствия могут быть возобновлены при выполнении предприятием–разработчиком следующих условий:

- выявления причин несоответствия и их устранения;
- представления в орган по сертификации отчета о проделанной работе по улучшению и обеспечению качества продукции;
- проведения по методикам и под контролем органа по сертификации дополнительных испытаний продукции и получения положительных результатов.

## 8.2. Документирование процессов и результатов сертификации

*Состав и содержание документации для сертификации системы качества* предприятия зависят от характеристик проектирования, разработки и модификации программных средств, а также от требований к их качеству и особенностей технологической среды. Поэтому необходимый комплект документов для каждого предприятия или проекта следует выбирать и адаптировать применительно к этим характеристикам.

Оцениваемыми при сертификации показателями системы качества являются наличие соответствующих документов и практическое выполнение требований определенного уровня модели зрелости CMMI или адаптированного профиля стандартов на базе ISO 9000:2000, а также, созданных на их основе, должностных инструкций специалистами предприятия–разработчика. Заявитель должен подготовить и предъявить испытательной лаборатории согласованный между заказчиком и разработчиком и утвержденный комплект документов для проверки их достоверности, достаточности состава и качества изготовления в соответствии с нормативными документами.

*Ориентировочный комплект основных документов при сертификации состоит из трех групп:*

- базовые НД систем качества в соответствии с номенклатурой и содержанием профиля стандартов на базе ISO 9000:2000 или модели зрелости CMMI, а также подготовленные разработчиками на их основе программа, руководство и инструкции, предъявляемые испытателям (экспертам) системы качества или продукции проверяемого предприятия;
- исходные документы, характеризующие конкретное предприятие или проект, а также жизненный цикл программного средства,готавливаемые руководством проекта для сертификации его качества;

- отчетные документы испытателей, отражающие результаты проверки (сертификации) системы качества предприятия и/или программного продукта, представляемые органу сертификации, заявителю и руководству проверяемого предприятия.

Предъявляемые на сертификацию программный продукт или система качества предприятия должны представляться в комплекте с соответствующей документацией. Перечень и приблизительное содержание групп этих документов ориентированы на общий случай проверки систем качества предприятий, обеспечивающих жизненный цикл крупных программных продуктов. Комплект документов может сокращаться и адаптироваться по согласованию между заявителем, сертифицирующим органом и руководством проверяемого предприятия в соответствии с характеристиками проектов ПС. Некоторые документы могут объединяться в интегрированные отчеты с четкой ответственностью определенных специалистов за их выполнение.

*Базовые документы системы качества предприятия и ЖЦ ПС* включают:

- концепция, терминология, требования и руководство по улучшению деятельности – системы менеджмента качества – ISO 9000:2000 или версия модели зрелости CMMI;

- адаптированные версии или перечень разделов и рекомендаций стандартов ISO/IEC 12207, ISO 15504, их изменений и руководств по применению, выделенных при адаптации и обязательных для использования в системе качества конкретного предприятия или проекта ПС;

- адаптированная версия или перечень разделов и рекомендаций стандарта ISO 9003, выделенных при адаптации и обязательных для применения в системе качества предприятия, выпускающего ПС;

- базовые характеристики и атрибуты качества проекта ПС, выделенные, адаптированные и конкретизированные на основе стандартов ISO 12182, ISO 9126, ISO 14598, ISO 25000;

- адаптированная версия и утвержденная редакция руководства по сопровождению и конфигурационному управлению на основе рекомендаций стандартов ISO 14764, ISO 10007, ISO 15846;

- комплект должностных инструкций, определяющих ответственность, полномочия и порядок взаимодействия всего руководящего, выполняющего и проверяющего работу персонала, участвующего в процедурах системы качества предприятия для конкретного проекта ПС.

*Исходные документы, отражающие особенности ЖЦ конкретного ПС:*

- описание характеристик программных продуктов, создаваемых на предприятии, системы и внешней среды их ЖЦ, необходимых для адаптации и подготовки рабочих версий стандартов и требований проекта ПС и системы качества предприятия в соответствии с рекомендациями стандартов ISO/IEC 12207, ISO 15504, ISO 9003 и ISO 9126;

- описание целей, требований и обязательств предприятия–разработчика в области системы качества, критериев качества процессов и продуктов разработки, поставки и поддержки всего ЖЦ ПС;

- комплект эксплуатационных документов, поставляемых заказчику и пользователям для обеспечения ЖЦ и применения конкретной версии программного продукта на основе адаптированных стандартов ISO 9294, ISO 15910, ISO 18019;

- документация и средства автоматизации проектирования, разработки, модификации, контроля и испытаний, используемых для обеспечения ЖЦ программного продукта;

- планы и методики испытаний применения и оценки эффективности процессов системы качества предприятия и программного продукта;

- методики сопровождения, идентификации компонентов программного продукта и документации, анализа и утверждения версий комплексов программ и данных;

- методика конфигурационного управления, утверждения, хранения, защиты, копирования версий программного продукта и сопровождающих документов, а также накопления и хранения, зарегистрированных в архиве предприятия данных о характеристиках качества в течение ЖЦ версий программного продукта.

*Результирующие документы испытаний – сертификации системы качества предприятия и/или программного продукта:*

- отчет о наличии, актуальности и систематичности оформления документации, адаптированной к требованиям и положениям системы качества предприятия, обеспечивающей интегрированный процесс гарантии качества на протяжении всего ЖЦ программного продукта.

- результаты контроля и испытаний состояния и применения системы качества, проводимых периодически для определения ее пригодности и эффективности;

- отчет о наличии и поддержании в рабочем состоянии методик проведения проверок и документально оформленных отчетов о результатах достигнутого качества выполнения требований договора на сертификацию с заказчиком;

- результаты регистрации достигнутых характеристик качества комплекса программ: идентификация, накопление, хранение зарегистрированных данных о характеристиках и атрибутах качества программного продукта и его компонентов;
- результаты реализации плана разработки, документально оформленных входных и выходных данных этапов разработки и протоколов проверки реализации ЖЦ ПС;
- результаты практического выполнения программы качества и осуществления регламентированной деятельности в области качества на всех этапах ЖЦ ПС;
- результаты аттестации имитаторов внешней среды и генераторов тестов, а также оценка их достаточности для выполнения сертификационных испытаний ПС;
- результаты анализа выполнения планов и методик проведения испытаний, протоколы испытаний, оценки соответствия результатов испытаний предъявляемым требованиям, а также результаты испытаний, утвержденные представителями заявителя, заказчика и поставщика;
- акт результатов проверок реальных характеристик ЖЦ ПС и системы качества предприятия, выводы о их соответствии требованиям к сертификации производства программного продукта;
- сертификат системы качества предприятия и/или ПС и обеспечения его ЖЦ, лицензия на применение знаков соответствия.

## **Вопросы по теме**

1. Порядок и содержание работ по сертификации программных продуктов.
2. Состав и содержание документации для сертификации системы качества предприятия.
3. Состав базовых документов системы качества предприятия и жизненного цикла программных средств.
4. Какие исходные документы отражают особенности жизненного цикла конкретного программного средства?
5. Какие вы знаете результирующие документы сертификации системы качества предприятия и/или программного продукта?

# **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНИЯТИЯ**

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

### ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК И МЕР КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ПО СТАНДАРТУ ISO 9126

*Цель выполнения работы:* приобретение практических навыков к выбору характеристик качества программных средств различного назначения согласно требований стандарта ISO 9126 и его обоснованию.

#### План практического занятия

1. Получить у преподавателя задание – программное средство, для которого будут разрабатываться требования к характеристикам и мерам качества.

2. Изучить теоретический материал Главы 4 «Выбор мер и шкал характеристик качества программных средств», обратив особое внимание на следующие вопросы:

- общие принципы выбора характеристик качества ПС (п.4.1);
- выбор свойств и атрибутов качества функциональных возможностей ПС (п.4.2);
- выбор количественных и качественных атрибутов характеристик качества ПС, их меры и шкалы (п.4.3, 4.4);
- этапы процесса выбора и установления мер и шкал характеристик качества ПС (п.4.5).

3. Ответить на вопросы теста по теории Главы 4.

4. В зависимости от назначения и функций ПС – задания, выполнить этапы процесса выбора и установления мер и шкал характеристик качества ПС (рис.4.1):

- на первом этапе:
  - ◆ используется вся базовая номенклатура характеристик, субхарактеристик и атрибутов стандарта ISO 9126;
  - ◆ их описания упорядочиваются по приоритетам с учетом назначения и сферы применения конкретного ПС;
  - ◆ далее ранжируется номенклатура характеристик с учетом специализации и профессиональных интересов по приоритетам потребителей ПС; результаты ранжирования представляются в таблице вида табл.4.4;
- на втором этапе:

- ◆ для каждого из выбранных показателей качества устанавливается мера и шкала оценок субхарактеристик и их атрибутов для конкретного ПС и потребителя;
- ◆ выбранные значения характеристик качества и их атрибутов проверяются на их реализуемость с учетом доступных ресурсов конкретного проекта и при необходимости корректируются по составу и значениям.

В результате формируется полный набор требуемых характеристик, атрибутов, их мер и значений качества ПС. Их удобно представить таблицами вида табл. 4.2 – для количественных метрик ПС, вида табл. 4.3 – для качественных метрик.

5. Оформить отчет по практической работе, который имеет следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на практическую работу;
- описание этапов процесса выбора и установления мер и шкал характеристик качества ПС (с обоснованием принятых решений);
- выводы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА**

*Цель выполнения работы:* приобретение практических навыков по разработке технического задания (ТЗ) на создание программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД.

Результаты анализа и выбора номенклатуры и мер характеристик качества ПС должны быть документированы в ТЗ. Данная практическая работа является продолжением работы № 1, т.е. результаты анализа и выбора номенклатуры и мер характеристик качества ПС должны быть документированы в ТЗ. При этом должны быть выполнены все требования по структуре, содержанию и оформлению ТЗ.

#### **План практического занятия**

1. Изучить теоретический материал Главы 6 «Единая система программной документации» (п.п.6.1–6.9), обратив особое внимание на следующие вопросы:

- структура ЕСПД (п.6.1);
- виды программ и программных документов (п.6.2);
- обозначение программ и программных документов (п.6.5);
- требования к оформлению программных документов (п.6.6–6.8);
- требования к содержанию и оформлению ТЗ (п.6.9).

2. Ответить на вопросы теста по теории.

3. Используя результаты практической работы № 1, разработать техническое задание на заданное ПС, выполнив требования ЕСПД (п.6.9) к содержанию и оформлению ТЗ.

