

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

А.С. ТИМОНИН

**РАЗРАБОТКА ПРОДУКЦИИ
ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

*Рекомендовано УМО «Ядерные физика и технологии»
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений*

Москва 2008

УДК 621.039.5(075)

ББК 31.4я7

Т 41

Тимонин А.С. Разработка продукции для атомной энергетики: учебное пособие. М.: МИФИ, 2008. 428 с.

В учебном пособии изложен общий порядок разработки продукции (нового оборудования, датчиков, программно-технических комплексов и т.п.) для атомной энергетики, приведены особенности документального сопровождения основных этапов работы по созданию новой продукции. Описана методология процесса создания новой продукции от начала ее разработки до ее внедрения (разработка и оформление технического задания, проектной и рабочей конструкторской документации, проведение испытаний опытных образцов).

Подробно рассмотрены особенности разработки продукции, обусловленные учетом обязательных требований ядерной и радиационной безопасности.

Пособие предназначено для учащихся высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Ядерные реакторы и энергетические установки» и смежным с ней. Пособие может быть полезным молодым специалистам, начинающим заниматься проектированием и конструированием оборудования для атомных электростанций нового поколения.

Пособие подготовлено в рамках инновационной образовательной программы МИФИ.

Рецензент – к.т.н. Д.М. Петрунин

ISBN 978-5-7262-0957-9

© *Московский инженерно-физический институт
(государственный университет), 2008*

Оглавление

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ	22
§ 1.1. Управление и регулирование в области атомной энергетики	22
§ 1.2. Формы регулирования в области атомной энергетики	37
§ 1.3. Режимы эксплуатации АС	56
§ 1.4. Классификация систем и элементов АС	73
§ 1.5. Нормирование показателей надежности продукции	96
§ 1.6. Нормирование внешних воздействующих факторов	125
§ 1.7. Нормирование характеристик средств измерений	139
ГЛАВА 2. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ	164
§ 2.1. Организация разработки продукции	164
§ 2.2. Техническое задание на разработку продукции	176
§ 2.3. Порядок разработки проектной документации	212
§ 2.4. Разработка рабочей документации и дальнейшая последовательность работ по созданию продукции	235
§ 2.5. Испытания при разработке продукции	250
§ 2.6. Программа и методика испытаний	274
§ 2.7. Технические условия	286
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ	295
§ 3.1. Разработка проектной конструкторской документации	295
§ 3.2. Оформление конструкторских документов	313
§ 3.3. Разработка проектной и рабочей документации при создании автоматизированных систем	336
§ 3.4. Разработка проектной и рабочей документации при создании программных средств	374
Перечень основных терминов	400
Список литературы	412

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АС	- атомная станция
ВАБ	- вероятностный анализ безопасности, (вид док-та)
ВВФ	- внешние воздействующие факторы
ГОСТ	- межгосударственный стандарт, (вид док-та)
ГОСТ Р	- национальный стандарт Российской Федерации, (вид док-та)
ГСИ	- государственная система обеспечения единства измерений
ЕСКД	- Единая система конструкторской документации
ЕСПД	- Единая система программной документации
ЕСТД	- Единая система технологической документации
ЗИП	- запасные части, инструмент и принадлежности
КД	- конструкторская документация
КПТС	- комплекс программно-технических средств
КТС	- комплекс технических средств
МВК	- межведомственная комиссия
МРЗ	- максимальное расчетное землетрясение
НД	- нормативный документ, (вид док-та)
НИР	- научно-исследовательская работа
НП	- нормы и правила
НРБ	- нормы радиационной безопасности
НТД	- нормативно-техническая документация
ОИТ	- оборудование, изделия, технологии (сертификация ОИТ)
ОКР	- опытно-конструкторские работы
ООБ	- отчет по обоснованию безопасности, (вид док-та)
ОПБ	- общие положения обеспечения безопасности, (вид док-та)
ОСТ	- отраслевой стандарт, (вид док-та)
ОТТ	- общие технические требования
ПБЯ	- правила ядерной безопасности, (вид док-та)
ПНАЭ	- правила и нормы в области использования атомной энергии
ПНР	- пуско наладочные работы
ПО	- программное обеспечение
ПОКАС	- программа обеспечения качества для блока атомной станции или атомной станции, (вид док-та)

ППР	- планово-предупредительный ремонт
ПС	- программное средство
ПТК	- программно-технический комплекс
ПТС	- программно-технические средства
ПУЭ	- правила устройства электроустановок, (вид док-та)
РД	- руководящий документ, (вид док-та)
РКД	- рабочая конструкторская документация
РТМ	- руководящие технические материалы, (вид док-та)
РУ	- реакторная установка
СМР	- строительно-монтажные работы
СНиП	- строительные нормы и правила Российской Федерации
СП	- своды правил
СП АС	- санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СПДС	- система проектной документации для строительства
СРПП	- система разработки и постановки продукции на производство
СТП	- стандарт предприятия, (вид док-та)
ТД	- техническая документация
ТЗ	- техническое задание, (вид док-та)
ТОБ	- техническое обоснование безопасности (раздел технического проекта)
ТОиР	- техническое обслуживание и ремонт
ТС	- технические средства
ТУ	- технические условия, (вид док-та)
УДЛ	- условия действия лицензии, (вид док-та)
ЭО	- эксплуатирующая организация

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие представляет собой первую часть переработанного курса лекций, прочитанного автором в 2005-2007 годах для студентов МИФИ и направленного на формирование целостного и логически стройного представления о содержании последовательных этапов работы по созданию и внедрению новой *продукции*¹ для атомной энергетики.

Целесообразность именно такого учебного курса обусловлена особенностями современного этапа развития отечественной атомной энергетики.

Этапы развития отечественной атомной энергетики. Подход к обучению приемам технического творчества, заложенный Основателями МИФИ на первом этапе зарождения отечественной атомной энергетики, опирался на комплекс взаимообусловленных форм обучения, одна из которых – курсовое проектирование – предполагала поиск и обоснование технических решений по всем областям зарождающегося реакторостроения и, переходя в дипломный проект, обеспечивала формирование компетенции выпускника МИФИ на уровне вплоть до эскизного проекта реакторной установки в целом. При этом нередким явлением было участие молодого специалиста во внедрении разработанных им технических решений на создаваемых реакторных установках. Примененные на первом этапе зарождения атомной энергетики формы обучения оказались достаточно эффективными и адекватными задачам и реальности того времени.

¹ Под термином «*продукция*» ниже понимается материальный результат процесса производства, имеющий техническое назначение, в том числе такие *виды продукции*, как изделия, оборудование, запасные части, материалы, сырье, заготовки, прокат, элементы, детали, узлы, системы, приборы, датчики, программное и информационное обеспечение, базы данных, программно-технические комплексы, разработанная документация (проектная, конструкторская, технологическая, эксплуатационная), а также любая их комбинация. В более широком смысле в понятие «*продукция*» могут быть включены и технологические процессы. Разработка каждого *вида продукции* имеет свою специфику.

В дидактических целях в пособии при первом упоминании и пояснении вводимых понятий принято выделение этих понятий с помощью курсива и подчеркивания. Введенное понятие также выделяется курсивом в пределах того параграфа, в котором оно введено.

Достигнутые на этапе зарождения атомной энергетики темпы и результаты работ по созданию принципиально новой техники впечатляют и сегодня. В тяжелых послевоенных условиях в декабре 1946 года в Советском Союзе под руководством И.В. Курчатова был пущен первый на Евразийском континенте ядерный реактор Ф-1². В 1948 году произведен пуск первого промышленного реактора – наработчика плутония (реактор «А»), в 1949 году испытана атомная бомба, а в 1955 году – водородная. В 1952 году вышло Постановление Правительства СССР о создании первой отечественной атомной подводной лодки, которая и была создана за 6 лет и 4 месяца.

Следует отметить, что столь же впечатляющие темпы создания принципиально новой продукции были достигнуты и при создании гражданской атомной техники – в июне 1954 года введена в строй Первая в мире АЭС (г. Обнинск, Калужской области); в декабре 1957 года спущен на воду атомный ледокол «Ленин»; в декабре 1964 года введен в строй энергоблок №1 Нововоронежской АЭС.

Второй этап – этап интенсивного развития атомной техники отличался по своим задачам и по организации выполнения этих задач от предшествующего этапа развития. Для решения поставленных на втором этапе задач в стране была развернута высокотехнологичная научная, проектно-конструкторская и производственная база, предназначенная для совершенствования, серийного строительства и ввода в эксплуатацию объектов атомной техники.

Достижения этого этапа были не менее впечатляющими. Например, к концу 80-х годов прошлого века Военно-морской флот Советского Союза по количеству атомных подводных лодок не уступал аналогичным силам США и стран, членов НАТО. Причем и в начале XXI века рекорды по энерговооруженности, скорости и глубине погружения сохранялись за отечественными атомными подводными лодками [240]. Созданный в достаточно короткие сроки внушительный потенциал в области разработки военной атомной техники позволил в то время снять остроту вопросов военно-политического характера и не дать перерасти так называемой «холодной» войне в «горячую».

² Реактор Ф-1 продолжает успешно эксплуатироваться, выполняя функции эталонного источника потока нейтронов. (Исследовательский реактор СР-1, пущенный в США под руководством Э.Ферми в декабре 1942 года, был разобран в том же месяце, [240].)

В области мирной атомной электроэнергетики было доказано, что на основе существовавших в то время производственных мощностей и организации работ может быть обеспечено строительство и ежегодный ввод в эксплуатацию нового атомного энергоблока. Например, в 1971 году включен в сеть энергоблок №3 Нововоронежской АЭС; в 1972 году – энергоблок №4 Нововоронежской АЭС; в 1973 – энергоблоки №1 Кольской и Ленинградской АЭС; в 1974 – энергоблоки №1 и №2 Билибинской АЭС и энергоблок №2 Кольской АЭС; в 1975 – энергоблок №2 Ленинградской АЭС и энергоблок №3 Билибинской АЭС; в 1976 – энергоблок №1 Курской АЭС и энергоблок №4 Билибинской АЭС и т.д.

На втором этапе развития атомной энергетики, по мере накопления узкоспециальных знаний в каждой области реакторных технологий, в МИФИ получили развитие и другие формы обучения, например – учебно-исследовательская работа, которая предполагает участие студентов в проводимых научно-исследовательских работах и обеспечивает приобретение высококвалифицированных навыков технического творчества на предпроектных этапах создания продукции.

В развитии отечественной атомной энергетики можно выделить и третий – современный этап, связанный с произошедшими в 90-х годах прошлого века политическими событиями, которые сопровождались изменением экономических хозяйственных отношений в стране и привели к замедлению темпов развития атомной энергетики. Определенное влияние на развитие атомной энергетики оказала и авария на Чернобыльской АЭС, произошедшая в апреле 1986 года.

В настоящее время экономические хозяйственные отношения в области атомной энергетики развиваются на основе не только государственного регулирования, но и рыночных механизмов с участием организаций, имеющих различную форму собственности.

Современные государственное планирование развития атомной энергетики строится с учетом наличия в Российской Федерации значительных запасов органического топлива и развитого потенциала атомной энергетики. Особое внимание уделяется новым проектам реакторных установок, обладающих улучшенными характери-

стиками безопасности и экономичности³. Запланированные высокие темпы развития атомной энергетики требуют, в свою очередь, ускорения процессов разработки и внедрения инновационных технических решений, что и определяет необходимость усвоения студентами накопленного ранее опыта разработки и внедрения новой продукции в атомной энергетике. Поэтому изложение в учебных целях общей методологии разработки новой продукции для атомной энергетики представляется целесообразным.

Порядок разработки продукции. Разработанная продукция представляет собой совокупность технических средств, организационных, методических и технических документов. Если творческий поиск необходимых технических решений, которые закладываются в создаваемые технические и программные средства, носит плохо формализуемый эвристический характер, то документальное оформление результатов этого поиска, наоборот, достаточно формализовано и подчиняется установленному порядку разработки продукции - системе положений, определяющих общепринятую методологию разработки и внедрения новой продукции. *Порядок разработки продукции* включает в себя:

- соблюдение обязательных технических требований, предъявляемых к разрабатываемой продукции, которые в силу действующего законодательства являются обязательными для использования при разработке *продукции*;
- соблюдение требований к содержанию, объему и последовательности отдельных стадий и этапов работы по разработке новой *продукции*;
- использование общепринятых способов, форм, языковых понятий, применяемых при оформлении результатов разработки.

³ Предварительно понятие «безопасность» какого-либо объекта может быть пояснено как свойство этого объекта, заключающееся в том, что воздействие этого объекта на окружающую его среду не приводит к нарушению состояния защищенности окружающей среды. Далее в тексте пособия будет приведено более точное определение этого понятия. Под «экономичностью» какого-либо объекта понимается свойство этого объекта, заключающееся в его экономической выгоде. В настоящее время принят подход к описанию свойств безопасности и экономичности с помощью различных характеристик.

Следование общепринятому *порядку разработки продукции* необходимо для создания возможности использования полученных результатов другими участниками разработки этой *продукции*.

При изложении *порядка разработки продукции* в учебном пособии принят феноменологический подход (без объяснения и обоснований – почему этот *порядок разработки* именно такой).

Нормативная документация. Указанный *порядок разработки продукции* изложен в целом ряде документов (довольно обширном по номенклатуре и количеству), которые могут содержать требования, принципы, критерии, правила и нормы и называются *нормативной документацией*⁴. *Нормативная документация* может быть достаточно условно разделена на три уровня: верхний уровень (правовая документация), второй уровень (распорядительная документация) и третий уровень (техническая документация).

Нормативная документация верхнего уровня имеет директивный (обязательный), распорядительно-правовой характер и содержит обязательные к применению общие требования, принципы, критерии, нормы и правила, которые регулируют соответствующую деятельность. К этой документации можно отнести Конституцию Российской Федерации, федеральные законы⁵ и иные нормативные правовые акты Российской Федерации (указы Президента Российской Федерации, *технические регламенты*, постановления Правительства Российской Федерации; нормативные правовые акты феде-

⁴ Существует довольно много видов документов, которые могут иметь отношение к созданию новой продукции, например, ведомости, графики, декларации, директивы, договоры, задания, заявления, инструкции, классификаторы, концепции, меморандумы, методики, нормы, паспорта, общие (основные, типовые) положения, перечни, письма, планы, приказы, процедуры, порядок, постановления, пояснительные записки, правила, предписания, программы, протоколы, распоряжения, регламенты, рекомендации, руководства, руководящие документы, соглашения, спецификации, стандарты, схемы, требования, уставы, чертежи и пр. Вид документа определяется его содержанием и полномочиями утвердившего этот документ органа или лица.

⁵ Сюда же относятся и принятые Российской Федерацией международные соглашения, например, Конвенция об ответственности операторов судов с ядерными энергетическими установками (1962), Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии (1986), Конвенция о ядерной безопасности (1994) и др.

ральных органов исполнительной власти - федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии⁶, документы в области стандартизации, например, национальные стандарты⁷), нормативные документы субъектов Российской Федерации и пр.

В федеральных законах излагаются общие правовые положения, например, определяются права, обязанности и распределение ответственности между государственными органами исполнительной власти, органами местного самоуправления, организациями, юридическими лицами и гражданами, но не содержится технических вопросов и детализации правил. В федеральных законах могут также устанавливаться общие принципы правового регулирования, например, принципы обеспечения безопасности при использовании атомной энергии, защиты населения и окружающей среды от радиационной опасности и др.

Технический регламент⁸. В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» планируется ввод принципиально нового типа нормативных документов – *технических регламентов*, основной формой утверждения которых является соответствующий Федеральный Закон.

⁶ Документы, выпускаемые международными организациями (например, Международным агентством по атомной энергии - МАГАТЭ (IAEA), Международной комиссией по радиологической защите - МКРЗ (ICRP), Международной организацией по стандартизации (ISO), Международной электротехнической комиссией – МЭК (IEC)) носят рекомендательный характер. Федеральные нормы и правила должны учитывать рекомендации международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых Российская Федерация принимает участие.

⁷ В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» установлен добровольный порядок применения национальных стандартов и обязательность их соблюдения в случае принятия решения об их использовании. Кроме национальных стандартов Российской Федерации (ГОСТ Р, РСТ РСФСР), существуют группы стандартов, введенных в действие в качестве национальных стандартов РФ. К ним относятся некоторые международные стандарты (ГОСТ, СТ СЭВ), стандарты ИСО и МЭК, стандарты международного комитета по индустриальным радиопомехам (СИСПр), правила европейской экономической комиссии ООН (Правила ЕЭК ООН), европейские стандарты (ЕН), национальные стандарты Германии (ДИН).

⁸ Мелким шрифтом в тексте и в сносках учебного пособия выделены дополнительные поясняющие материалы и сведения.

Технические регламенты должны вводиться в целях защиты жизни и здоровья граждан, имущества, охраны окружающей среды, животных и растений, защиты прав приобретателей. В общих *технических регламентах* устанавливаются требования к безопасности и определяется уровень безопасности, который должен быть достигнут разработчиком и изготовителем, например, требования по безопасности *продукции*, безопасности эксплуатации и утилизации машин и оборудования, безопасности использования зданий, территорий, пожарной безопасности и др.

Если требования *технических регламентов* относятся к данному виду *продукции*, то при ее создании и эксплуатации должны быть выполнены специальные процедуры обязательного подтверждения соответствия этой *продукции* установленным в *техническом регламенте* требованиям.

Частный *технический регламент* на конкретный вид продукции должен содержать:

- правила и формы оценки соответствия продукции требованиям, установленным в *техническом регламенте*, в том числе - схемы подтверждения соответствия *продукции* требованиям, установленным в *техническом регламенте*;
- требования к правилам и методам исследований (испытаний) и измерений при подтверждении соответствия *продукции* требованиям, установленным в *техническом регламенте*.

Подтверждение соответствия *продукции* установленным в *техническом регламенте* требованиям реализуется путем принятия декларации или проведения работ по обязательной сертификации. Исследования (испытания) и измерения характеристик *продукции* при проведении ее обязательной сертификации проводятся аккредитованными лабораториями.

Ко времени издания данного пособия не имелось принятых в установленном порядке *технических регламентов* для атомной энергетики.

В издаваемых Президентом и Правительством Российской Федерации нормативно-правовых актах конкретизируются процедурные детали правовых положений, изложенных в федеральных законах.

В нормативной правовой документации, разрабатываемой и издаваемой федеральными органами исполнительной власти, могут содержаться требования, принципы, критерии, нормы и правила, которым должно соответствовать конкретное техническое средство или техническое решение, удовлетворяющее требованиям безопасности.

Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии устанавливают требования к безопасному использованию атомной энергии. После введения в действие указанные федеральные нормы и правила являются обязательными для всех юридиче-

ских и физических лиц, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии, и действуют на всей территории Российской Федерации.

Второй уровень *нормативной документации* составляют, в основном, административные нормативные документы, а также организационно-распорядительные документы: деловая переписка и корреспонденция, договоры, графики, планы, приказы, распоряжения, соглашения, указания и пр.

Нормативная документация второго уровня определяет, главным образом, «кто» и «что» делает при осуществлении того или иного процесса, и носит организационно-распорядительный характер на уровне отдельного органа государственной власти, эксплуатирующей организации или организации, выполняющей работы для эксплуатирующей организации, качество выполнения которых может повлиять на безопасность.

Третий уровень нормативной документации составляют документы организационно-технического характера - отраслевые нормы, руководящие документы, стандарты предприятий, инструкции и пр. Сюда же относится проектно-конструкторская техническая документация, необходимая для разработки и изготовления *продукции* (технические требования к продукции, технологические схемы, чертежи, формуляры, спецификации, паспорта на оборудование и трубопроводы, методики испытаний и пр.), а также эксплуатационная технологическая документация, устанавливающая конкретные пути реализации требований, принципов, критериев, норм и правил безопасности при эксплуатации *продукции*, определяющая условия, порядок, способы выполнения и контроля конкретных работ (инструкции по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и пр.).

К третьему уровню документации относятся также документы отчетного характера, предназначенные для доказательства того, что работы проводились в соответствии с установленными требованиями и были успешно завершены, а требуемые показатели достигнуты. К таким документам относятся, в частности, записи о выполнении и контроле работ (например, бланки переключений, записи о текущем состоянии оборудования), отчеты, акты проверок, протоколы испытаний и пр.

Документация всех трех уровней, в которой устанавливаются относящиеся к данной *продукции* технические принципы, нормы и

критерии, определяются требования к техническим характеристикам *продукции*, регулируются правила и процедуры выполнения работ, относящихся к разным этапам жизненного цикла *продукции*, называется нормативно-технической документацией (НТД). Изложенные в *НТД* требования, нормы и критерии учитывают ранее накопленный опыт при проектировании, конструировании, изготовлении, испытаниях, монтаже, пусконаладочных работах, а также на последующих этапах жизненного цикла *продукции*. Требования нормативно-технической документации определяют *порядок разработки продукции*.

Следует отметить, что в учебных целях в тексте пособия использованы различные упрощения и сокращения нормативных документов; упомянуты не все исключения, имеющиеся в этих документах; иногда приведены не все требуемые процедуры и нормируемые характеристики. Кроме того, со временем *нормативная документация* претерпевает изменения, появляются новые нормативные документы, влияющие на *порядок разработки продукции*. Поэтому при создании *продукции* конкретного вида, если у разработчика пока недостаточно подобного опыта, необходимо работать только с оригинальными текстами нормативных документов.

Документация на разрабатываемую продукцию. Документация на разрабатываемую продукцию представляет собой комплекс взаимосвязанных документов, в котором полностью описываются все решения по созданию и функционированию этой *продукции*, а также документов, подтверждающих соответствие *продукции* требованиям технического задания и готовность *продукции* к эксплуатации (функционированию). В *документации на разрабатываемую продукцию* можно выделить отдельные комплекты документации, отличающиеся своим целевым назначением, например:

- проектно-сметную документацию, разрабатываемую для выполнения строительных и монтажных работ, связанных с созданием этой *продукции*;
- проектно-конструкторскую документацию, необходимую для разработки, изготовления опытного образца *продукции* и доказательства его соответствия заданным требованиям на эту *продукцию*;
- рабочую документацию, необходимую для изготовления, монтажа и наладки образца *продукции*, а также для изготов-

ления, монтажа и наладки входящих в этот образец частей и видов обеспечений и эксплуатационную документацию, необходимую для эксплуатации *продукции*, включая ее техническое обслуживание.