4. Отчетом по практической работе является оформленное ТЗ.



### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3**

#### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО**

*Цель выполнения работы:* приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД.

Предлагается разработать следующую технологическую документацию с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- описание программы;
- описание применения;
- пояснительная записка;
- программа и методика испытаний;
- спецификация.

В зависимости от предметной области и вида ПС, выданного в качестве задания, возможно изменение преподавателем состава и содержания технологической документации.

Пояснительная записка является достаточно объемным документом. Поэтому для сложных ПС по согласованию с преподавателем можно сократить объем некоторых разделов, но, описав при этом, по 1–2 объекта.

В документации обязательно должны быть приведены таблицы, схемы, иллюстрации, копии экранов, поясняющие положения документов. Если в документации требуется привести блок-схемы алгоритмов, тексты программ, их требуется оформить согласно требованиям соответствующих стандартов ЕСПД.

#### **План практического занятия**

1. Изучить теоретический материал Главы 6 «Единая система программной документации» (п.п.6.10–6.15).
2. Ответить на вопросы теста по теории.
3. Используя результаты практической работы № 2, последовательно разработать технологическую документацию на заданное ПС, выполнив требования ЕСПД к ее содержанию и оформлению.
4. Отчетом по практической работе является оформленная документация.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

### **РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО**

*Цель выполнения работы:* приобретение практических навыков по разработке эксплуатационной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД.

Предлагается разработать следующую эксплуатационную документацию с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- руководство системного программиста;
- руководство программиста;
- руководство оператора;
- руководство по техническому обслуживанию.

В зависимости от предметной области и вида ПС, выданного в качестве задания, возможно изменение преподавателем состава и содержания технологической документации. Например, возможна разработка руководства пользователя, которое может рассматриваться как документ, объединяющий руководства системного программиста, программиста и оператора.

В документации обязательно должны быть приведены таблицы, схемы, иллюстрации, копии экранов, поясняющие положения документов.

#### **План практического занятия**

1. Изучить теоретический материал Главы 6 «Единая система программной документации» (п.п.6.16–6.19).
2. Ответить на вопросы теста по теории.
3. Используя результаты практической работы № 3, последовательно разработать эксплуатационную документацию на заданное ПС, выполнив требования ЕСПД к ее содержанию и оформлению.
4. Отчетом по практической работе является оформленная документация.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

### **ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ПО СТАНДАРТУ ГОСТ 28195**

*Цель выполнения работы:* приобретение практических навыков по оценке качества программных средств различного назначения согласно требованиям стандарта ГОСТ 28195.

Стандарт ГОСТ 28195 устанавливает общие положения по оценке качества ПС: номенклатуру и применяемость показателей качества по подклассам и по фазам жизненного цикла.

Основные задачи, решаемые при оценке качества ПС:

- планирование номенклатуры показателей качества;
- планирование уровней показателей качества;
- выбор методов контроля показателей качества ПС;
- контроль значений показателей качества;
- принятие решения о соответствии реальных значений показателей качества установленным требованиям.

Согласно стандарту *методы определения показателей качества ПС* различаются:

- по методам получения информации о показателе:
  - ◆ измерение,
  - ◆ регистрация,
  - ◆ расчет,
  - ◆ восприятие человеком;
- по источникам получения информации о ПС:
  - ◆ непосредственное наблюдение за их функционированием в процессе работы (традиционный);
  - ◆ обработка заключений экспертов (экспертный).

#### **Номенклатура показателей качества**

Показатели качества представляют собой иерархическую многоуровневую систему, в которой показатели вышестоящих уровней определяются через показатели нижестоящих уровней. Только на последнем уровне оценка значений показателей осуществляется на основе информации, относящейся непосредственно к ПС.

Номенклатура первого и второго уровней показателей качества и характеризующие ими свойства ПС приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Номенклатура показателей качества программных средств

Наименование группы и комплексных показателей качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
1. Надежность		Характеризует способность ПС в конкретных областях применения выполнять заданные функции в соответствии с программными документами в условиях возникновения отклонений в среде функционирования, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных, ошибками обслуживания и другими дестабилизирующими воздействиями
1.1. Устойчивость функционирования	Н1	Способность обеспечивать продолжение работы программы после возникновения отклонений, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных и ошибками обслуживания
1.2. Работоспособность	Н2	Способность программы функционировать в заданных режимах и объемах обрабатываемой информации в соответствии с программными документами при отсутствии сбоев технических средств
2. Сопровождаемость		Характеризует технологические аспекты, обеспечивающие простоту устранения ошибок в программе и программных документах и поддержания ПС в актуальном состоянии
2.1. Структурность	С1	Организация всех взаимосвязанных частей программы в единое целое с использованием логических структур «последовательность», «выбор», «повторение»
2.2. Простота конструкции	С2	Построение модульной структуры программы наиболее рациональным, с точки зрения восприятия и понимания, образом
2.3. Наглядность	С3	Наличие и представление в наиболее легко воспринимаемом виде исходных модулей ПС, полное их описание в соответствующих программных документах
2.4. Повторяемость	С4	Степень использования типовых проектных решений или компонентов, входящих в ПС
2.5. Полнота документации	С5	Наличие документов, необходимых для понимания всех технических решений, принятых на фазах проектирования, реализации, тестирования и изготовления жизненного цикла ПС

Наименование группы и комплексных показателей качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
3. Удобство использования		Характеризует свойства ПС, способствующие быстрому освоению, применению и эксплуатации ПС с минимальными трудозатратами с учетом характера решаемых задач и требований к квалификации обслуживающего персонала
3.1. Легкость освоения	У1	Представление программных документов и программы в виде, способствующем пониманию логики функционирования программы в целом и ее частей
3.2. Доступность программных документов	У2	Понятность, наглядность и полнота описания взаимодействия пользователя с программой в программных документах
3.3. Удобство эксплуатации и обслуживания	У3	Соответствие процесса обработки данных и форм представления результатов характеру решаемых задач
4. Эффективность		Характеризует степень удовлетворения потребности пользователя в обработке данных с учетом экономических, людских ресурсов и ресурсов системы обработки информации
4.1. Уровень автоматизации	Э1	Уровень автоматизации функций процесса обработки данных с учетом рациональности функциональной структуры программы с точки зрения взаимодействия с ней пользователя и использования ресурсов системы обработки информации
4.2. Временная эффективность	Э2	Способность программы выполнять заданные действия в интервале времени, отвечающем заданным требованиям
4.3. Ресурсоемкость	Э3	Минимально необходимые ресурсы системы обработки информации и число обслуживающего персонала для эксплуатации ПС
5. Универсальность		Характеризует адаптируемость ПС к новым функциональным требованиям, возникающим вследствие изменения условий функционирования
5.1. Гибкость	Г1	Возможность использования ПС в различных областях применения
5.2. Мобильность	Г2	Возможность применения ПС без существенных дополнительных трудозатрат на ЭВМ аналогичного класса
5.3. Модифицируемость	Г3	Обеспечение простоты внесения необходимых изменений и доработок в программу в процессе эксплуатации

Наименование группы и комплексных показателей качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
6. Функциональность		Характеризует степень соответствия ПС требованиям, установленным в ТЗ, требованиям к обработке данных и общесистемным требованиям
6.1. Полнота реализации	K1	Полнота реализации заданных функций ПС и достаточность их описания в программной документации
6.2. Согласованность	K2	Однозначное, непротиворечивое описание и использование тождественных объектов, функций, терминов, определений, идентификаторов и т.д. в различных частях программных документов и текста программы
6.3. Логическая корректность	K3	Функциональное и программное соответствие процесса обработки данных при выполнении задания общесистемным требованиям
6.4. Проверенность	K4	Полнота проверки возможных маршрутов выполнения программы в процессе тестирования
6.5. Защищенность	K5	Способность программного средства предотвращать несанкционированный доступ к программам и данным, а также степень удобства и полноты обнаружения результатов такого доступа или действий по разрушению программ и данных

Первый уровень (пункты 1, 2, 3, 4, 5, 6 табл.1) определяется группой показателей ПС, характеризующих потребителски ориентированные свойства, которые соответствуют потребностям населения, народного хозяйства и экспорта продукции.

Второй уровень (1.1, 1.2, 2.1 и т.д. табл.1) определяется комплексными показателями качества ПС, характеризующими программно-ориентированные свойства, которые обеспечивают достижение требуемых потребителски ориентированных свойств.

Выбор номенклатуры показателей качества для конкретного ПС осуществляется с учетом его назначения и требований областей применения. В табл.2 представлена рекомендуемая применяемость показателей качества в зависимости от принадлежности ПС к тому или иному подклассу в соответствии с общесоюзным классификатором продукции. Наименование подкласса ПС следует выбирать по общесоюзному классификатору продукции:

5011 – операционные системы и средства их расширения;

5012 – программные средства управления базами данных;

## Применяемость показателей качества программных средств

[illegible]

Обозначения: знак "+" означает применяемость соответствующего показателя ПС, знак "-" – неприменяемость, знак "+—" – применяемость показателя ПС определяется пользователем настоящего стандарта.

Выбор показателей качества ПС для подкласса 509 осуществляется в зависимости от их назначения с учетом требований областей применения.

### **Методика оценки качества программных средств**

Оценку качества ПС проводят на фазах жизненного цикла.

В данной практической работе предлагается оценить качество уже разработанного ПС, т.е. на выходе фазы изготовления ПС. Она включает выбор номенклатуры показателей, их оценку и сопоставление значений показателей, полученных в результате сравнения с базовыми значениями.

Показатели качества объединены в систему из четырех уровней, указанных ниже. Допускается вводить дополнительные показатели на каждом из уровней.

Для обеспечения возможности получения интегральной оценки по группам показателей качества используют факторы качества (*первый уровень*):

- надежность ПС,
- сопровождаемость,
- удобство использования,
- эффективность,
- универсальность,
- функциональность.

Каждому фактору качества соответствует определенный набор критериев качества (комплексные показатели – *второй уровень*):

- устойчивость функционирования,
- работоспособность,
- структурированность,
- простота конструкции,
- наглядность,
- повторяемость,
- легкость освоения,
- доступность программных документов,
- удобство эксплуатации и обслуживания,
- уровень автоматизации,
- временная эффективность,



- ресурсоемкость,
- гибкость,
- мобильность,
- модифицируемость,
- полнота реализации,
- согласованность,
- логическая корректность,
- полнота документации,
- управление и контроль доступом,
- резервирование,
- проверенность.

Критерии качества определяются одной или несколькими метриками (*третий уровень*). Если критерий качества определяется одной метрикой, то уровень метрики опускается.