Как правило, каждый *комплект документации* имеет свои особенности процедур разработки, оформления, согласования, утверждения, ввода в действие, идентификации, внесения изменений, пересмотра, рассылки, хранения и уничтожения утративших силу документов. Эти особенности, в свою очередь, изложены в соответствующих специализированных системах нормативно-технической документации, таких, как:

- единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- единая система технологической документации (ЕСТД);
- единая система программной документации (ЕСПД);
- государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ);
- система проектной документации на строительство (СПДС), в том числе строительные нормы и правила (СНиП), и т.д.

В различных комплектах документации на разрабатываемую *продукцию* конкретного вида могут применяться требования различных систем нормативно-технической документации.

Рассмотрим ряд общих требований к оформлению *документации на разрабатываемую продукцию*. Проект документа на *разрабатываемую продукцию*, как правило, утверждает разработчик этого документа, если заказчик этого документа не определит иной порядок утверждения. Утверждение документа означает подтверждение того, что его содержание полностью соответствует цели, ради которой этот документ разрабатывался. После утверждающих подписей уполномоченных ответственных должностных лиц (то есть лиц, имеющих право утверждающей подписи соответствующих документов от имени организаций) проект документа считается выпущенным документом. Утверждающие подписи ответственных должностных лиц, как правило, располагают в верхней части титульного листа документа под грифом «Утверждаю». При этом указывают также инициалы, фамилии, должности ответственных должностных лиц и даты согласования и утверждения документа. Процедура ввода в действие документа может быть оговорена в нем самом.

Перед утверждением проекта документа может потребоваться его согласование с заказчиком или с заинтересованными организациями. Согласующие подписи ответственных должностных лиц, имеющих полномочия согласовывать документ от имени согласующей организации, могут быть размещены в верхней или нижней части титульного листа документа. Согласование означает подтверждение согласия с документом и оформляется подписью уполномоченного ответственного должностного лица под грифом «Согласовано» или по согласованию с заказчиком - отдельным письмом о согласовании проекта документа (протоколом, актом приемочной комиссии и пр.). В последнем случае под грифом «Согласовано» дается ссылка на это письмо, в которой указываются исходящий номер и дата письма согласовавшей документ организации, инициалы, фамилия и должность ответственного должностного лица, подписавшего письмо от имени согласующей организации, а само письмо прикладывается к документу в виде приложения. Если при согласовании документа имеются разногласия и замечания, то разработчик документа по согласованию с заказчиком принимает решение по учету разногласий и замечаний до утверждения документа. Формулировки «Согласовано с замечаниями» или «Утверждено с учетом (или без учета) замечаний» не допускаются. На титульном листе могут также размещаться подписи представителей федеральных органов государственного регулирования безопасности, свидетельствующие об одобрении документа.

Согласующие и утверждающие подписи, как правило, скрепляют печатями соответствующих организаций.

Подписи ответственных должностных лиц заказчика и его организаций, как правило, располагаются слева, а подписи ответственных должностных лиц организаций и предприятий разработчика, а также ответственных должностных лиц заинтересованных организаций – справа.

Подписи участников разработки документа, а также визовые подписи должностных лиц заказчика и должностных лиц заинтересованных организаций, которые участвуют в согласовании документа в соответствии со своими должностными обязанностями или по распоряжению руководства своих организаций, могут помещаться на отдельном листе документа.

Дополнения и изменения вносятся в документ на основании решения организаций, утвердивших и согласовавших данный доку-

мент, как правило, в порядке, установленном ранее для разработки самого документа. Допускается изменения к документу согласовывать только с заказчиком, если они не затрагивают ранее согласованных этот документ организаций.

Дублирование, учет, хранение и обращение конструкторской документации. С целью согласования этапов разработки документации на составные части *продукции* разрабатываемая конструкторская документация снабжается специальным знаком – *литерой документации (П, Э, Т, О, А, Б, И)*. Степень проработанности конструкторской документации зависит от того, на каком этапе она разработана. *Литера документации* позволяет установить, на каком этапе разработки *продукции* разработана данная документация. Это обстоятельство является важным при разработке *продукции*, осуществляемой несколькими смежными организациями, и используется для определения возможности взаимного применения конструкторской документации, выпускаемой этими организациями. На конкретном этапе разработки применяется документация, разработанная смежными организациями на этом же или на более поздних этапах разработки.

Для поддержания в актуальном состоянии комплекта проектно-конструкторской документации на *продукцию*, разрабатываемую несколькими организациями, и исключения использования устаревших версий документов вводят классификацию документов в зависимости от способа внесения изменений⁹ в эти документы, различая:

- оригиналы;
- подлинники;
- дубликаты;
- копии.

Оригинал - документ, выполненный на любом материале, предназначенный для изготовления по ним подлинников и заверенный разработчиком¹⁰. Подлинник документа выполняется на любом ма-

⁹ Под изменением понимается любое внесение в документ и/или удаление из него каких-либо данных без изменения общей части обозначения документа. Изменения вносят во все взаимосвязанные документы.

¹⁰ Если документ выполняется в электронной форме, то его *оригинал* подписывается аналогом собственноручной подписи - электронной цифровой подписью (ЭЦП) разработчика.

териале, позволяющем многократное воспроизведение с него *копий*. *Подлинники* оформляются подлинными установленными подписями¹¹. Допускается в качестве *подлинника* использовать *оригинал*, фотокопию или типографский экземпляр документа, если эти документы завизированы подлинными установленными подписями лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль. *Контрольная копия* оформляется подписями лиц, изготавливающих эту *контрольную копию* и контролирующих ее на полное совпадение с *подлинником*. *Контрольная копия* предназначена для снятия с нее *дубликатов* и *копий*.

Дубликат документа представляет собой *копию подлинника*, обеспечивающую идентичность воспроизведения этого *подлинника*. *Дубликат* выполняется на любом материале, позволяющем снятие с него *копий*, и визируется подлинными подписями лиц, изготавливающих и контролирующих *дубликат* документа на полное соответствие *подлиннику*. *Дубликаты* должны быть учтены организациями - держателями *подлинников*. *Дубликат* может быть изготовлен с *подлинника*, *контрольной копии* организации – держателя *подлинников* или с *учтенных копий* в организации - держателе *учтенных копий* по согласованию с организацией - держателем *подлинников*. (*Учтенная копия* – *копия*, взятая на учет в организации – держателе *подлинника* или *дубликата* документа с целью организации внесения в нее возможных изменений). Конструкторские документы, держателями *подлинников* которых являются другие организации, могут применяться только при наличии *учтенных копий* или *дубликатов* этих документов.

Копии – документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с *подлинником* (*дубликатом*), оформленные подписями лиц, изготавливающих и контролирующих эти *копии* документов на полное соответствие *подлиннику* (*дубликату*) и предна-

¹¹ Подпись является *реквизитом* документа, то есть элементом оформления документа, содержащим сведения о нем. *Реквизит* документа может состоять из *атрибутов* – идентифицированных (именованных) характеристик. Например, *реквизит* «Сведения о визировании документа» может содержать *атрибуты* «Подпись должностного лица», «Расшифровка подписи», «Резолюция», «Дата визирования». Документ считается оформленным, если в нем указаны необходимые реквизиты и атрибуты, определенные правилами документирования.

значенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте продукции.

Имеющиеся в организации *подлинники, дубликаты и копии* конструкторских документов подлежат учету и хранению в специальных бюро (группах) в отделе технической документации (ОТД) или в бюро технической документации (БТД). Информация по учету и хранению *подлинников* вносится в специальный штамп на документе, который имеет вид:

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

Установленный порядок учета конструкторской документации, внесения в нее изменений и ее обращения определяет, какая организация имеет право вносить изменения в *подлинник* документа и каким образом эти изменения своевременно становятся доступными другим заинтересованным организациям. Этот порядок позволяет поддерживать документацию в актуальном состоянии. Согласно установленному порядку, при внесении изменений в *подлинники* документов организация - держатель *подлинников* выпускает извещение об изменении подлинника и высылает организациям – держателям *дубликатов* и *учтенных копий* копии извещения об изменении подлинника документа. *Подлинники, дубликаты и копии извещений об изменении* имеет право выпускать только организация – держатель *подлинников*; *копии извещений об изменении* имеет также право выпускать организация – держатель *дубликата*.

Изменения в *контрольные копии* вносятся по правилам, установленным для *подлинников*. Внесение изменений в *копии* и *дубликаты* документов производят организации – держатели указанных *копий* и *дубликатов* изменяемых документов. Изменения в *копии* документов вносят заменой *копий* новыми, изготовленными с *контрольных копий* или *дубликатов*, в которые внесены изменения в соответствии с извещением об изменении подлинника. Внесение изменений в неучтенные *копии*, переданные организациям, использующим документацию, может производиться на основании бюллетеня об изменении, выпускать который имеет право организация – держатель *подлинников*.

Сведения об изменениях вносят в таблицу листа регистрации изменений, который ведется по следующей форме:

Лист регистрации изменений									
Номера листов (страниц)					Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
Изм.	Измененных	Замени- нен- ных	Новых	Аннули- рованных					

Для упорядочивания учета и обращения документов на них представляются отметки (штампы), например:

- ИНВ. № ..., ЭКЗ. № ..., 20...г. - на *копиях* документов;
- КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР - на *контрольных копиях* документов;
- ОБ ИЗМЕНЕНИИ НЕ СООБЩАЕТСЯ - на *копиях* документов разовой выдачи без высылки в дальнейшем абонентам *извещений об изменении подлинников* этих документов;
- ПРИ НОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ НЕ ПРИМЕНЯТЬ, ВЗАМЕН ПРИМЕНЯТЬ... - ставят на основании соответствующих *извещений об изменении подлинника на подлинниках, дубликатах и копиях* документов, которые нельзя использовать во вновь разрабатываемой продукции.

При оформлении документации на разрабатываемую продукцию часто используются определенные слова и словосочетания, имеющие общепринятые значения. Для обозначения обязательности требований применяются слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них. Словосочетание «как правило» означает, что данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано. Слово «допускается» означает, что данное решение применяется в виде исключения, как вынужденное (вследствие стесненных условий, ограниченных ресурсов необходимого оборудования, материалов и пр.). Слово «рекомендуется» означает, что данное решение является одним из лучших, но необязательным. Слово «может» означает, что данное решение является правомерным. Словосочетания «вновь разработанный», «вновь создаваемый» означают, что для создания и производства данного вида продукции требуется разработка проектной, конструкторской, технологической и эксплуатационной документации. Словосочетание «в установленном порядке» означает, что существует предусмотренный порядок, установленный (регламентированный) в соответствующей *нормативно-технической документации*. Например, употребление словосочетания «разработанная, согласованная и утвержденная в установленном порядке документация» означает, что в каждом рассматриваемом случае существует установленный в *нормативных документах* или согласованный с заказчиком порядок,

определяющий содержание, а возможно, и форму исполнения этой документации. Словосочетание «*нормированное значение величины*» означает, что в *нормативной документации* установлено указанное значение величины или определены ограничения на ее допустимые значения.