*Метрики* состояются из оценочных элементов (единичных показателей – *четвертый уровень*), определяющих заданное в метрике свойство. Число оценочных элементов, входящих в метрику, неограниченно. Взаимосвязь факторов, критериев и метрик с классами ПС приведена в таблицах 3–10.

Выбор оценочных элементов в метрике зависит от функционального назначения ПС и проводится с учетом данных, полученных при проведении испытаний различных видов, а также по результатам эксплуатации ПС.

Для выбора оценочных элементов используются таблицы 11–16 и п.6.11.2–6.11.5 (программа и методика испытаний). В этих таблицах приняты следующие обозначения:

- знак "+" означает применяемость соответствующего показателя ПС, знак "-" – неприменяемость, знак "+—" – применяемость показателя ПС определяется пользователем стандарта;

- коды оценочных элементов составлены из 5 символов следующим образом:

- ◆ 1-й символ – буква русского алфавита указывает на принадлежность элемента тому или иному фактору:
- ◆ *Н* – надежности,
- ◆ *С* – сопровождаемости,
- ◆ *У* – удобству применения,
- ◆ *Э* – эффективности,

- ♦  $G$  – универсальности,
- ♦  $K$  – корректности;
- 2–й и 3–й символы – номера метрик, которым принадлежит оценочный элемент;
- 4–й и 5–й символы – порядковый номер данного оценочного элемента в метрике.

Например: «K1004» означает, что это 4–й оценочный элемент из 10–й метрики фактора «корректность».

При указании кода метода оценки приняты следующие условные обозначения:

- ЭК – экспертный;
- ИЗ – измерительный;
- РГ – регистрационный;
- РС – расчетный.

Если для определения показателя используются разные методы, их обозначения перечисляют через запятую. Если для определения показателя поочередно используются несколько методов, их обозначения объединяют знаком плюс в той последовательности, в которой предполагается их выполнение.

Оценку качества ПС проводят в следующей последовательности.

1) На *фазе анализа* проводят выбор показателей и их базовых значений.

2) Для показателей качества на всех уровнях (факторы, критерии, метрики, оценочные элементы) *принимают единую шкалу оценки* от нуля до единицы.

3) Показатели качества на каждом вышестоящем уровне (кроме уровня оценочных элементов) определяются показателями качества нижестоящего уровня, т.е.:

- результаты оценки каждого фактора определяются результатами оценки соответствующих ему критериев;
- результаты оценки каждого критерия определяются результатами оценки соответствующих ему метрик;
- результаты оценки каждой метрики определяются результатами оценки определяющих ее оценочных элементов.

4) В процессе оценки качества ПС на каждом уровне (кроме оценочных элементов) проводят вычисления показателей качества ПС, т.е. *определение количественных значений*:

• *абсолютных показателей* ( $P_{ij}$ ), где  $j$  – порядковый номер показателя данного уровня для  $i$ -го показателя вышестоящего уровня;

• *относительных показателей* ( $K_{ij}$ ), являющихся функцией показателя  $P_{ij}$  и базового значения  $P_{ij}^{\delta}$  существующего аналога или эталонного образца.

5) Каждый показатель качества второго и третьего уровней (критерий и метрика) характеризуется двумя числовыми параметрами – количественным значением и весовым коэффициентом ( $V_{ij}$ ).

6) Сумма весовых коэффициентов показателей уровня ( $l$ ), относящихся к  $i$ -му показателю вышестоящего уровня ( $l-1$ ), есть величина постоянная. Сумма весовых коэффициентов  $V_{ij}$  принимается равной единице в соответствии с выражением

$$\sum_{j=1}^n V_{ij} = \text{Const} = 1, \quad (1)$$

где  $n$  – число показателей уровня  $l$ , относящихся к  $i$ -му показателю вышестоящего уровня ( $l-1$ ).

7) Общая оценка качества ПС в целом формируется экспертами по набору полученных значений оценок факторов качества ПС.

8) Для оценки качества ПС различного назначения методом экспертного опроса составляется таблица значений базовых показателей качества ПС.

9) Определение усредненной оценки  $m_{kq}$ , оценочного элемента по нескольким его значениям ( $m_{\varepsilon}$ ) проводят по формуле

$$m_{kq} = \frac{\sum_{\varepsilon=1}^t m_{\varepsilon}}{t}, \quad (2)$$

где  $k$  – порядковый номер метрики;  $q$  – порядковый номер оценочного элемента;  $\varepsilon$  – индекс суммирования;  $t$  – число значений оценочного элемента.

10) Итоговую оценку  $k$ -й метрики  $j$ -го критерия  $P_{jk}^M$  проводят по формуле

$$P_{jk}^M = \frac{\sum_{i=1}^Q m_{ki}}{Q}, \quad (3)$$

где  $M$  – признак метрики;  $Q$  – число оценочных элементов в  $k$ -й метрике.

11) Абсолютный показатель критерия  $i$ -го фактора качества  $P_{ij}$  определяют по формуле

$$P_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (P_{jk}^M \cdot V_{jk}^M)}{\sum_{k=1}^n V_{jk}^M}, \quad (4)$$

где  $n$  – число метрик, отнесенных к  $j$ -му критерию.

12) Относительный показатель  $j$ -го критерия  $i$ -го фактора качества  $K_{ij}$  вычисляют по формуле

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^\delta}, \quad (5)$$

13) Фактор качества  $R_i^\phi$  вычисляют по формуле

$$R_i^\phi = \frac{\sum_{j=1}^N (K_{ij} \cdot V_{ij}^K)}{\sum_{j=1}^N V_{ij}^K}, \quad (6)$$

где  $\phi$  – признак фактора;  $N$  – число критериев качества, отнесенных к  $i$ -му фактору;  $K$  – признак критерия.

*Качество ПС* определяют путем сравнения полученных расчетных значений показателей с соответствующими базовыми значениями показателей существующего аналога или расчетного ПС, принимаемого за эталонный образец. Базовые значения показателей качества ПС должны соответствовать значениям показателей, отражающих современный уровень качества и прогнозируемый мировой уровень.

В качестве *аналогов* выбирают реально существующие сертифицированные ПС того же функционального назначения, с такими же основными параметрами, подобной структуры и применяемые в тех же условиях эксплуатации, что и сравниваемые.



Таблица 4

## Базовые значения критериев

Фактор	Критерий по табл. 1		Базовое значение показателя $\left(P_{ij}^{\delta}\right)$ по подклассу ПС										
	Номер	Наименование	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
Надежность	1.1	Устойчивость функционирования	1	1	0,9	1	0,95	0,95	0,9	–	0,9	1	0,95
	1.2	Работоспособность	1	1	0,96	1	0,97	0,97	0,97	0,9	0,96	1	0,98
Сопровождает-	2.1	Структурность	0,9	0,95	1	0,97	0,97	1	0,97	1	1	0,95	1
	2.2	Простота конструкции	0,95	0,95	1	0,97	1	1	1	–	1	0,97	1
	2.3	Наглядность	1							–	1		
	2.4	Повторяемость	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5	0,8	0,8	0,9
	2.5	Полнота документации	1										
Удобство исполь-	3.1	Легкость освоения	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9		
	3.2	Доступность программных документов	0,95										
	3.3	Удобство эксплуатации и обслуживания	0,9	0,85	0,85	0,9	0,8	0,9	0,8	–	0,85	0,85	0,9
Эффективность	4.1	Уровень автоматизации	0,9				0,8	0,9	0,8	–	0,9		
	4.2	Временная эффективность	0,9				0,8	0,9	0,9	0,8	0,9		
	4.3	Ресурсоемкость	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	–	0,8	0,9	0,9
Универсальность	5.1	Гибкость	–	0,8	–	0,9	0,8	–	–	–	0,8	0,8	0,9
	5.2	Мобильность	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
	5.3	Модифицируемость	1			0,9	0,9	1	0,9	–	1		
Функциональность	6.1	Полнота реализации	1										
	6.2	Согласованность	1										
	6.3	Логическая корректность	1										
	6.4	Проверенность	0,9						0,8	0,8	0,9		
	6.5	Защищенность	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	–				0,7	0,7

Таблица 5

Взаимосвязь критериев и метрик *надежности* с классами ПС

Критерий по табл.1		Метрика		Весовой коэффициент показателя $(V_{jk}^M)$ по подклассу ПС										
Но- мер	Наименова- ние	Обозна- чение	Наименование	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
1.1	Устойчи- вость функ- циони- рования	H01	Средства восстановления при ошибках на входе	0,35							—	0,35		
		H02	Средства восстановления при сбо- ях оборудования	0,35							—	0,35		
		H03	Реализация управления средствами восстановления	0,3							—	0,3		
1.2	Работоспо- собность	H04	Функционирование в заданных ре- жимах	0,5										
		H05	Обеспечение обработки заданного объема информации	0,5										

Таблица 6

Взаимосвязь критериев и метрик *сопровожаемости* с классами ПС

Критерий по табл.1		Метрика		Весовой коэффициент показателя ( $V_{jk}^M$ ) по подклассу ПС										
Но- мер	Наименова- ние	Обозна- чение	Наименование	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
2.1	Структур- ность	C05	Использование основных логиче- ских структур	0,35										
		C06	Соблюдение принципа нисходяще- го программирования	0,35										
		C07	Комментарии обоснования деком- позиции программ при кодировании	0,3										
2.2	Простота конструкции	C01	Простота архитектуры проекта	0,5							–	0,5		
		C02	Сложность архитектуры проекта	0,5							–	0,5		

2.3	Наглядность	C03	Межмодульные связи	0,3	–	0,3
		C10	Простота кодирования	0,5	–	0,5
		C04	Экспертиза принятой системы идентификации	0,35	–	0,35
		C08	Комментарии логики программ	0,35	–	0,35
		C09	Оформление текста программ	0,3	–	0,3
2.4	Повторяемость	C13	Использование типовых компонентов ПС	0,5		
		C14	Использование типовых проектных решений	0,5		
2.5	Полнота документации	C15	Полнота документации фазы проектирования	0,25	0,2	0,25
		C16	Полнота документации фазы реализации	0,25	0,3	0,25
		C17	Полнота документации фазы тестирования	0,25	0,3	0,25
		C18	Полнота документации фазы изготовления	0,25	0,2	0,25