ГЛАВА 1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

§1.1. Управление и регулирование в области использования атомной энергии

Объекты использования атомной энергии. На уровне федерального законодательства установлены следующие объекты использования атомной энергии:

- ядерные установки – сооружения и комплексы с ядерными реакторами, в том числе *атомные станции (АС)*¹², суда и другие плавсредства, космические и летательные аппараты, другие транспортные и транспортабельные средства; сооружения и комплексы с промышленными, экспериментальными и исследовательскими ядерными реакторами, критическими и подкритическими ядерными стендами; сооружения, комплексы, полигоны, установки и устройства с ядерными зарядами для использования в мирных целях; другие содержащие *ядерные материалы* сооружения, комплексы, установки для производства, использования, переработки, транспортирования ядерного топлива и *ядерных материалов*;
- радиационные источники – не относящиеся к ядерным установкам комплексы, установки, аппараты, оборудование и изделия, в которых содержатся *радиоактивные вещества* или генерируется ионизирующее излучение;
- пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилища радиоактивных отходов – не относящиеся к ядерным установкам и радиационным источникам стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения *ядерных материалов* и *радиоактивных веществ*, хранения или захоронения *радиоактивных отходов*;
- ядерные материалы – материалы, содержащие или способные воспроизвести делящиеся (расщепляющиеся) ядерные вещества;
- радиоактивные вещества – не относящиеся к ядерным ма-

¹² Понятие «*атомные электростанции (АЭС)*» входит в более широкое понятие «*атомные станции (АС)*», под которыми понимаются также «*атомные станции теплоснабжения (АСТ)*», «*атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ)*» и пр.

материалам вещества, испускающие ионизирующее излучение;
- радиоактивные отходы – ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается.

Осуществление деятельности в области использования атомной энергии основано на принципах обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Например, основные принципы обеспечения радиационной безопасности следующие:

- принцип нормирования – не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего облучения;
- принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением.

Для осуществления государственной политики в области использования атомной энергии в законодательном порядке установлены права и обязанности органов государственной власти и органов власти субъектов Российской Федерации, а также установлены полномочия и ответственность организаций, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии.

Рассмотрим подробнее, как реализуются наиболее важные функции, необходимые для осуществления деятельности в области использования атомной энергии:

- функция управления деятельностью в области использования атомной энергии;
- функция собственно осуществления этой деятельности;
- функция регулирования этой деятельности.

Управление деятельностью в области использования атомной энергии. На первом этапе развития отечественной атомной промышленности, включая атомную электроэнергетику, государственное управление деятельностью в области использования атомной энергии осуществляло отраслевое ведущее министерство (Министерство среднего машиностроения СССР), на которое Советом Министров СССР было возложено, в частности, осуществление единой технической политики в области использования атомной энергии. Среди подведомственных ему предприятий

Министерство назначало головные (ведущие) предприятия, ответственные за выработку и проведение единой технической политики, выполнение важнейших работ и координацию работ в отдельных областях деятельности, закрепленных за Министерством. Головные предприятия были ответственны также за перспективное планирование работ, методическое руководство и осуществление контроля за базовыми предприятиями. (Базовые предприятия назначались для обеспечения единства в определенной подотрасли при проведении исследований, разработок, испытаний, производства и эксплуатации закрепленных за ними групп продукции или видов деятельности). Головные предприятия-разработчики (научно-исследовательские институты и конструкторские бюро) выполняли научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы и координировали работу предприятий-соисполнителей. Головные предприятия-изготовители участвовали в разработке проектной и конструкторской документации и совместно с предприятиями-соисполнителями работ обеспечивали освоение новой продукции в планируемых объемах.

Заказчиками работ и их исполнителями (подрядчиками) являлись министерства или подведомственные им предприятия.

На втором этапе развития отечественной атомной промышленности и энергетики резкий рост внедрения объектов атомной энергетики в народное хозяйство обусловил необходимость изменений в структуре управления отраслью: при сохранении государственного управления отраслью производились структурные преобразования на уровне Министерств и подведомственных им управленческих структур.

В настоящее время органы государственной власти – Президент Российской Федерации, Федеральное собрание Российской Федерации, Правительство Российской Федерации – осуществляют государственные властные полномочия в области использования атомной энергии следующим образом.

Президент Российской Федерации определяет основные направления государственной политики в области использования атомной энергии и принимает решения по вопросам безопасности при использовании атомной энергии.

Федеральное Собрание Российской Федерации принимает федеральные законы в области использования атомной энергии и утверждает федеральные целевые программы в области использования атомной энергии. Правительство Российской Федерации издает на основании и во исполнение Конституции Российской Федерации, федеральных законов, указов Президента Российской Федерации постановления и распоряжения в области использования атомной энергии; организует разработку и выполнение федеральных целе-

вых программ; в соответствии с законодательством определяет функции, порядок деятельности, права и обязанности органов управления использованием атомной энергии и органов государственного регулирования безопасности; принимает решения о проектировании, сооружении, эксплуатации, выводе из эксплуатации *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения*.

Государственное управление использованием атомной энергии осуществляют специально уполномоченные на то Президентом Российской Федерации или по его поручению Правительством Российской Федерации федеральные органы исполнительной власти¹³.

Осуществлять государственное управление использованием атомной энергии уполномочен федеральный орган государственного управления в области использования атомной энергии (ФОГУ)¹⁴.

ФОГУ, в частности, уполномочен:

- проводить государственную научно-техническую, инвестиционную и структурную политику;
- организовывать и координировать работы по разработке и реализации мер по обеспечению безопасности при использовании атомной энергии на предприятиях и в организациях ядерного комплекса;
- управлять в пределах своей компетенции деятельностью предприятий и организаций ядерного комплекса;
- организовывать совместно с другими федеральными органами исполнительной власти разработку *федеральных* и отраслевых *норм и правил* в области использования атомной энергии, обязательных для использования предприятиями ядерного комплекса;
- участвовать в организации и проведении работ по сертификации оборудования, изделий и технологий для *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения*¹⁵;

¹³ Органы государственной власти субъектов Российской Федерации также наделены полномочиями, в частности, совместно с органами государственной власти Российской Федерации проводить государственную экологическую экспертизу проектных и иных документов, на основании которой принимаются решения о размещении и сооружении ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения.

¹⁴ В настоящее время – Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

- участвовать совместно с другими федеральными органами исполнительной власти в выдаче в установленном порядке лицензий предприятиям и организациям ядерного комплекса на осуществление *видов деятельности* в области использования атомной энергии;
- назначать руководителей организаций, ответственных за разработку проектов ядерных установок и пунктов хранения¹⁶.

Эксплуатирующая организация. Сложившаяся в СССР общегосударственная система управления в области атомной электроэнергетики характеризовалась централизованным принципом хозяйственного ведения. Порядок взаимодействия и ответственность хозяйствующих субъектов в рамках их функциональных обязанностей определялась ведомственными положениями.

Развитие отечественной атомной энергетики на третьем этапе происходит в условиях рыночной экономики. В деятельности по использованию атомной энергии участвуют организации различной формы собственности. Продолжающееся развитие рыночных механизмов хозяйствования сказывается на существующем порядке разработки продукции для атомной энергетики.

В настоящее время по виду деятельности в области использования атомной энергии различают два типа организаций – *эксплуатирующие организации* и *организации, выполняющие работы и предоставляющие услуги* в области использования атомной энергии.

Эксплуатирующая организация – организация, созданная в соответствии с законодательством Российской Федерации и признанная в установленном порядке пригодной эксплуатировать объекты использования атомной энергии, например, *атомные станции (АС)*, и осуществлять собственными силами или с привлечением других организаций деятельность по размещению, проектированию, сооружению, эксплуатации и выводу из эксплуатации *АС*, а также деятель-

¹⁵ Участие *ФОГУ* в сертификации оборудования, изделий и технологий, в выдаче лицензий, в разработке норм и правил тесно связано с деятельностью рассмотренного ниже *федерального органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии (ФОГРБ)*.

¹⁶ Объемы проектирования реакторной установки и энергоблока *АС* в целом определяются специальной разделительной ведомостью.

ность по обращению с ядерными материалами и радиоактивными веществами¹⁷.

ФОГУ назначает руководство эксплуатирующих организаций. В случае неспособности эксплуатирующей организации обеспечить безопасность до создания новой эксплуатирующей организации ответственность за обеспечение безопасности несет ФОГУ¹⁸.

К основным задачам (полномочиям) эксплуатирующей организации относятся, в частности: строительство и эксплуатация АС; контроль безопасности при использовании АС; обеспечение разработки нормативно-технической документации и научно-технической поддержки АС; проведение модернизации и реконструкции АС. Эксплуатирующая организация обеспечивает организацию и координацию разработки и выполнения программ обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла ядерной установки – ее создания, эксплуатации и вывода из эксплуатации.

Эксплуатирующие организации в соответствии с законодательством несут гражданскую и уголовную ответственность за результаты хозяйственной деятельности по использованию атомной энергии и прежде всего за безопасность объектов использования атомной энергии.

Привлекая иные организации для выполнения работ и оказания услуг (разработок, научной поддержки и пр.), эксплуатирующая организация сохраняет за собой всю полноту ответственности за принятие решений по безопасности ядерных установок, радиоактивных источников и пунктов хранения, а также по надлежащему обращению с ядерными материалами и радиоактивными веществами. Организации, выполняющие работы и предоставляющие услуги (осуществляющие научные исследования и изыскания, проектирование, сооружение и вывод из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения, конструирование и изготовление для них оборудования и т.д.), обеспечивают выполнение работ и предоставление услуг в таком объеме и такого качества,

¹⁷ В настоящее время организацией, эксплуатирующей атомные станции, является эксплуатирующая организация – ОАО "Концерн «Энергоатом»".

¹⁸ В настоящее время атомные станции являются филиалами эксплуатирующей организации.

которые отвечают нормам и правилам в области использования атомной энергии и несут ответственность за качество выполненных работ и предоставленных услуг в течение всего проектного срока службы *ядерной установки, радиационного источника и пункта хранения* или изготовленного для них оборудования. Оборудование, изделия и технологии для *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения* подлежат обязательной сертификации в установленном порядке.

На право осуществлять установленные в законном порядке *виды деятельности* в области использования атомной энергии *эксплуатирующая организация и организации, выполняющие работы и предоставляющие услуги*, должны иметь разрешения (лицензии) *федерального органа государственного регулирования безопасности (ФОГРБ)*.

Регулирование деятельности в области использования атомной энергии [241]. На первом этапе развития атомной энергетики государственный надзор за ядерной безопасностью осуществлялся в виде ведомственного авторского надзора. Например, надзор за ядерной безопасностью пущенной в 1963 году Белоярской АЭС осуществлялся Физико-энергетическим институтом им. А.И. Лейпунского. Надзор за ядерной безопасностью пущенной в 1964 году Нововоронежской АЭС осуществлялся Институтом атомной энергии им. И.В. Курчатова.

Функции надзора за ядерной безопасностью в атомной промышленности, а также надзора за ядерной безопасностью при проектировании, сооружении и эксплуатации ядерных установок, в том числе атомных станций, были возложены на Министерство среднего машиностроения СССР (Государственную инспекцию по ядерной безопасности СССР и Государственную контрольно-приемочную инспекцию). Контроль за радиационной безопасностью при проектировании, строительстве и эксплуатации атомных станций осуществлялся 3-им Главным управлением при Минздраве СССР. Надзор за выполнением правил и требований Госгортехнадзора СССР по эксплуатации сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды, а также за выполнением правил по эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов (кранов, лифтов и т.п.) осуществлялся Центральной инспекцией котлонадзора и газового надзора Министерства среднего машиностроения СССР.

На втором этапе развития атомной энергетики увеличение количества эксплуатируемых энергоблоков обусловило необходимость создания специальной надзорной организации, и в 1983 году был создан Государственный комитет СССР по надзору за безопасным ведением работ в атомной

энергетике - Госатомэнергонадзор (ГАЭН). При образовании российских органов государственного управления в 1991 году был образован Госатомнадзор РСФСР, в компетенцию которого входили задачи по надзору за ядерной и радиационной безопасностью на всех объектах использования атомной энергии, кроме задач по надзору за деятельностью, связанной с ядерным оружием и с ядерными энергетическими установками военного назначения.

В настоящее время в установленном порядке регулирование технических аспектов ядерной и радиационной безопасности (а также технической безопасности) в области использования атомной энергии уполномочены осуществлять федеральные органы государственного регулирования безопасности (ФОГРБ)¹⁹.

Основные задачи осуществляемого ФОГРБ регулирования ядерной и радиационной безопасности следующие:

- организация и осуществление надзора за безопасностью при производстве и использовании атомной энергии, *ядерных материалов и радиоактивных веществ*;
- организация разработки, разработка, утверждение и введение в действие *федеральных норм и правил* в области использования атомной энергии, устанавливающих требования к безопасному использованию атомной энергии;
- осуществление лицензирования деятельности в области использования атомной энергии и надзора за соблюдением норм, правил и условий выдачи лицензий.

ФОГРБ осуществляет следующие основные функции (полномочия):

- осуществляет надзор за соблюдением требований норм и правил в части обеспечения ядерной и радиационной безопасности;
- определяет порядок проведения и осуществляет экспертизу и оценку безопасности *ядерных установок, радиационных*

¹⁹ В настоящее время – Министерство природных ресурсов и экологии РФ, в ведении которого находится Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Организационно ФОГРБ независим от ФОГУ и других органов государственного управления, а с другими *федеральными органами государственного регулирования безопасности*, которые участвуют в пределах своей компетенции в регулировании безопасности (ядерной, радиационной, технической, пожарной, санитарно-эпидемиологической, экологической и т.д.) имеет соглашения о разграничении полномочий.

источников и пунктов хранения;

- осуществляет надзор за выполнением требований, связанных с обеспечением ядерной и радиационной безопасности при изготовлении, хранении, монтаже, эксплуатации и выводе из эксплуатации оборудования и систем *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения;*

- разрабатывает, утверждает, вводит в действие в установленном порядке *федеральные нормы и правила*, регулирующие ядерную и радиационную безопасность в области использования атомной энергии, и определяет порядок их применения;

- рассматривает возможность применения нормативных документов (например, общепромышленных стандартов, строительных норм и правил и т.д.), не относящихся к *федеральным нормам и правилам* в области использования атомной энергии, если использование таких документов влияет на обеспечение ядерной и радиационной безопасности, а также подтверждает обоснованность применения этих документов при лицензировании;

- принимает решение о выдаче и выдает в установленном порядке *эксплуатирующим организациям*, а также *организациям, выполняющим работы и предоставляющим услуги* в области использования атомной энергии, лицензии на право осуществления деятельности по размещению, проектированию, сооружению, эксплуатации и выводу из эксплуатации *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения*; осуществляет надзор за выполнением условий действия выданных им лицензий на право ведения работ в области использования атомной энергии;

- принимает решения о выдаче и выдает в установленном порядке работникам объектов использования атомной энергии разрешения на право ведения работ в области использования атомной энергии;

- осуществляет аттестацию и верификацию вычислительных программ, определяющих влияющие на безопасность параметры для *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения;*

- принимает участие в организации и проведении работ по сертификации оборудования, изделий и технологий для

ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения;

- предоставляет информацию федеральным органам власти о состоянии ядерной и радиационной безопасности *ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения.*

Надзор за ядерной и радиационной безопасностью (наряду с разработкой нормативно-правовой базы и выдачей лицензий) является составной частью государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии. *ФОГРБ* в соответствии с законодательством наделены полномочиями осуществлять надзор, в частности, за:

- соблюдением *федеральных норм и правил* в области использования атомной энергии, за условиями действия лицензий на право осуществления установленных видов деятельности в области использования атомной энергии;

- за ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасностью;

- за физической защитой *ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения, ядерных материалов и радиоактивных веществ;*

- за системами единого государственного учета и контроля *ядерных материалов, радиоактивных веществ, радиоактивных отходов.*

Государственный надзор за безопасностью при использовании атомной энергии осуществляется путем:

- получения и анализа информации по вопросам обеспечения безопасности от органов и *организаций, выполняющих работы и оказывающих услуги* в области использования атомной энергии, в частности, о состоянии безопасности объектов использования атомной энергии;

- проведения территориальными органами *ФОГРБ* инспекций (плановых, внеплановых комплексных, целевых и оперативных инспекций);

- применения установленных законодательством санкций в случае нарушения требований к обеспечению безопасности при использовании атомной энергии.

При инспекциях производится:

- проверка соответствия документации на систему или оборудование (соответствия параметров, характеристик, показателей надежности), а также соответствия качества выполненных работ установленным требованиям;
- проведение осмотров системы или оборудования, выполнение измерений и других контрольных операций;
- контроль проведения испытаний и опробований систем и оборудования.

Кроме осуществления функции надзора, как было отмечено выше, *ФОГРБ* разрабатывает, пересматривает, утверждает, вводит в действие нормативные документы. В систему нормативных документов, разрабатываемых *ФОГРБ*, входят:

- *федеральные нормы и правила*;
- *руководства по безопасности*;
- *руководящие документы*.

Федеральные нормы и правила разрабатываются в виде *общих положений, норм и правил*. Общие положения являются документами концептуального уровня, в которых устанавливают принципы, критерии и общие требования ядерной и радиационной безопасности. К этим документам относятся общие положения обеспечения безопасности, разработанные для каждого типа объектов использования атомной энергии, например, *ОПБ АС*²⁰. Собственно *нормы и правила* являются документами регламентирующего уровня, в которых устанавливаются технологические и организационные требования, обеспечивающие реализацию определенных на концептуальном уровне принципов и критериев. Нормами регламентируются предельные, допустимые значения физических величин, влияющих на безопасность, и условия, при которых эти значения достигаются, а также вычислительные методы, служащие для определения этих значений. Правила устанавливают требования к выполнению определенного вида работ и/или требования к системам и элементам,

²⁰ Впервые *ОПБ АС* разработаны в 1973 году. В 1998 году разработана и введена в действие 4 редакция *ОПБ (ОПБ АС-88/97)*. В §1.3 пособия содержание *ОПБ АС* рассмотрено более подробно.

важным для безопасности. В *федеральных нормах и правилах* не приводятся конкретных технических решений, которые необходимо использовать для обеспечения безопасности. Ответственность за выбор конкретных решений несет эксплуатирующая организация.

Среди документов регламентирующего уровня выделяют группы документов, относящихся соответственно к:

1. Выбору площадки;
2. Проектированию;
 - 2.1. Системам нормальной эксплуатации;
 - 2.2 Системам безопасности;
 - 2.3. Элементом;
3. Строительству;
4. Вводу в эксплуатацию, эксплуатации и выводу из эксплуатации;
5. Аварийной готовности;
6. Обоснованию безопасности;
7. Обеспечению качества.

Последние две группы документов, относящиеся к «Обоснованию безопасности» и «Обеспечению качества», относятся ко всем стадиям жизненного цикла объектов использования атомной энергии.

Группа документов, относящихся к «Проектированию», включает документы, относящиеся как к системному проектированию, так и к проектированию элементов, то есть к конструированию трубопроводов, оборудования, приборов и т.п. К этой группе относится один из наиболее важных документов системного проектирования – правила ядерной безопасности (ПБЯ)²¹. В ПБЯ устанавливаются требования к конструкции устройств, содержащих *ядерные материалы*, правила обращения с ними с целью предотвращения самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР) и недопустимых повреждений этих материалов. ПБЯ были разработаны ранее ОПБ и первоначально содержали требования по предотвращению СЦР при применении делящихся материалов. В дальнейшем ПБЯ были дополнены требованиями по удержанию радиоактивных продуктов деления в твэле, в частности, требованиями по допустимому уровню температуры ядерного топлива, что, в свою очередь, обусловило введение в них требований по условиям охлаждения этого топлива.

²¹ Для АС в настоящее время действует ПБЯ РУ АС-2007.

В группу документов, относящихся к «Обоснованию безопасности», входят документы, устанавливающие требования к содержанию *отчетов по обоснованию безопасности (ООБ)*, которые разрабатываются заявителем и предоставляются в *ФОГРБ* в комплекте документов, обосновывающих заявку на получение лицензии *ФОГРБ* на деятельность, осуществление которой без лицензии запрещено.

В выпускаемых *ФОГРБ* руководствах по безопасности содержатся приемлемые для *ФОГРБ* способы и методы выполнения требований *федеральных норм и правил*. Если в документах на получение лицензии, подаваемых заявителем (например, *эксплуатирующей организацией*) в *ФОГРБ*, применяются иные способы и методы, чем те, которые указаны в *руководстве по безопасности*, то заявитель должен представить обоснование правильности выбранных способов и методов выполнения требований *федеральных норм и правил*. *ФОГРБ* может сделать обязательным выполнение *руководства по безопасности* или его отдельных положений путем включения этих положений в условия действия лицензии.

Выпускаемые *ФОГРБ* руководящие документы подразделяются на следующие виды:

- *положения*;
- *инструкции*;
- *методические указания*;
- *типовые документы*.

В положениях определяется общая организация действий в каждой из основных сфер деятельности *ФОГРБ* (надзорной, лицензионной, кадровой, финансовой и пр.). В инструкциях детализируется определенная *положением* общая организация действий применительно к конкретному направлению работы в пределах какой-либо сферы деятельности *ФОГРБ*. В методических указаниях регламентируется организация действий по специальным или частным вопросам конкретного направления работы в пределах какой-либо основной сферы деятельности. В типовых документах устанавливаются типичные для конкретного направления работы требования к структуре, объему и содержанию мероприятий, подлежащих выполнению и являющихся, как правило, основой для составления аналогичных рабочих документов, учитывающих фактические условия и специфику проводимых на местах работ.

Государственное регулирование в области метрологии. Государственное регулирование деятельности по обеспечению единства измерений²² включает в себя выработку государственной политики и нормативно-правовое регулирование в области обеспечения единства измерений, а также государственный метрологический надзор и осуществляется в следующих формах:

- утверждение типа средств измерений;
- поверка средств измерений;
- обязательная метрологическая экспертиза (в том числе проектной, конструкторской, технологической документации);
- аттестация методик (методов) выполнения измерений;
- аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в целях официального признания их компетентности выполнять работы и оказывать услуги в области единства измерений;
- государственный метрологический надзор.

Контролирующая деятельность в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений - *государственный метрологический контроль надзор – ГМН*) осуществляет выступающий в данном случае в роли *ФОГРБ уполномоченный федеральный орган исполнительной власти - федеральный орган государственного метрологического надзора*²³ - *ФОГМН*.

Государственный метрологический надзор включает:

- систематическую проверку соблюдения обязательных требований в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений к измерениям²⁴, средствам измере-

²² Единство измерений – состояние измерений, при которых их результаты выражены в допустимых к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

²³ В настоящее время – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование).