Таблица 7

## Взаимосвязь критериев и метрик удобства использования с классами ПС

Критерий по табл.1		Метрика		Весовой коэффициент показателя $(V_{jk}^M)$ по подклассу ПС										
Но- мер	Наименова- ние	Обозна- чение	Наименование	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
3.1	Легкость ос- воения	У01	Освоение работы ПС	0,35										
		У02	Документация для освоения	0,35										
		У03	Полнота пользовательской докумен- тации	0,3										
3.2	Доступность программ- ных доку- ментов	У03	Полнота пользовательской докумен- тации	0,2										
		У04	Точность пользовательской докумен- тации	0,25										
		У05	Понятность пользовательской доку- ментации	0,25										
		У06	Техническое исполнение пользова- тельской документации	0,25										
		У07	Прослеживание вариантов пользова- тельской документации	0,25										
3.3	Удобство эксплуатации и обслужива- ния	У08	Эксплуатация	0,2							—	0,2		
		У09	Управление меню	0,2							—	0,2		
		У10	Функция HELP	0,2							—	0,2		
		У11	Управление данными	0,2							—	0,2		
		У12	Рабочие процедуры	0,2							—	0,2		

Таблица 8

Взаимосвязь критериев и метрик *эффективности* с классами ПС

Критерий по табл.1		Метрика		Весовой коэффициент показателя $(V_{jk}^M)$ по подклассу ПС										
Но- мер	Наименова- ние	Обозна- чение	Наименование	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
4.1	Уровень ав- томатизации	Э01	Функциональная автоматизация	0,35	0,35	0,35	0,3	0,35	0,3	0,35	–	0,5	0,35	0,35
		Э02	Автоматизация интерфейсов	0,3	0,3	0,3	0,35	0,3	0,35	0,35	–	0,3	0,3	0,3
		Э03	Автоматизация контроля	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,3	–	0,2	0,35	0,35
4.2	Временная эффектив- ность	Э04	Эффективность выполнения	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,35	0,35
		Э05	Эффективность подготовки	0,3	0,3	10,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
4.3	Ресурсо- емкость	Э06	Стационарная ресурсоемкость	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
		Э07	Динамическая ресурсоемкость	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4

Таблица 9

Взаимосвязь критериев и метрик *универсальности* с классами ПС

Критерий по табл.1		Метрика		Весовой коэффициент показателя $(V_{jk}^M)$ по подклассу ПС										
Но- мер	Наименова- ние	Обозна- чение	Наименование	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
5.1	Гибкость	Г01	Широта охвата функций	–	0,17	–	0,17		–				0,17	
		Г02	Простота архитектуры проекта	–	0,15	–	0,15		–				0,15	
		Г03	Сложность архитектуры проекта	–	0,17	–	0,17		–				0,17	
		Г04	Сложность структуры кода программ	–	0,17	–	0,17		–				0,17	
		Г05	Применение стандартных протоколов связи	–	0,17	–	0,17		–				0,17	
		Г06	Применение стандартных интерфейсных программ	–	0,17	–	0,17		–				0,17	
5.2	Мобиль- ность	Г07	Зависимость от используемого комплекса технических средств	0,35										
		Г08	Зависимость от базового программного обеспечения	0,35										
		Г09	Изоляция немобильности	0,3							–		0,3	
5.3	Модифи- цируемость	Г10	Простота кодирования	0,2							–		0,2	
		Г11	Число комментариев	0,2							–		0,2	
		Г12	Качество комментариев	0,2							–		0,2	
		Г13	Использование описательных средств языка	0,2									0,2	
		Г14	Независимость модулей	0,2							–		0,2	



		K09	Соответствие ПС документации	0,14										
6.3	Логическая коррект-ность	K11	Требования, предъявляемые к реали-зации ПС	1										
			Реализация всех решений	0,5										
		K12	Отсутствие явных ошибок и достаточ-ность реквизитов	0,5										
6.4	Проверен-ность	K13	Полнота динамического тестирования	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,5	0,5
		K14	Полнота статического тестирования	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5
6.5	Защищен-ность	K15	Аутентификация элементов систем обработки данных	0,3	0,25			0,3	0			0,3	0	
		K16	Управление доступом	0,3	0,25			0,3	0			0,3	0	
		K17	Протоколирование обращений	0,3	0,25			0,3	0			0,3	0	
		K18	Криптографическая защита	0,1	0,25			0,1	0			0,1	0	
		K19	Превентивное реагирование	0,2			0			0,1	0			

Таблица 11

Оценочные элементы фактора *надежность*

Код оценочного элемента	Наименование	Код метода оценки	Применяемость показателя по подклассу ПС										
			5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
H0101	Наличие требований по устойчивости функционирования при наличии ошибок во входных данных	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0102	Возможность обработки ошибочных ситуаций	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0103	Полнота обработки ошибочных ситуаций	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0104	Наличие тестов для проверки допустимых значений входных данных	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0105	Наличие системы контроля полноты входных данных	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0106	Наличие средств контроля корректности входных данных	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0107	Наличие средств контроля непротиворечивости входных данных	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0108	Наличие проверки параметров и адресов по диапазону их значений	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0109	Наличие обработки граничных результатов	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0110	Наличие обработки неопределенностей	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0201	Наличие требований к программе по восстановлению процесса выполнения в случае сбоя операционной системы, процессора, внешних устройств	ЭК	+							–	+-	+	+-
H0202	Наличие требований к программе по восстановлению результатов при отказах процессо-	ЭК	+							–	+-	+	+-

	ра, операционной системы						
H0203	Наличие средств восстановления процесса в случае сбоев оборудования	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0204	Наличие возможности разделения по времени выполнения отдельных функций программ	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0205	Наличие возможности повторного старта с точки останова	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0301	Наличие централизованного управления процессами, конкурирующими из-за ресурсов	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0302	Наличие возможности автоматически обходить ошибочные ситуации в процессе вычисления	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0303	Наличие средств, обеспечивающих завершение процесса решения в случае помех	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0304	Наличие средств, обеспечивающих выполнение программы в сокращенном объеме в случае ошибок или помех	ЭК	+	–	+-	+	+-
H0305	Показатель устойчивости к искажающим воздействиям $P(Y)$ рассчитывают по формуле $P(Y)=1-D/K$ , где $D$ – число экспериментов, в которых искажающие воздействия приводят к отказу; $K$ – число экспериментов, в которых имитируются искажающие воздействия	РГ + РС	+	–	+-	+	+-
H0401	Вероятность безотказной работа $P$ рассчитывают по формуле $P=1-Q/N$ ,	РГ + РС	+				

	где $Q$ – число зарегистрированных отказов; $N$ – число экспериментов		
Н0501	<p>Оценку по среднему времени восстановления <math>Q_b</math> рассчитывают по формуле</p> $Q_b = \begin{cases} 1, & \text{если } T_b \leq T_b^{\text{don}} \\ \frac{T_b^{\text{don}}}{T_b}, & \text{если } T_b > T_b^{\text{don}} \end{cases}$ <p>где <math>T_b^{\text{don}}</math> – допустимое среднее время восстановления; <math>T_b</math> – среднее время восстановления, определяемое по формуле:</p> $T_b = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_{bi}$ <p>где <math>N</math> – число восстановлений; <math>T_{bi}</math> – время восстановления после <math>i</math>-го отказа</p>	ИЗ + РС	+
Н0502	<p>Оценку по продолжительности преобразования входного набора данных в выходной (<math>Q_{ni}</math>) рассчитывают по формуле</p> $Q_{ni} = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{ni} \leq T_{ni}^{\text{don}} \\ \frac{T_{ni}^{\text{don}}}{T_{ni}}, & \text{если } T_{ni} > T_{ni}^{\text{don}} \end{cases}$ <p>где <math>T_{ni}^{\text{don}}</math> – допустимое время преобразования <math>i</math>-го входного набора данных; <math>T_{ni}</math> – фактическая продолжительность преобразования <math>i</math>-го входного набора данных в выходной</p>	ИЗ + РС	+



Таблица 12

### Оценочные элементы фактора *сопровождаемость*

[illegible]

C0601	Использование при построении программ метода структурного программирования	ЭК ИЗ	+-			
C0602	Соблюдение принципа разработки программы сверху вниз	ЭК	+-			
C0603	Оценка программы по числу циклов с одним входом и одним выходом	ЭК ИЗ	+-			
C0604	Оценка программы по числу циклов	ЭК ИЗ	+-			
C0701	Наличие комментариев обоснования декомпозиции программ при кодировании	ЭК	+-			
C0801	Наличие комментариев ко всем машинозависимым частям программы	ЭК	+-	-	+-	
C0802	Наличие комментариев ко всем машинозависимым операторам программы	ЭК	+-	-	+-	
C0803	Наличие комментариев в точках входа и выхода программы	ЭК	+-	-	+-	
C0901	Соответствие комментариев принятым соглашениям	ЭК	+-	-	+-	
C0902	Наличие комментариев-заголовков программы с указанием ее структурных и функциональных характеристик	ЭК	+-	-	+-	
C0903	Оценка ясности и точности описания последовательности функционирования всех элементов программы	ЭК	+-	-	+-	
C1001	Используется ли язык высокого уровня	ЭК	+-	-	+-	
C1002	Оценка простоты программы по числу переходов по условию $U = (1 - A/B)$ , где $A$ – общее число переходов по условию; $B$ – общее число исполняемых операторов	ИЗ + РС	+-	-	+-	
C1301	Использование типовых компонентов ПС	ЭК	+-			
C1401	Использование типовых проектных решений	ЭК	+-			
C1501	Наличие программных спецификаций и тре-	ЭК	+	+-	+	+-

	бований, предъявляемых к программным средствам					
C1502	Наличие документов, содержащих детальное описание принятых проектных решений	ЭК	+	+-	+	+-
C1503	Наличие заключений по принятым проектным решениям, требованиям и спецификациям	ЭК	+	+-	+	+-
C1601	Наличие описания и схемы иерархии модулей программы	ЭК	+	+-	+	+-
C1602	Наличие описания основных функций	ЭК	+	+-	+	+-
C1603	Наличие описания частных функций	ЭК	+	+-	+	+-
C1604	Наличие описания данных	ЭК	+	+-	+	+-
C1605	Наличие описания алгоритмов	ЭК	+	+-	+	+-
C1606	Наличие описания интерфейсов	ЭК	+	+-	+	+-
C1607	Наличие описания интерфейсов с пользователем	ЭК	+	+-	+	+-
C1608	Наличие описания используемых числовых методов	ЭК	+	+-	+	+-
C1609	Наличие описания всех параметров	ЭК	+	+-	+	+-
C1610	Наличие описания методов настройки системы	ЭК	+	+-	+	+-
C1611	Наличие описания всех диагностических сообщений	ЭК	+	+-	+	+-
C1612	Реализация всех исходных модулей	ЭК	+	+-	+	+-
C1701	Наличие описания всех диагностических сообщений эталонного образца	ЭК	+	+-	+	+-
C1702	Наличие требований к тестированию программ	ЭК	+	+-	+	+-
C1703	Достаточность требований к тестированию программ	ЭК	+	+-	+	+-
C1801	Наличие описания процедуры изготовления	ЭК	+	+-	+	+-