²⁴ Определение измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, установление к ним обязательных метрологических требований производится по согласованию с *ФОГМН* федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими нормативно-правовое регулирование в соответствующих областях деятельности.

ний, относящимся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, при выпуске из производства, продаже и применении на территории Российской Федерации этих средств измерений;

- проверку наличия и соблюдения аттестованных методик (методов) измерений;
- применение установленных законодательством Российской Федерации мер за нарушения, выявленные во время надзорных действий.

В ведении *ФОГМН* находятся государственные научные метрологические институты и государственные региональные центры метрологии, которые проводят работы и оказывает для юридических и физических лиц услуги, в частности:

- испытание для последующего утверждения типа средств измерений;
- поверка средств измерений;
- аттестация методик выполнения измерений;
- метрологическая экспертиза нормативных документов, включающая анализ и оценку правильности установления и соблюдения метрологических требований²⁵;
- аккредитация метрологических служб.

При выполнении работ в сферах, подлежащих *ГМН*, федеральные органы исполнительной власти, ответственные за выполнение этих работ, создают метрологические службы. Метрологические службы могут создавать калибровочные лаборатории, которые осуществляют калибровку средств измерений для собственных нужд или сторонних лиц. Для такого вида деятельности калибровочные лаборатории должны быть аккредитованными на техническую компетентность в осуществлении конкретной деятельности в области обеспечения единства и требуемой точности измерений. В качестве аккредитующих органов могут выступать органы *ФОГМН*.

§1.2. Формы регулирования в области атомной энергетики

²⁵ Под метрологическими требованиями понимаются требования к влияющим на результат и показатели точности измерений характеристикам (параметрам) измерений, средств измерений, а также к условиям, при которых эти характеристики (параметры) должны быть обеспечены. Обязательные метрологические требования установлены правовыми актами Российской Федерации и обязательны для соблюдения на всей ее территории.

Понятие о системе качества и программе обеспечения качества. Понятие *качество* разрабатываемой продукции может быть определено через совокупность требований заказчика к этой продукции. *Качество продукции* – это совокупность характеристик продукции, придающая ей способность удовлетворять установленным требованиям заказчика [244]. С другой стороны, *качество* уже созданной продукции характеризует возможности разработчика (изготовителя) этой продукции.

Рассмотрим методы выполнения требований, предъявляемых к продукции. Первый метод заключается в контроле и определении путем измерений, проверок и т.п. соответствия установленным требованиям свойств и характеристик уже разработанной и изготовленной продукции. Недостатком этого метода *контроля качества продукции* является то, что контроль готовой продукции не оказывает влияния на *качество* продукции в процессе ее разработки и производства, а лишь снижает долю попадающей к заказчику продукции, которая не соответствует установленным требованиям.

Второй метод определения соответствия свойств продукции установленным требованиям заключается в *управлении качеством*, то есть в оперативном контроле и корректирующих действиях²⁶ во время самого процесса создания продукции. Причем корректировки могут быть внесены в тот момент, когда с помощью контроля удастся выявить лишь предпосылки возникновения тенденций, могущих привести к ухудшению *качества* создаваемой продукции. При *управлении качеством* ответственность за обнаружение ухудшений *качества* больше лежит на контролере, а не на исполнителе работы. В этом случае обеспечение достаточной уверенности в том, что продукция удовлетворяет всем требованиям по *качеству* возможно при увеличении количества контролеров, что, в свою очередь, приводит к удорожанию самой продукции.

Третий способ контроля соответствия свойств продукции установленным требованиям состоит в переносе основных функций контроля *качества* непосредственно на каждого исполнителя конкретной работы. Система мероприятий, обеспечивающая такой по-

²⁶ Корректирующее действие – действие, предпринятое для устранения причины обнаруженного несоответствия или другой нежелательной ситуации. Корректирующие действия предпринимаются для предотвращения повторного возникновения несоответствия.

рядок работы, называется *системой качества* (или *системой обеспечения качества*), которая включает в себя *контроль качества и управление качеством*.

Система качества предназначена в большей степени для удовлетворения внутренних потребностей управления производством и повышения конкурентоспособности продукции. Она шире, чем требования определенного заказчика, который оценивает только ту часть *системы качества*, которая относится к этим требованиям. (Для удовлетворения требований заказчика к качеству выполняемой по его поручению работы разрабатывается *программа обеспечения качества*).

Требование к наличию у разработчика (или изготовителя) *системы качества* связано с оценкой возможностей этого разработчика внешними сторонами – заказчиком или органами *сертификации*. В области атомной энергетики это требование в большей мере подходит поставщикам общепромышленного оборудования. Для таких поставщиков наличие *системы качества* и *сертификата соответствия* продукции общепромышленным требованиям является достаточным для обеспечения *качества* этой *продукции*²⁷.

Требование о наличии у разработчика (или изготовителя) *системы качества* не является достаточным для разработчиков оборудования, важного для безопасности. В этом случае оборудование, изделия и технологии, относящиеся к установленной в нормативных перечнях номенклатуре, должны иметь *сертификаты соответствия* специальным требованиям, установленным для этого оборудования, изделий и технологий в специальной системе сертификации (Системе сертификации ОИТ), а организации, выполняющие работы по проектированию, конструированию, изготовлению этого оборудования и изделий, а также проводящие испытания, монтаж и пусконаладочные работы этого оборудования, должны иметь *лицензию* ФОГРБ на соответствующие *виды деятельности*.

Установленные требования к *системе качества* оговаривают лишь необходимые условия обеспечения *качества* при выполнении работ, но не способы его обеспечения. В соответствии со своими ресурсами, опытом, традициями каждая организация сама определя-

²⁷ Общие требования к *системе качества* приведены в международных стандартах ИСО.

ет, каким способом она будет реализовывать следующие положения:

- наличие самой *системы качества*;
- ответственность руководства;
- наличие системы качества;
- анализ договора (контракта) на выполнение работ;
- управление проектированием;
- управление документацией и данными;
- управление закупками;
- управление продукцией, поставляемой потребителям;
- идентификация и прослеживаемость продукции;
- управление процессами;
- наличие контроля и испытаний;
- управление контрольным, измерительным и испытательным оборудованием;
- определение статуса контроля и испытаний;
- управление продукцией, не соответствующей требованиям;
- наличие корректирующих и предупреждающих действий;
- управление погрузочно-разгрузочными работами, хранением, упаковкой, консервацией и поставкой;
- управление регистрацией данных о качестве;
- наличие внутренних проверок качества;
- наличие системы подготовки кадров;
- управление обслуживанием;
- использование статистических методов.

Большое значение в *системе качества* придается четкости формулирования требований к выполнению конкретной работы, разделению этой работы на отдельные операции и документальному сопровождению выполнения и контроля самих операций.

На практике для работоспособности *системы качества* необходимо, в частности, предусмотреть следующие требования²⁸:

- заранее определить и документально оформить требования к выполнению каждого вида работы в виде соответствующих необходимых процедур и инструкций;
- обеспечить знание этих требований лицами, выполняющими

²⁸ Требования к *системам качества* продукции не заменяют требований к *качеству* самой продукции и являются дополнением к ним, а не их альтернативой.

ми работу;

- обеспечить обучение методам выполнения работы;
- обеспечить проверку умений, навыков²⁹ персонала, необходимых для выполнения работы;
- обеспечить организационно-техническую поддержку деятельности персонала для соблюдения требований к выполняемой работе. Работа должна быть спланирована, исполнители снабжены необходимыми инструкциями, поверенными приборами и исправным оборудованием, что, в свою очередь, должно отражаться в соответствующей документации;
- определить способы контроля за соблюдением установленных требований в процессе и по окончании работы. Данные контроля должны документироваться;
- обеспечить документальную фиксацию любых несоответствий, обнаруженных в процессе работы;
- обеспечить разработку, утверждение, проверку и пересмотр документации по установленным правилам. Порядок обращения с документами должен исключать возможность применения недействительных версий (например, устаревших);
- на основании анализа записей об обнаруженных несоответствиях, по результатам проверок и пересмотров обеспечить разработку и реализацию корректирующих действий и предупреждающих мер.

В более развернутом виде эти мероприятия определяются в *программах обеспечения качества* выполнения конкретного вида деятельности. Обеспечение требуемого качества систем (элементов) АС и выполняемых работ является обязательной организационно-технической мерой по защите физических барьеров безопасности (см. §1.3 пособия). Поэтому для конкретных работ по созданию и эксплуатации АС разрабатываются программы обеспечения качества атомных станций (ПОКАС). Требования к наличию ПОКАС,

²⁹ Знания – отражение действительности в сознании человека в виде представлений, суждений, умозаключений, теорий. Умение – усвоенный способ сознательного выполнения действий (не только в привычных, но и изменяющихся условиях), опираясь на сформированные навыки и приобретенные знания, находя наиболее эффективное решение по использованию сформированных навыков. Навык – действие, достигшее автоматизма, характеризующееся отсутствием поэлементного осознания.

ее составу, содержанию и реализации установлены в федеральных нормах и правилах. Целью разработки и выполнения *ПОКАС* является подтверждение выполнения требований о том, что все работы по созданию и эксплуатации АС проводятся установленным образом по конкретизированным эксплуатирующей организацией процедурам, а их результаты удовлетворяют предъявленным к ним требованиям, сформулированным в нормативных документах, а также в *условиях действия лицензии*.

ПОКАС представляет собой документ (или комплект документов), устанавливающий совокупность организационных, технических и других мероприятий по обеспечению *качества*, направленных на реализацию установленных критериев и принципов обеспечения безопасности АС. В содержании *ПОКАС* отражаются следующие вопросы:

- политика в области обеспечения качества;
- организационно-правовая форма взаимоотношений эксплуатирующей организации и организаций, выполняющих работы и оказывающих услуги для эксплуатирующей организации;
- комплектование и подготовка работников (персонала);
- нормативные документы;
- управление документами;
- контроль проектирования;
- управление закупками оборудования, комплектующих, изделий³⁰, материалов, а также предоставляемыми услугами;
- контроль покупного оборудования, комплектующих, изде-

³⁰ Изделие – единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках. К изделиям допускается относить завершенные и незавершенные предметы производства, например, заготовки. Комплектующее изделие – доступное как коммерческий или патентованный продукт изделие, применяемое в соответствии со своими ТУ или ТЗ как составляющая часть изделия, выпускаемого предприятием-изготовителем. Материалы – полуфабрикаты или расходные материалы, используемые в процессе изготовления изделий, включая основные материалы, сварочные материалы, дефектоскопические материалы. Полуфабрикат – изделие предприятия-поставщика, подлежащее дополнительной обработке при сборке на предприятии-потребителе. Оборудование – совокупность изделий, механизмов, машин, устройств, приборов, объединенных определенной технологической схемой.

- лий³¹, материалов, а также предоставляемых услуг;
- производственная деятельность эксплуатирующей организации и организаций, выполняющих работы и оказывающих услуги;
 - инспекционный контроль;
 - контроль испытаний;
 - метрологическое обеспечение;
 - обеспечение качества программного обеспечения и расчетных методик;
 - обеспечение надежности,
 - контроль несоответствий;
 - корректирующие меры;
 - записи по качеству;
 - проверки (аудиты).