	эталонного образца					
C1802	Наличие описания процедуры изготовления рабочих копий	ЭК	+	+-	+	+-
C1805	Наличие описания процедуры контроля на идентичность рабочих копий с эталонным образцом	ЭК	+	+-	+	+-

Таблица 13

Оценочные элементы фактора *удобство применения*

Код оценочного элемента	Наименование	Код метода оценки	Применяемость показателя по подклассу ПС										
			5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
У0101	Возможность освоения программных средств по документации	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0102	Возможность освоения ПС на контрольном примере при помощи ЭВМ	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0103	Возможность поэтапного освоения ПС	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0201	Полнота и понятность документации для освоения	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0202	Точность документации для освоения	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0203	Техническое исполнение документации	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0301	Наличие краткой аннотации	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0302	Наличие описания решаемых задач	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0303	Наличие описания структуры функций ПС	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0304	Наличие описания основных функций ПС	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0306	Наличие описания частных функций	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0307	Наличие описания алгоритмов	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0308	Наличие описания межмодульных интерфейсов	ЭК	+-			+				+-	+	+-	
У0309	Наличие описания пользовательских интерфейсов	ЭК	+-			+				+-	+	+-	

У0310	Наличие описания входных и выходных данных	ЭК	+-	+	+-	+	+-
У0311	Наличие описания диагностических сообщений	ЭК	+-	+	+-	+	+-
У0312	Наличие описания основных характеристик ПС	ЭК	+-	+	+-	+	+-
У0314	Наличие описания программной среды функционирования ПС	ЭК	+-	+	+-	+	+-
У0315	Достаточность документации для ввода ПС в эксплуатацию	ЭК	+-	+	+-	+	+-
У0316	Наличие информации технологии переноса для мобильных программ	ЭК	+-	+	+-	+	+-
У0401	Соответствие оглавления содержанию документации	ЭК	+				
У0402	Оценка оформления документации	ЭК	+				
У0403	Грамматическая правильность изложения документации	ЭК	+				
У0404	Отсутствие противоречий	ЭК	+				
У0405	Отсутствие неправильных ссылок	ЭК	+				
У0406	Ясность формулировок и описаний	ЭК	+				
У0407	Отсутствие неоднозначных формулировок и описаний	ЭК	+				
У0408	Правильность использования терминов	ЭК	+				
У0409	Краткость, отсутствие лишней легализации	ЭК	+				
У0410	Единство формулировок	ЭК	+				
У0411	Единство обозначений	ЭК	+				
У0412	Отсутствие ненужных повторений	ЭК	+				
У 0413	Наличие нужных объяснений	ЭК	+				
У0501	Оценка стиля изложения	ЭК	+				
У0502	Дидактическая разделенность	ЭК	+				
У0503	Формальная разделенность	ЭК	+				
У0504	Ясность логической структуры	ЭК	+				

У0505	Соблюдение стандартов и правил изложения в документации	ЭК	+								
У0506	Оценка по числу ссылок к нижеследующему тексту документа	ЭК	+								
У0601	Наличие оглавления	ЭК	+								
У0602	Наличие предметного указателя	ЭК	+								
У0603	Наличие перекрестных ссылок	ЭК	+								
У0604	Наличие всех требуемых разделов	ЭК	+								
У0605	Соблюдение непрерывности нумерации страниц документов	ЭК	+								
У0606	Отсутствие незаконченных разделов абзацев, предложений	ЭК	+								
У0607	Наличие всех рисунков, формул, таблиц	ЭК	+								
У0608	Наличие всех строк и примечаний	ЭК	+								
У0609	Логический порядок частей внутри главы	ЭК	+								
У 0701	Наличие полного перечня документации	ЭК	+								
У0801	Уровень языка общения пользователя с программой	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	
У0802	Легкость и быстрота загрузки и запуска программы	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	
У0803	Легкость и быстрота завершения работы программы	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	
У0804	Возможность распечатки содержимого программы	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	
У0805	Возможность приостанова и повторного запуска работы без потерь информации	ЭК	+	-	+	+	+-	+	-	+	+-
У0901	Соответствие программного меню требованиям пользователя	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	
У0902	Возможность прямого перехода вверх и вниз по многоуровневому программному меню (пропуск уровней)	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	
У1001	Возможность управления подробностью по-	ЭК	+	+-	+			-	+	+-	



Э0503	Время подготовки	ЭК ИЗ+РС	+-					
Э0505	Затраты времени на защиту данных	ЭК	+-					
Э0506	Время компиляции	ЭК ИЗ+РС	+-					
Э0601	Требуемый объем внутренней памяти	ЭК ИЗ+РС	+	+-	+	+-	-	+-
Э0602	Требуемый объем внешней памяти	ЭК ИЗ+РС	+	+-	+	+-	-	+-
Э0703	Требуемые периферийные устройства	ЭК	+	+-	+	+-	-	+-
Э0704	Требуемое базовое программное обеспечение	ЭК	+	+-	+	+-	-	+-

Таблица 15

Оценочные элементы фактора *универсальность*

Код оценочного элемента	Наименование	Код метода оценки	Применяемость показателя по подклассу ПС										
			5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506
Г0101	Оценка числа потенциальных пользователей	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0102	Оценка числа функций ПС	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0103	Насколько набор функций удовлетворяет требованиям пользователя	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0104	Насколько возможности программ охватывают область решаемых пользователем задач	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0105	Возможность настройки формата выходных данных для конкретных пользователей	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0201	Наличие схемы иерархии модулей программы	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0202	Оценка независимости модулей	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0203	Оценка числа уникальных элементов/реквизитов	ЭК ИЗ	—	+—	—	+—			—		+	+—	
Г0204	Используется ли в текущем вызове модуля	ЭК	—	+—	—	+—			—		+	+—	





	операционной системы						
Г0803	Зависимость от других программных средств	ЭК	+-				
Г0901	Оценка локализации непереносимой части программы	ЭК	+-				
Г1001	Оценка использования отрицательных или булевых выражений	ЭК ИЗ	+	+-	-	+-	
Г1002	Оценка программы по использованию условных переходов	ЭК ИЗ	+	+-	-	+-	
Г1003	Оценка программы по использованию безусловных переходов	ЭК ИЗ	+	+-	-	+-	
Г1004	Оформление процедур входа и выхода из циклов	ЭК	+		+-	-	+-
Г1005	Ограничения на модификацию переменной индексации в цикле	ЭК	+		+-	-	+-
Г1006	Оценка модулей по направлению потока управления	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1007	Оценка программ по использованию локальных переменных	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1101	Оценка программы по числу комментариев	ЭК ИЗ	+	+-	+-	-	+-
Г1201	Наличие заголовка в программе	ЭК ИЗ	+	+-	+-	-	+-
Г1202	Комментарии к точкам ветвлений	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1203	Комментарии к машинозависимым частям программы	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1204	Комментарии к машинозависимым операторам программы	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1205	Комментарии к операторам объявления переменных	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1206	Оценка семантики операторов	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1207	Наличие соглашений по форме представления комментариев	ЭК	+	+-	+-	-	+-
Г1208	Наличие общих комментариев к программам	ЭК РГ	+	+-	+-	-	+-
Г1301	Использование языков высокого уровня	ЭК	+ -			-	+-



	методов		
K0110	Указаны ли все численные методы	ЭК	+
K0111	Наличие описания всех параметров	ЭК	+
K0112	Наличие описания методов настройки системы	ЭК	+
K0113	Наличие описания всех диагностических сообщений	ЭК	+
K0114	Наличие описания способов проверки работоспособности программы	ЭК	+
K0201	Наличие всех исходных модулей	ЭК РГ	+
K0209	Наличие определения всех данных (переменные, индексы, массивы и проч.)	ЭК	+
K0210	Наличие интерфейсов с пользователем	ЭК	+
K0301	Отсутствие противоречий в описании частных функций	ЭК	+
K0302	Отсутствие противоречий в описании основных функций в разных документах	ЭК	+
K0303	Отсутствие противоречий в описании алгоритмов	ЭК	+
K0304	Отсутствие противоречий в описании взаимосвязей в системе	ЭК	+
K0305	Отсутствие противоречий в описании интерфейсов между модулями	ЭК	+
K0306	Отсутствие противоречий в описании интерфейсов с пользователями	ЭК	+
K0307	Отсутствие противоречий в описании настройки системы	ЭК	+
K0309	Отсутствие противоречий в описании иерархической структуры сообщений	ЭК	+
K0310	Отсутствие противоречий в описании диагностических сообщений	ЭК	+
K0311	Отсутствие противоречий в описании данных	ЭК	+

K0401	Отсутствие противоречий в выполнении основных функций	ЭК	+
K0402	Отсутствие противоречий в выполнении частных функций	ЭК	+
K0403	Отсутствие противоречий в выполнении алгоритмов	ЭК	+
K0404	Правильность взаимосвязей	ЭК	+
K0405	Правильность реализации интерфейса между модулями	ЭК	+
K0406	Правильность реализации интерфейса с пользователем	ЭК	+
K0407	Отсутствие противоречий в настройке системы	ЭК	+
K0408	Отсутствие противоречий в диагностике системы	ЭК	+
K0409	Отсутствие противоречий в общих переменных	ЭК	+
K0501	Единообразие способов вызова модулей	ЭК	+
K0502	Единообразие процедур возврата управления из модулей	ЭК	+
K0503	Единообразие способов сохранения операции для возврата	ЭК	+
K0504	Единообразие способов восстановления информации для возврата	ЭК	+
K0505	Единообразие организации списков передаваемых параметров	ЭК	+
K0601	Единообразие наименования каждой переменной и константы	ЭК	+
K0602	Все ли одинаковые константы встречаются во всех программах под одинаковыми именами	ЭК	+
K0603	Единообразие определения внешних данных	ЭК	+

	во всех программах		
K0604	Используются ли разные идентификаторы для разных переменных	ЭК	+
K0605	Все ли общие переменные объявлены как общие переменные	ЭК	+
K0701	Комплектность документации в соответствии со стандартами	ЭК	+
K0702	Правильное оформление частей документов	ЭК	+
K0703	Правильное оформление титульных и заглавных листов документов	ЭК	+
K0704	Наличие в документах всех разделов в соответствии со стандартами	ЭК	+
K0705	Полнота содержания разделов в соответствии со стандартами	ЭК	+
K0706	Деление документов на структурные элементы: разделы, подразделы, пункты, подпункты	ЭК	+
K0801	Соответствие организации и вычислительного процесса эксплуатационной документации	ЭК	+
K0802	Правильность заданий на выполнение программы, правильность написания управляющих операторов (отсутствие ошибок)	ЭК	+
K0803	Отсутствие ошибок в описании действий пользователя	ЭК	+
K0804	Отсутствие ошибок в описании запуска	ЭК	+
K0805	Отсутствие ошибок в описании генерации	ЭК	+
K0806	Отсутствие ошибок в описании настройки	ЭК	+
K0901	Соответствие ПС документации	ЭК	+
K0902	Соответствие изменений, внесенных в программу, изменениям в документации	ЭК	+
K1101	Реализация всех исходных модулей	ЭК РГ	+
K1102	Реализация всех основных функций	ЭК РГ	+
K1103	Реализация всех частных функций	ЭК РГ	+

K1104	Реализация всех алгоритмов	ЭК РГ	+					
K1105	Реализация всех взаимосвязей в системе	ЭК	+					
K1106	Реализация всех интерфейсов между модулями	ЭК	+					
K1107	Реализация возможности настройки системы	ЭК	+					
K1108	Реализация диагностики всех граничных и аварийных ситуаций	ЭК	+					
K1201	Отсутствие ошибок в настройке системы	ЭК	+					
K1202	Отсутствие ошибок при запуске системы	ЭК	+					
K1203	Отсутствие ошибок в выполнении основных функций	ЭК	+					
K1301	Наличие требований к динамическому тестированию программ	ЭК	+					
K1302	Отношение числа модулей, отработавших в процессе тестирования и отладки $(Q_T^M)$ , к общему числу модулей $(Q_O^M)$	РГ + РС	+					
K1303	Отношение числа логических блоков, отработавших в процессе тестирования и отладки $(Q_T^o)$ , к общему числу логических блоков в программе $(Q_O^o)$	РГ + РС	+					
K1401	Наличие требований к статическому тестированию программ	ЭК	+		+—		+	+—
K1402	Наличие протоколов проведения статического тестирования программ	ЭК	+		+—		+	+—
K1501	Наличие перечня элементов, подлежащих аутентификации	ЭК	+	+—	—		+—	—
K1502	Наличие описания принципов и механизмов аутентификации элементов	ЭК	+	+—	—		+—	—
K1601	Наличие описания перечня элементов, подлежащих ограничению доступа	ЭК	+	+—	—		+—	—

K1602	Наличие описания принципов и механизмов управления доступом	ЭК	+	+—		—	+—	—
K1603	Функция защита от несанкционированного доступа	ЭК	+	+—		—	+—	—
K1604	Функция контроля доступа	ЭК	+	+—		—	+—	—
K1605	Функция защиты от внесения изменений	ЭК	+	+—		—	+—	—
K1701	Наличие перечня элементов, обращение к которым протоколируется	ЭК	+	+—		—	+—	—
K1702	Наличие описания принципов и механизмов протоколирования обращений	ЭК	+—	+—		—	+—	—
K1801	Наличие перечня элементов, подлежащих криптографической защите	ЭК	+—	+—		—	+—	—
K1802	Наличие описания принципов и механизмов криптографической защиты	ЭК	+—	+—		—	+—	—
K1901	Наличие требований по регистрации попыток реализации угроз	ЭК	+	+—	+	+—	+	
K1902	Наличие требований по анализу попыток проявления угроз	ЭК	+	+—	+	+—	+	
K1903	Наличие средств предупреждения о возникновении реального риска	ЭК	+	+—	+	+—	+	



## СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

**АККРЕДИТАЦИЯ (ЛАБОРАТОРИИ)** – официальное признание того, что испытательная лаборатория правомочна осуществлять конкретные испытания или конкретные типы испытаний.

**АККРЕДИТОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ** – испытательная лаборатория, прошедшая аккредитацию.

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВЕННЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ** – логическое и систематическое исследование объекта с целью идентификации и анализа вероятностей возникновения причин и последствий потенциальных неисправностей.

**АТТЕСТАЦИЯ ЛАБОРАТОРИИ** – проверка испытательной лаборатории с целью определения ее соответствия установленным критериям.

**БЕЗОТКАЗНОСТЬ** – свойство объекта выполнять требуемую функцию при заданных условиях в течение заданного интервала времени.

**БРАК** – продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов.

**ВАЛИДАЦИЯ** –

**ВЕРИФИКАЦИЯ** –

**ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОСТИ** – вероятность того, что объект сможет выполнить требуемую функцию при установленных условиях в течение заданного интервала времени.

**ВЕРОЯТНОСТЬ ОТКАЗА** – вероятность того, что объект, выполняющий требуемую функцию при установленных условиях, откажет в течение заданного интервала времени.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ** – способность объекта быть использованным без модификации вместо другого для выполнения тех же требований. В зависимости от конкретных условий следует использовать определитель «функциональная взаимозаменяемость» или «размерная взаимозаменяемость»

**ВСЕОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО КАЧЕСТВОМ** – подход к управлению организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения требований потребителя и выгоды для членов организации и общества.

**ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ** – контроль материалов или изготовленной продукции при их получении от поставщика, проводимый заказчиком.

**ВЫБОРКА** – группа изделий (объектов) или экземпляров, которая берется из большого массива или совокупности (множества) и дает информацию, необходимую для оценки характеристики совокупности, или служит основанием для определенного действия по данной совокупности или процессу, в результате которого эта совокупность была получена.

**ВЫБОРОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ** – контроль продукции, процессов или услуг с использованием выборок (в отличие от сплошного контроля).

**ДЕФЕКТ** – невыполнение заданного или ожидаемого требования, касающегося объекта, а также требования, относящегося к безопасности.

**ДЕФЕКТНОЕ ИЗДЕЛИЕ** – изделие, содержащее один или несколько дефектов.

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ** – операции, проводимые с целью установления наличия неисправностей, установления места неисправности и определения причин ее появления.

**ДОПУСКАЕМЫЙ НЕДОСТАТОК** – недостаток, степень значимости которого достаточно известна, но который не должен вызвать какого-либо существенной ухудшения характеристик качества в отношении номинальных и целесообразно прогнозируемых эксплуатационных требований.

**ДОСТОВЕРНОСТЬ** – степень соответствия среднего значения, полученного в ходе проведения большого числа наблюдений, базовому значению.

**ЗАТРАТЫ, СВЯЗАННЫЕ С КАЧЕСТВОМ** – затраты, возникающие при обеспечении и гарантировании удовлетворительного качества, а также связанные с потерями, когда не достигнуто удовлетворительное качество.

**ЗНАК СООТВЕТСТВИЯ (ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ)** – защищенный в установленном порядке знак, применяемый или выданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что данная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

**ЗНАЧИМОСТЬ ОТКАЗА** – серьезность последствия отказа.

**ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ДЕФЕКТ** – дефект, который существенно влияет на использование продукции по назначению и/или на ее долговечность, но не является критическим.

**ИСПРАВИМЫЙ БРАК** – брак, в котором все дефекты, обусловившие за браковывание продукции, являются устранимыми.

**ИСПРАВНОЕ СОСТОЯНИЕ** – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно–технической и/или проектной документации.

**ИСПЫТАНИЕ** – техническая операция, заключающаяся в установлении одной или нескольких характеристик данной продукции, процесса или услуги в соответствии с установленной процедурой.

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ** – лаборатория, которая проводит испытания.

**КАЧЕСТВО** – совокупность характеристик объекта, относящиеся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности.

**КОНТРАКТ** – связанное юридическими обязательствами соглашение двух или более сторон.

**КОНТРОЛЬ** – деятельность, включающая проведение измерений, экспертизы, испытаний или оценки одной или нескольких характеристик объекта и сравнение полученных результатов с установленными требованиями для определения достигнуто ли соответствие по каждой из этих характеристик.

**КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ** – действие, предпринятое для устранения причин существующего несоответствия, дефекта или другой нежелательной ситуации с тем, чтобы предотвратить их повторное возникновение.

**КРИТЕРИИ АККРЕДИТАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ** – совокупность требований, используемых органом по аккредитации, которым должна отвечать испытательная лаборатория, чтобы быть аккредитованной.

**КРИТИЧЕСКИЙ ДЕФЕКТ** – дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо.

**КРИТИЧЕСКИЙ ОТКАЗ** – отказ, который может создать опасность для людей или привести к повреждению материальных ценностей.

**ЛИЦЕНЗИЯ (ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ) (СЕРТИФИКАЦИОННАЯ ЛИЦЕНЗИЯ)** – документ, изданный в соответствии с правилами системы сертификации, посредством которого орган по сертификации наделяет лицо или орган правом использовать сертификаты или знаки соответствия

для своей продукции, процессов или услуг согласно правилам соответствующей системы сертификации.

**МЕТОД ИСПЫТАНИЯ** – установленные технические правила проведения испытаний.

**МЕТОДИКА** – установленный способ осуществления деятельности.

**НАРАБОТКА** – интервал времени, в течение которого объект находится в состоянии нормального функционирования.

**НАРАБОТКА НА ОТКАЗ** – полная продолжительность наработки объекта с момента его первого ввода работоспособное состояние до отказа или с момента его восстановления до следующего отказа.

**НЕДОСТАТОК** – отклонение характеристики качества от номинального уровня или состояния, никак не связанное с соответствием техническим требованиям (техническим условиям) или состоянию эксплуатационной готовности продукции или услуги.

**НЕИСПРАВНОЕ СОСТОЯНИЕ** – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и/или проектной документации.

**НЕСООТВЕТСТВИЕ** – невыполнение установленного требования.

**НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ** – документ, устанавливающий правила, руководящие принципы или характеристики различных видов деятельности или их результатов.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА** – все планируемые и систематически осуществляемые виды деятельности в рамках системы качества, а также подтверждаемые (если это требуется), необходимые для создания достаточной уверенности в том, что объект будет выполнять требования к качеству.

**ОБЛАДАТЕЛЬ (ЛИЦЕНЗИИ) (ЛИЦЕНЗИАТ)** – лицо или орган, которому органом по сертификации выдана лицензия.

**ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО КАЧЕСТВОМ** (Административное управление качеством) – те аспекты общей функции управления, которые определяют политику в области качества, цели и ответственность, а также осуществляют их с помощью таких средств, как планирование качества, управление качеством, обеспечение качества и улучшение качества, в рамках системы качества.