Объектами деятельности по обеспечению *качества* являются устройство и надежность систем (элементов), важных для безопасности, а также документация и различные виды работ, влияющих на обеспечение безопасности.

Эксплуатирующая организация разрабатывает общую *программу обеспечения качества* энергоблока АС или АС - *ПОКАС(О)*. *ПОКАС(О)* предназначена для организации и координации деятельности эксплуатирующей организации, АС и организаций, выполняющих работы и оказывающих услуги для эксплуатирующей организации. Кроме этого, эксплуатирующая организация и организации, выполняющие работы и оказывающие услуги, разрабатывают частные *программы обеспечения качества*. Частные программы *ПОКАС* эксплуатирующих организаций и организаций, выполняющих работы или оказывающих услуги для эксплуатирующей организации, предназначены для конкретного этапа жизненного цикла блока АС или АС. К частным программам относятся: *ПОКАС(П)* – программа обеспечения качества при проектировании энергоблока АС или АС, *ПОКАС(РУ)* – программа обеспечения качества при разработке реакторной установки для энергоблока АС или АС, *ПОКАС(Р)* – программа обеспечения качества при разработке оборудования, изделий и систем, важных для безопасности АС, а также *ПОКАС(ВП)*, *ПОКАС(С)*, *ПОКАС(ВЭ)*, *ПОКАС(Э)*, *ПОКАС(ВвЭ)* –

³¹ Покупное изделие – комплектующее изделие, получаемое предприятием в готовом виде и изготовленное по технологической документации предприятия-поставщика.

программы обеспечения качества при выборе площадки для размещения, при сооружении, при вводе в эксплуатацию, при эксплуатации (включая реконструкцию, модернизацию и перевооружение), при выводе из эксплуатации энергоблока АС или АС, соответственно.

Эксплуатирующая организация устанавливает требования к *ПОКАС* организаций, выполняющих для нее работы или предоставляющих ей услуги, обеспечивает организацию и координацию работ и выполнения *программ обеспечения качества* на всех этапах создания, эксплуатации и вывода из эксплуатации энергоблока АС или АС, осуществляет сбор и анализ информации о качестве выполненных работ и проводит проверки (аудиты) выполнения *ПОКАС*. Систематический и независимый анализ при аудите осуществляется с целью оценки эффективности *ПОКАС* (то есть с целью оценки достижения целей *ПОКАС*). Организации, выполняющие работы и предоставляющие услуги эксплуатирующей организации, на основе требований *ПОКАС(О)*, реализуемых через договорные отношения, устанавливают требования к *программам обеспечения качества* субподрядных организаций.

Понятие о государственном лицензировании деятельности в области атомной энергетики. Лицензирование деятельности в области использования атомной энергии введено в России с 1997 года. До этого в течение ряда лет существовала близкая к лицензированию разрешительная система, введенная после создания Госатомнадзора России. (До образования Госатомнадзора России разрешительные функции осуществлялись в форме ведомственного контроля и надзора за деятельностью в области использования атомной энергии, в частности в области атомной энергетики).

Государственное лицензирование – один из элементов государственного регулирования, при котором государство признает полезность заявленного *вида деятельности*, наличие у получателя *лицензии* возможностей для квалифицированного исполнения этого вида деятельности и устанавливает рамки и условия ее осуществления³². Цель лицензирования – контроль за осуществлением *видов деятельности*, предоставляющих особую потенциальную опасность

³² Положение о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии разработано в соответствии со ст. 26 Федерального Закона «Об использовании атомной энергии» и утверждено постановлением Правительства Российской Федерации 14.07.97 №865.

для жизни, здоровья и имущества граждан, интересов общества и государства, состояния окружающей среды.

Под лицензией (специальным разрешением) на право ведения определенного *вида деятельности* в области использования атомной энергии понимается документ, выданный государственным лицензирующим органом (ФОГРБ), подтверждающий право на осуществление этого *вида деятельности* при условии обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии и проводимых работ. В *лицензии* указываются обязательные требования и *условия действия лицензии (УДЛ)*, необходимые для обеспечения безопасности при ведении работ, а также срок действия лицензии. Условия действия лицензии содержат технические, организационные и научные мероприятия, которые необходимо выполнить в оговоренные сроки. В *УДЛ* могут быть приведены обязательные требования к ядерно и радиационно опасному объекту деятельности (установке, технологии, системе, оборудованию, приборам, аппаратуре и т.п.), которые устанавливает ФОГРБ при *экспертизе безопасности*.

Установлены следующие *виды деятельности* в области использования атомной энергии, которые должны удовлетворять обязательным требованиям федеральных норм и правил и для осуществления которых требуется получение *лицензий*:

- размещение, сооружение, эксплуатация и вывод из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;
- обращение с ядерными материалами и радиоактивными веществами, в том числе при разведке и добыче урановых руд, при производстве, использовании, переработке, транспортировании и хранении ядерных материалов и радиоактивных веществ;
- обращение с радиоактивными отходами при их хранении, переработке, транспортировании и захоронении;
- использование ядерных материалов и/или радиоактивных веществ при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- проектирование и конструирование ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;

- конструирование и изготовление оборудования для ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;
- проведение экспертизы проектной, конструкторской, технологической документации и документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов, а также обеспечение ядерной и радиационной безопасности при осуществлении деятельности по обращению с ядерными материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами.

Для получения *лицензии* заявитель направляет в ФОГРБ заявку и документацию (проектную, конструкторскую, технологическую, эксплуатационную), связанную с обеспечением ядерной и радиационной безопасности при строительстве и вводе в эксплуатацию, эксплуатации и снятии с эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов и производств, на которых предполагается осуществлять деятельность, регулируемую *лицензией*. Рассматривая представленные документы, ФОГРБ проводит *экспертизу безопасности* заявляемого *вида деятельности* и предлагаемых технических решений. Цель проводимой ФОГРБ *экспертизы безопасности* – выполнить независимую от заявителя оценку безопасности лицензируемого вида деятельности и/или предлагаемого технического решения и установить их соответствие правилам и нормам по ядерной и радиационной безопасности, руководящим документам ФОГРБ, *условиям действия лицензии*. По результатам *экспертизы безопасности* ФОГРБ готовит экспертное заключение по безопасности объекта. Экспертное заключение служит основанием для принятия ФОГРБ решения о выдаче или об отказе в выдаче *лицензии*.

Экспертное заключение выдается о том, что безопасность объекта признана удовлетворительной и его, например, эксплуатация возможна с учетом *условий действия лицензии*. В случае, если безопасность объекта признана не соответствующей *условиям действия лицензии*, эксплуатирующая организация принимает решение о выводе объекта из эксплуатации, либо решение о проведении модернизации объекта и продлении срока действия лицензии на эксплуатацию после проведения модернизации и испытаний.

При подготовке изменений технических решений объекта, влекущих за собой изменение *условий действия лицензии*, в ФОГРБ подается заявка на предлагаемое изменение технического решения.

При подготовке изменений проектной, конструкторской, технологической и эксплуатационной документации, влияющих на обеспечение ядерной и/или радиационной безопасности, но не влекущих за собой корректировки *условий действия лицензий*, владелец *лицензии* направляет в ФОГРБ предварительное уведомление о введении изменений, содержащее результаты анализа предполагаемых изменений и предлагаемые сроки их реализации. Принятие окончательного решения о том, влияет ли предлагаемое изменение на ядерную или радиационную безопасность является прерогативой ФОГРБ, который осуществляет надзор за организацией работ по реализации изменений, влияющих на ядерную и радиационную безопасность.

Понятие о сертификации. Само по себе наличие требований заказчика и учет исполнителем этих требований при создании продукции не является гарантией того, что продукция полностью соответствует установленным требованиям, поскольку при ее создании могут возникнуть обстоятельства, приводящие к отклонению характеристик и свойств продукции от этих самых установленных требований. Современная практика хозяйственных отношений привела к выработке определенного подхода к оценке способности исполнителя гарантировать выполнение им условий договора (контракта) и обеспечить требуемое качество продукции.

Для установления и документального подтверждения качества продукции применяются специальные процедуры оценки качества продукции. Для проверки соответствия реальных свойств продукции заявленным ее свойствам и подтверждения правильности ее функционирования используется процедура *валидации* продукции, под которой понимают подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования к функциональным и эксплуатационным свойствам продукции, предназначенным для конкретного ее использования или применения, выполнены.

Для определения соблюдения требований, предъявляемых к продукции, используется процедура *верификации* продукции, то есть подтверждение на основе представления объективных свидетельств³³ того, что установленные на предыдущем этапе разработки требования к продукции были выполнены.

³³ Свидетельствами могут, в частности, являться результаты альтернативных расчетов, сравнение технической документации по разрабатываемому проекту с аналогичной документацией по апробированному проекту, результаты испытаний и пр.

В рамках этих процедур существуют различные виды оценки качества продукции, например, аттестация программных средств, утверждение типа средства измерений, сертификация продукции, приемочные испытания продукции.

Заказчик продукции и ее разработчик могут провести оценку качества разработанной продукции путем организации комиссионных приемочных испытаний опытного (или головного) образца этой продукции на соответствие определенным требованиям (подробнее см. §2.5).

Другой вид оценки качества разработанной продукции – сертификация продукции представляет собой процедуру подтверждения соответствия продукции установленным требованиям, посредством которой признаваемая независимой от разработчика (поставщика) и заказчика (потребителя) компетентная третья сторона (лицо или орган) удостоверяет в письменной форме, что продукция соответствует этим требованиям. (Проведение процедуры сертификации и проведение приемочных испытаний могут быть совмещены).

Для осуществления процедуры сертификации создаются Системы сертификации. Для государственного контроля за соблюдением требований в различных областях использования продукции федеральными органами исполнительной власти могут быть созданы разные Системы сертификации.

Установлены две формы сертификации - обязательная и добровольная. Обязательной является сертификация продукции, требования к которой, согласно установленным правилам, подлежат государственному контролю. Например, обязательная сертификация продукции в рамках Системы сертификации продукции на соответствие ее стандартам ГОСТ Р направлена на обеспечение безопасности применения продукции путем ее сертификации на соответствие требованиям безопасности, которые регламентированы в государственных стандартах (ГОСТах). Система сертификации ГОСТ Р направлена, в первую очередь, на содействие потребителям в компетентном выборе продукции, а также на создание условий для деятельности предприятий на едином товарном рынке страны.

При обязательной сертификации подтверждением соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям является сертификат соответствия – документ, выдаваемый в соответствии с правилами конкретной Системы сертификации, подтверждающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция соответствует установленным в этой Системе сертификации требованиям.

При добровольной сертификации продукции подтверждение соответствия этой продукции установленным требованиям может проводиться посредством принятия изготовителем (поставщиком) декларации о соответ-

ствии, в которой изготовитель (поставщик) удостоверяет, что поставляемая им продукция соответствует установленным требованиям.

Одним из способов получения заказчиком подтверждения того, что продукция соответствует установленным требованиям, является его требование о наличии у производителя (или поставщика) *сертификата соответствия* продукции, выданного третьей стороной – органом по *сертификации*. (Со своей стороны, орган по *сертификации*, проверяя соответствие продукции установленным требованиям, может потребовать у производителя (или поставщика) предъявления наличия и демонстрации эффективности *системы качества* предприятия.)