**ОБЪЕКТ** – то что может быть индивидуально описано и рассмотрено. Объектом может быть, например: деятельность или процесс, продукция, организация, система или отдельное лицо, или любая комбинация из них.

**ОРГАН ПО АККРЕДИТАЦИИ (ЛАБОРАТОРИЙ)** – орган, который управляет системой аккредитации лабораторий и проводит аккредитацию.

**ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ** – орган, проводящий сертификацию соответствия.

**ОРГАНИЗАЦИЯ** – компания, корпорация, фирма, предприятие или учреждение или их подразделения, объединенные или нет, общественные или частные, выполняющие самостоятельные функции и имеющие администрацию.

**ОТКАЗ** – утрата объектом способности выполнять требуемую функцию.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА** – систематическая проверка, насколько объект способен выполнять установленные требования.

**ОШИБКА** – действия человека или машины, приведшие к непреднамеренному ошибочному результату.

**ПЕРЕДЕЛКА** – действие, предпринятое в отношении несоответствующей продукции, с тем, чтобы она удовлетворяла исходным установленным требованиям.

**ПЕТЛЯ КАЧЕСТВА** – концептуальная модель взаимозависимых видов деятельности, влияющих на качество на различных стадиях от определения потребностей до оценки их удовлетворения.

**ПЛАН ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА** – документ, отражающий конкретные практические методы обеспечения качества и определяющий ресурсы и последовательность работ применительно к конкретной продукции, услуге, контракту или проекту.

**ПЛАНИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА** – деятельность, которая устанавливает цели и требования к качеству и применению элементов системы качества.

**ПОДРЯДЧИК** – поставщик в контрактной ситуации.

**ПОКУПАТЕЛЬ** – потребитель в контрактной ситуации.

**ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА** – основные направления и цели организации в области качества, официально сформулированные высшим руководством.

**ПОСТАВЩИК** – организация, предоставляющая продукцию потребителю.

**ПОТРЕБИТЕЛЬ** – получатель продукции, предоставляемой поставщиком.

**ПРИЕМОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ** – контроль с целью определения, являются ли поставленные или предложенные к поставке изделия, партия изделий или предоставленная услуга приемлемыми.

**ПРОВЕРКА** – подтверждение путем экспертизы и предоставления объективного доказательства того, что установленные требования были выполнены.

**ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА** – систематический и независимый анализ, позволяющий определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, а также эффективности внедрения мероприятий и их пригодности поставленным целям.

**ПРОВЕРКА (ЛАБОРАТОРИИ) НА КАЧЕСТВО ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ** – установление способности данной лаборатории проводить испытания посредством межлабораторных сравнительных испытаний.

**ПРОГРАММА КАЧЕСТВА** – документ, регламентирующий конкретные меры в области качества, ресурсы и последовательность деятельности, относящейся к специфической продукции, проекту или контракту.

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (средство)** – продукт интеллектуальной деятельности, включающий в себя информацию, выраженную через средства поддержки. Программное обеспечение может быть в форме концепции, протоколов или методик. Компьютерная программа является конкретным примером программного обеспечения.

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ОТКАЗАМИ** – продолжительность времени между двумя последовательными отказами восстанавливаемого объекта.

**ПРОДУКЦИЯ** – результат деятельности или процессов.

**ПРОЕКТ** – скоординированная и управляемая деятельность, предпринятая (в рамках определенных сроков начала и/или завершения) для того, чтобы уникальное изделие отвечало установленным требованиям.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ** – документ, содержащий результаты испытаний и другую информацию, относящуюся к испытаниям.

**ПРОЦЕСС** – совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которая преобразует входящие элементы в выходящие.

**РИСК** – совокупный фактор вероятности возникновения нежелательного события и его последствий.

**РУКОВОДСТВО ПО КАЧЕСТВУ** – документ, излагающий политику в области качества и описывающий систему качества организации.

**СЕМЕЙСТВО СТАНДАРТОВ ИСО 9000** – все международные стандарты, разработанные Техническим комитетом ИСО/ТК 176. В настоящее время семейство ИСО 9000 включает: все международные стандарты с номерами ИСО 9000–9004, в том числе все части стандарта ИСО 9000 и стандарта ИСО 9004; все международные стандарты с номерами ИСО 10001–10020, в том числе все их части; ИСО 8402.

**СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ** – документ, изданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

**СЕРТИФИКАЦИЯ СООТВЕТСТВИЯ** – действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

**СИСТЕМА КАЧЕСТВА** – совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством.

**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ** – система, располагающая собственными правилами, процедуры и управления, для проведения сертификации соответствия.

**СОИСКАТЕЛЬ (ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ)** – лицо или орган, добивающийся получения лицензии от органа по сертификации.

**СООТВЕТСТВИЕ** – выполнение установленных требований.

**СТАНДАРТ** – документ, разработанный на основе консенсуса и утвержденный признанным органом, в котором устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, руководящие принципы и характеристики различных видов деятельности или их результатов и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ** – документ, устанавливающий требования.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ** – любая деятельность, направленная на поддержание или восстановление такого состояния, в котором функциональный блок может выполнять требуемые функции.

**ТОЧНОСТЬ** – степень соответствия наблюдаемого значения или результата испытания базовому значению.

**ТРЕБОВАНИЕ** – положение, содержащее критерии, которые должны быть соблюдены.

**ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ** – выражение отдельных потребностей или их перевод в набор количественно или качественно установленных требований к характеристикам объекта, чтобы дать возможность их реализации и проверки.

**ТРЕТЬЯ СТОРОНА** – лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

**УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА** – мероприятия, предпринимаемые повсюду в организации с целью повышения эффективности и результативности деятельности и процессов для получения выгоды как для организации, так и для ее потребителей.

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ** – методы и виды деятельности оперативного характера, используемые для выполнения требований к качеству. Управление качеством включает методы и виды деятельности оперативного характера, направленные как на управление процессом, так и на устранение причин неудовлетворительного функционирования на всех этапах петли качества для достижения экономической эффективности.

**УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА** – мера качества, выражаемая через такую количественную величину, как доля годных изделий, процент дефектных изделий, доли на миллион и т.д.

**УСЛУГА** – итоги непосредственного взаимодействия поставщика и потребителя и внутренней деятельности поставщика по удовлетворению потребностей потребителя.

**УСТРАНЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВИЯ** – действие, предпринимаемое в отношении несоответствующего объекта с целью устранения несоответствия.

**ЭКСПЕРТ ПО АТТЕСТАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ** – лицо, которое осуществляет все или некоторые функции, относящиеся к аттестации лаборатории.



**ЯВНЫЙ ОТКАЗ** – отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боэм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения. Пер. с англ. / Под ред. А.А. Красиловой. – М.: Радио и связь, 1985.
2. Вигерс К.И. Разработка требований к программному обеспечению. Пер. с англ. – М.: Русская редакция, 2004.
3. Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002.
4. Липаев В.В. Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – М.: СИНТЕГ, 2002.
5. Липаев В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты. – М.: СИНТЕГ, 2001.
6. Липаев В.В. Обеспечение качества программных средств. Методы и стандарты. – М.: СИНТЕГ, 2001.
7. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: РФФИ; СИНТЕГ, 2003.
8. Липаев В.В. Процессы и стандарты жизненного цикла сложных программных средств. Справочник. – М.: СИНТЕГ, 2006.
9. Липаев В.В. Документирование сложных программных средств. – М.: СИНТЕГ, 2005.
10. Липаев В.В. Документирование и управление конфигурацией программных средств (методы и стандарты). – М.: СИНТЕГ, 1998.
11. Фатрелл Р.Т., Шафер Д.Ф., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимальных затратах. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003.
12. Корешков В.Н., Кусакин Н.А., Хейфец М.Л. Управление качеством и сертификация продукции: Справочное пособие. – Минск: БелГИСС; Новополоцк: ПГУ, 1999.
13. Статистические методы управления качеством / Н.А.Кусакин, Н.М.Афанасьев, М.Л.Хейфец, С.В.Кухта, Л.Н.Косяк, А.И.Майстер // Минск: БелГИСС; Новополоцк: ПГУ, 2000.
14. Официальный сайт Госстандарта Республики Беларусь  
<http://www.standart.gov.by>

## ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗЕННОГО ЦИКЛА И КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Обозначение	Наименование
91/250/ЕЕС	Директива Совета от 14 мая 1991 г. относительно сближения законодательств государств-членов, касающаяся правовой защиты программного обеспечения
96/9/ЕС	Директива Европейского Парламента и Совета от 11 марта 1996 г., касающаяся юридической защиты баз данных
EN ISO 9241-4:1998	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 4. Требования к клавиатуре
EN ISO 9241-5:1999	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 5. Размещение автоматизированного рабочего места и требования к положению тела оператора
EN ISO 9241-6:1999	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 6. Руководство по рабочей обстановке
EN ISO 9241-9:2000	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 9. Требования к устройствам ввода, неснабженным клавиатурой
EN ISO 9241-11:1998	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 11. Руководство по пригодности к эксплуатации
EN ISO 9241-12:1998	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 12. Представление информации
EN ISO 9241-13:1998	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 13. Руководство пользователя
EN ISO 9241-14:1999	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 14. Диалоговое взаимодействие с использованием меню
EN ISO 9241-15:1997	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 15. Диалоговое взаимодействие посредством команд
EN ISO 9241-16:1999	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 16. Диалоговое взаимодействие посредством непосредственного манипулирования
EN ISO 9241-17:1998	Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 17. Диалоговое взаимодействие посредством заполнения форм
ISO 5806:1984	Обработка информации. Спецификация таблиц и решений с единственно выраженным ответом
ISO 5807:1985	Обработка информации. Символы, применяемые в документации и обозначения для блок-схем данных программ и систем, схем программных сетей системных ресурсов
ISO 8790:1987	Системы обработки информации. Символы и условные обозначения для схем конфигурации вычислительной системы
ISO 9127:1988	Системы обработки информации. Документация пользователя и со-

Обозначение	Наименование
	проводительная информация программных пакетов потребителя
ISO/IEC 2382-20:1990	Информационные технологии. Словарь. Часть 20. Разработка системы
ISO/IEC 6592:2000	Информационные технологии. Руководство по разработке документации для автоматизированных прикладных систем
ISO/IEC 8211:1994	Информационные технологии. Спецификация описательного файла данных для обмена информацией
ISO/IEC 8631:1989	Информационные технологии. Программные структуры и условные обозначения для их представления
ISO/IEC 9126-1:2001	Разработка программного обеспечения. Качество продукции. Часть 1. Модель качества
ISO/IEC 10746-1:1998	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Общий анализ
ISO/IEC 10746-2:1996	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Основополагающие понятия
ISO/IEC 10746-3:1996	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Архитектура
ISO/IEC 10746-4:1998	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Архитектурная семантика
ISO/IEC 11411:1994	Информационные технологии. Представление перехода состояний программного обеспечения для конечного пользователя
ISO/IEC 12207:1995	Информационные технологии. Процессы жизненного цикла программного обеспечения
ISO/IEC 14102:1995	Информационные технологии. Руководство по оценке и выбору средств материального обеспечения CASE
ISO/IEC 14143-1:2007	Информационные технологии. Оценка программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 1. Определение понятий
ISO/IEC 14143-2:2002	Информационные технологии. Оценка программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 2. Оценка соответствия методов измерения размера программного обеспечения требованиям стандарта ISO/IEC 14143-1:1998
ISO/IEC 14143-6:2006	Информационные технологии. Оценка программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 6. Руководство по использованию стандартов ISO/IEC серии 14143 и связанных с ними международных стандартов
ISO/IEC 14598-1:1999	Информационные технологии. Оценка программного продукта. Часть 1. Общий обзор
ISO/IEC 14598-2:2000	Разработка программного обеспечения. Оценка продукта. Часть 2. Планирование и управление
ISO/IEC 14598-3:2000	Разработка программного обеспечения. Оценка продукта. Часть 3. Процесс для разработчиков
ISO/IEC 14598-4:1999	Разработка программного обеспечения. Оценка продукта. Часть 4. Процесс для закупщиков
ISO/IEC 14598-5:1998	Информационные технологии. Оценка программного продукта. Часть 5. Процесс для экспертов по оценке
ISO/IEC 14598-6:2001	Разработка программного обеспечения. Оценка продукта. Часть 6. Документация по модулям оценки
ISO/IEC 14750:1999	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка.

Обозначение	Наименование
	Язык описания сопряжений
ISO/IEC 14752:2000	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Протокол поддержки взаимодействий при операциях вычисления
ISO/IEC 14753:1999	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Ссылки и привязка к интерфейсам
ISO/IEC 14756:1999	Информационные технологии. Измерение и оценка рабочих характеристик компьютерных систем программного обеспечения
ISO/IEC 14764:2006	Разработка программного обеспечения. Процессы жизненного цикла программного обеспечения. Сопровождение программных средств
ISO/IEC 14769:2001	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Функция информационного архива типов
ISO/IEC 14771:1999	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Структура присвоения имен
ISO/IEC 14834:1996	Информационные технологии. Обработка распределенных транзакций. Спецификация XA
ISO/IEC 14863:1996	Информационные технологии. Формат данных для независимой системы (SIDF)
ISO/IEC 15026:1998	Информационные технологии. Системные и программные уровни целостности
ISO/IEC 15288:2002	Системное проектирование. Процессы жизненного цикла системы
ISO/IEC 15289:2006	Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Содержимое систем и информационные продукты процесса жизненного цикла программного обеспечения (Документация)
ISO/IEC 15414:2006	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Корпоративный язык
ISO/IEC 15474-1:2002	Информационные технологии. Структура CDIF. Часть 1. Общее представление
ISO/IEC 15474-2:2002	Информационные технологии. Структура CDIF. Часть 2. Моделирование и расширяемость
ISO/IEC 15475-1:2002	Информационные технологии. Формат передачи CDIF. Часть 1. Общие правила синтаксиса и кодирования
ISO/IEC 15475-2:2002	Информационные технологии. Формат передачи CDIF. Часть 2. Синтаксическая структура SYNTAX.1
ISO/IEC 15475-3:2002	Информационные технологии. Формат передачи CDIF. Часть 3. Кодирование ENCODING.1
ISO/IEC 15476-1:2002	Информационные технологии. Семантическая метамодель CDIF. Часть 1. Обоснование
ISO/IEC 15476-2:2002	Информационные технологии. Семантическая метамодель CDIF. Часть 2. Общие положения
ISO/IEC 15476-3:2006	Информационные технологии. Семантическая метамодель CDIF. Часть 3. Определения данных
ISO/IEC 15476-4:2005	Информационные технологии. Семантическая метамодель CDIF. Часть 4. Модели данных
ISO/IEC 15476-6:2006	Информационные технологии. Семантическая метамодель CDIF. Часть 6. Модели состояния/события
ISO/IEC 15504-1:2004	Информационные технологии. Оценка процессов разработки программного обеспечения. Часть 1. Концепции и словарь

Обозначение	Наименование
ISO/IEC 15504-2:2003	Информационные технологии. Оценка процессов разработки программного обеспечения. Часть 2. Проведение оценки
ISO/IEC 15504-3:2004	Информационные технологии. Оценка процессов разработки программного обеспечения. Часть 3. Руководство по проведению оценки
ISO/IEC 15504-4:2004	Информационные технологии. Оценка процессов разработки программного обеспечения. Часть 4. Руководство по использованию для усовершенствования и определения возможностей процесса
ISO/IEC 15504-5:2006	Информационные технологии. Оценка процессов разработки программного обеспечения. Часть 5. Образец модели оценки процессов
ISO/IEC 15909-1:2004	Разработка программного обеспечения и систем. Сети Петри высокого уровня. Часть 1. Понятия, определения и графические обозначения
ISO/IEC 15910:1999	Информационные технологии. Процесс создания документации к программному обеспечению для пользователя
ISO/IEC 15939:2002	Разработка программного обеспечения. Процесс измерения программного обеспечения
ISO/IEC 15940:2006	Информационные технологии. Службы средств поддержки разработки программного обеспечения
ISO/IEC 16085:2006	Разработка систем и программного обеспечения. Процессы жизненного цикла. Управление рисками
ISO/IEC 18019:2004	Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Руководство по разработке и подготовке документации для пользователя по применению программного обеспечения
ISO/IEC 19500-2:2003	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Часть 2. Стандартный протокол Inter-ORB (GIOP)/Межсетевой протокол Inter-ORB (IIOP)
ISO/IEC 19501:2005	Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Унифицированный язык моделирования (UML). Версия 1.4.2
ISO/IEC 19761:2003	Разработка программного обеспечения. COSMIC-FFP. Функциональный метод измерения размера
ISO/IEC 19770-1:2006	Информационные технологии. Управление программным обеспечением. Часть 1. Процессы
ISO/IEC 20926:2003	Разработка программного обеспечения. Метод измерения нескорректированного функционального размера IFPUG 4.1. Руководство по методам подсчета
ISO/IEC 20968:2002	Разработка программного обеспечения. Анализ функциональных точек Mk II. Руководство по практике подсчета
ISO/IEC 23026:2006	Разработка программного обеспечения. Рекомендуемая практика для сети Интернет. Разработка web-сайта, администрирование web-сайта и жизненный цикл web-сайта
ISO/IEC 23360-1:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 1. Общие технические условия
ISO/IEC 23360-2:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 2. Спецификация архитектуры IA32
ISO/IEC 23360-3:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 3. Спецификация архитектуры IA64
ISO/IEC 23360-4:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 4. Спецификация архитектуры AMD64

Обозначение	Наименование
ISO/IEC 23360-5:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 5. Спецификация архитектуры PPC32
ISO/IEC 23360-6:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 6. Спецификация архитектуры PPC64
ISO/IEC 23360-7:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 7. Спецификация архитектуры S390
ISO/IEC 23360-8:2006	Основная спецификация 3.1 стандартной базы Linux (LSB). Часть 8. Спецификация архитектуры S390X
ISO/IEC 24570:2005	Разработка программного обеспечения. Метод измерения функционального размера NESMA, версия 2.1. Определения и руководство по подсчету для применения функционального точечного анализа
ISO/IEC 25000:2005	Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE). Руководство по SQuaRE
ISO/IEC 25001:2007	Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE). Планирование и управление
ISO/IEC 25051:2006	Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE). Требования к качеству готового коммерческого (COTS) программного продукта и инструкции по испытаниям
ISO/IEC 25062:2006	Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE). Общий промышленный формат (CIF) протоколов испытаний на пригодность к эксплуатации
ISO/IEC 90003:2004	Разработка программного обеспечения. Руководство по применению ISO 9001:2000 к компьютерному программному обеспечению
ISO/IEC TR 9126-2:2003	Разработка программного обеспечения. Качество продукции. Часть 2. Внешние метрики
ISO/IEC TR 9126-3:2003	Разработка программного обеспечения. Качество продукции. Часть 3. Внутренние метрики
ISO/IEC TR 9126-4:2004	Разработка программного обеспечения. Качество продукции. Часть 4. Метрика эксплуатационного качества
ISO/IEC TR 9294:2005	Информационные технологии. Руководства по управлению документацией на программное обеспечение
ISO/IEC TR 12182:1998	Информационные технологии. Классификация программного обеспечения
ISO/IEC TR 14143-3:2003	Информационные технологии. Оценка программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 3. Верификация методики измерения функциональной емкости
ISO/IEC TR 14143-4:2002	Информационные технологии. Оценка программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 4. Эталонная модель
ISO/IEC TR 14143-5:2004	Информационные технологии. Оценка программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 5. Определение функциональных областей для использования при измерении функциональной емкости
ISO/IEC TR 14471:1999	Информационные технологии. Разработка программного обеспечения. Руководящие указания по применению средств CASE
ISO/IEC TR 14759:1999	Разработка программного обеспечения. Макетирование и создание

Обозначение	Наименование
	прототипов. Классификация моделей макетов и прототипов и их использование
ISO/IEC TR 15271:1998	Информационные технологии. Руководство для ISO/IEC 12207 (Процессы определения жизненного цикла программного обеспечения)
ISO/IEC TR 16326:1999	Разработка программного обеспечения. Руководство по применению ISO/IEC 12207 для управления проектом
ISO/IEC TR 19759:2005	Разработка программного обеспечения. Руководство, касающееся совокупности знаний о разработке программного обеспечения (SWEBOOK)
ISO/IEC TR 19760:2003	Проектирование системное. Руководство по применению ISO/IEC 15288 (Процессы жизненного цикла системы)



*Учебное издание*

Составитель  
КУХТА Сергей Васильевич

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ  
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
для студентов специальности  
1–40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»

Редакторы

---

Подписано в печать 15.02.07. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 19,72. Уч.–изд. л. 17,31. Тираж 100. Заказ

---

Издатель и полиграфическое исполнение  
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ 02330/0133020 ОТ 30.04.04    ЛП № 02330/0133128 ОТ 27.05.04

211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29