Изготовитель (поставщик) обязан реализовывать продукцию только при наличии *сертификата соответствия* или *декларации о соответствии*, принятой в установленном порядке, обеспечивать соответствие реализуемой продукции требованиям нормативных документов, которым должна соответствовать продукция³⁴. Он обязан прекращать реализацию продукции, в частности, при истечении срока действия *сертификата соответствия*, *декларации о соответствии* или срока годности продукции, извещать орган по *сертификации* об изменениях, внесенных в технологическую документацию или технологический процесс создания продукции.

В законодательном порядке в Российской Федерации введена обязательная *сертификация оборудования, изделий и технологий (ОИТ)* для входящих в установленную номенклатуру ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения – *Система сертификации оборудования, изделий и технологий (ОИТ)* на соответствие этих *ОИТ* требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии. Основная цель *Системы сертификации ОИТ* – подтверждение соответствия характеристик (параметров) *ОИТ*, влияющих на безопасность объектов использования атомной энергии, установленным нормативным требованиям. Требования к *сертификации* в *Системе сертификации ОИТ* обязательны при заключении контрактов (договоров) на поставку *ОИТ*, если эти *ОИТ* включены в номенклатуру *ОИТ*, подлежащих обязательной *сертификации*.

³⁴ В условиях контрактов на импорт продукции, подлежащей обязательной *сертификации*, должно быть предусмотрено наличие *сертификата* и знака соответствия. Указанные *сертификаты* и знаки соответствия должны быть выданы или признаны уполномоченным на то российским федеральным органом исполнительной власти. Наряду с другими документами (грузовой таможенной декларацией и пр.) эти документы являются необходимыми для получения разрешения на ввоз подобной продукции.

Сертификация в *Системе сертификации ОИТ* осуществляется по выделенной *схеме сертификации ОИТ*, под которой понимают определенную совокупность действий, официально принимаемую в качестве доказательства соответствия *ОИТ* заданным требованиям. Приоритетными являются *схемы сертификации ОИТ*, когда испытания типовых образцов, взятых у разработчика, проводятся в аккредитованных испытательных лабораториях.

Для сложных видов продукции, окончательная сборка, наладка, испытания и доводка которых могут быть проведены только на месте их эксплуатации в составе конкретного объекта использования атомной энергии, а также для оборудования, выпускаемого малыми сериями или единичным способом, может предусматриваться участие экспертов по *сертификации* как в приемочных испытаниях, так и во вводе продукции в действие. В этом случае *сертификация* рассматривается как поэтапный процесс, который заканчивается выдачей *сертификата соответствия* на готовое оборудование, а также *лицензии* на применение знака соответствия. *Сертификат соответствия* свидетельствует о соответствии однотипной продукции, выпущенной данным производителем, всем требованиям нормативных документов, на соответствие которым проводилась *сертификация*. Знак соответствия проставляется на само оборудование, тару, упаковку и товаросопроводительную документацию. В *схеме сертификации* могут быть предусмотрены работы по *сертификации* производства³⁵, по *сертификации системы качества*, а также инспекционный контроль за сертифицированным оборудованием (в форме периодических и внеплановых проверок).

Для организации и координации работ в *Системе сертификации ОИТ* сформирован Центральный Орган по *сертификации*, техническое обеспечение деятельности которого обеспечивает рабочий Орган (или Органы) по *сертификации*, а также аккредитованные испытательные лаборатории (ИЛ) и сертификационные экспертные центры (СЭЦ).

В состав комплекта документов, которые подаются заявителем вместе с заявкой на *сертификацию*, входят:

- зарегистрированные копии нормативных документов, на соответствие которым осуществляется *сертификация*;
- протоколы испытаний, проведенных изготовителем (разработчи-

³⁵ Под *сертификацией* производства понимается официальное подтверждение органом по *сертификации* или другим специально уполномоченным органом наличия необходимых и достаточных условий производства данной продукции, обеспечивающих стабильность требований к ней, заданных в нормативных документах и контролируемых при *сертификации*. *Сертификация* производства, например, а соответствие требованиям стандартов ИСО может проводиться и при добровольной *сертификации*.

ком, поставщиком);

- информация о степени влияния сертифицируемой продукции на безопасность объекта использования атомной энергии;
- проектно-конструкторская документация на сертифицируемую продукцию.

Испытательные лаборатории, аккредитованные в установленном порядке и имеющие лицензию на проведение работ по обязательной *сертификации*, проводят испытания конкретных видов *ОИТ* и выдают протоколы испытаний для целей проведения *сертификации* Органами по сертификации. Испытательные лаборатории могут быть аккредитованы на техническую компетентность и независимость или только на техническую компетентность. (В последнем случае отчеты и протоколы испытаний подписывает также представитель Органа по сертификации или представитель Сертификационного экспертного центра.)

Основная задача Сертификационных экспертных центров – проведение экспертизы документации заявителя (изготовителя, продавца, исполнителя), переданных в Орган по *сертификации* вместе с заявкой на *сертификацию*, а также экспертиза материалов, предоставленных Испытательной лабораторией. Сертификационный экспертный центр готовит заключение и документы для выдачи Органом по *сертификации* *сертификатов соответствия* и *лицензий* на применение знаков соответствия.

Основные задачи Органов по *сертификации* – организация и проведение *сертификации ОИТ*, выдача *сертификатов соответствия* и *лицензий* (разрешений) на применение знаков соответствия, организация и проведение *сертификации систем качества* и производств, осуществление инспекционного контроля за сертифицируемыми *ОИТ*.

Деятельность по *сертификации* в *Системе сертификации ОИТ* отделена от работ по *аккредитации*. Под *аккредитацией* понимается процедура официального признания возможностей и полномочий Органа по сертификации, Сертификационного экспертного центра или Испытательной лаборатории осуществлять деятельность (проводить конкретные работы) в заявленной области *сертификации*, что подтверждается *аттестатом аккредитации*. *Аккредитация* на соответствие установленным требованиям и выдача *аттестата аккредитации* Органам по сертификации, Сертификационным экспертным центрам, Испытательным лабораториям проводится федеральными органами исполнительной власти. В комплект документов на *аккредитацию* входит лицензия ФОГРБ на право проведения работ в заявленной области *аккредитации*. Сведения об аккредитованном заявителе вносятся в Государственный реестр *Системы сертификации ОИТ*, и заявителю выдается *аттестат аккредитации*, срок действия которого устанавливается при его выдаче.

Аттестация программных средств. Качество программных средств (ПС), которые используются для расчетных оценок, проводимых в обоснование безопасности АС, должно быть установлено и документально подтверждено, то есть такие ПС должны быть аттестованы³⁶.

Объектами *аттестации* являются программные средства, используемые для обоснования проектов, технических решений, параметров, режимов, влияющих на безопасность АС и других объектов использования атомной энергии, а также программные средства, применяемые в технологических системах, обеспечивающих безопасность.

Для аттестации программных средств в ФОГРБ предоставляется пакет следующих документов:

- заявка на аттестацию программного средства;
- аттестуемая «замороженная³⁷» версия программного средства на цифровых носителях;
- проект паспорта на аттестуемое программное средство;
- отчет о верификации программного средства.

Структура отчета по верификации следующая:

- 1. Введение.**
- 2. Назначение и область применения.**
- 3. Описание программного средства.**
- 4. Описание расчетной схемы.**
- 5. Обоснование методики расчета.**
- 6. Описание аналитических тестов.**
- 7. Матрица верификации.**
- 8. Описание экспериментальных установок или объектов использования атомной энергии и представление экспериментальных данных.**
- 9. Результаты верификации.**
- 10. Заключение.**

Во «**Введении**» приводятся название программного средства, перечень программных модулей, сведения об авторах программного

³⁶ Требование об аттестации программных средств введено в [8]. Процедурные вопросы *аттестации* регламентируются в [30]. В настоящее время *аттестация* ПС проводится Советом по аттестации программных средств, созданным при Научно-техническом центре по ядерной и радиационной безопасности ФОГРБ (НТЦ ЯРБ).

³⁷ Версия ПС, описанная в отчете по *верификации*.

средства, наименование организации-разработчика и организации-заявителя, а также перечень отечественных организаций, использующих программное средство в настоящее время.

В разделе **«Описание программного средства»** приводится перечень расчетных параметров; сведения об использованных математических моделях и их анализ; способы задания начальных и граничных условий, а также исходных данных для расчетов; перечисляются, оцениваются и при необходимости обосновываются важнейшие допущения. Указываются условия сопряжения уравнений, описывающих различные физические процессы (кинетики, теплообмена, гидродинамики и т.п.).

В разделе **«Описание расчетной схемы»** описываются схемы разбиения объекта использования атомной энергии на контрольные объемы и конечные элементы (нодализация), а также другие особенности расчетной схемы.

В разделе **«Обоснование методики расчетов»** приводятся критерии чувствительности математической модели для обоснования величины максимального отклонения расчетных параметров при различных шагах интегрирования и различных схемах нодализации; приводятся данные о встроенном диагностическом контроле и т.д.

В разделе **«Описание аналитических тестов»** сопоставляются результаты тестовых расчетов и аналитических решений, анализируется чувствительность решения к допустимым изменениям геометрических, граничных и режимных параметров, исходных данных, а также замыкающих соотношений; оценивается точность расчета исследуемых режимов.

В качестве тестов может дополнительно использоваться сопоставление с аналогичными результатами, полученными по отечественным и зарубежным аттестованным программным средствам.

В разделе **«Матрица верификации»** приводится таблица, содержащая три перечня:

- режимы объектов использования атомной энергии, моделируемые программным средством;
- происходящие при этих режимах физические явления, подлежащие проверке;
- экспериментальные установки или объекты использования атомной энергии и сведения о режимах их работы, на которых осуществлена экспериментальная проверка.

В разделе «**Описание экспериментальных установок или объектов использования атомной энергии и представление экспериментальных данных**» приводится краткое описание каждой экспериментальной установки, входящей в матрицу верификации (принципиальная схема, схема измерений, перечень и диапазоны измеряемых параметров, полные погрешности их измерения); методика проведения и программа каждого эксперимента; рассматривается масштабный фактор и его влияние на результаты экспериментов; представляется краткий анализ возможных источников погрешностей, связанных с особенностями конструкции экспериментальной установки и т.п.

В разделе «**Результаты верификации**» приводятся количественные зависимости сравниваемых параметров и их максимальные отклонения; сопоставляются расчеты, выполненные по «замороженной» версии аттестуемого программного средства перед проведением эксперимента и после его проведения. Приводятся максимальные отклонения расчетных и экспериментальных данных и анализ причин возможного несовпадения результатов расчета по аттестуемому программному средству с представленными в отчете экспериментальными данными, а также влияние этого несовпадения на безопасность объектов использования атомной энергии. Обосновывается наилучшая оценка или консервативность математического моделирования в заявленной области режимов объектов использования атомной энергии; возможность адаптации программного средства к реальному объекту; доказываемость применимости программного средства для моделирования объектов использования атомной энергии.

В «**Заключении**» приводятся выводы о результатах верификации и обоснования программного средства, дополнительные материалы.

На аттестованное программное средство выдается аттестационный паспорт, в котором указывается:

- название программного средства;
- операционная система, требования к характеристикам вычислительной техники;
- авторы программного средства;
- организация – разработчик программного средства;
- заявитель программного средства;
- перечень программных модулей, входящих в программное

средство;

- назначение и область применения, включая перечисление определяемых с помощью программного средства расчетных параметров с указанием точности их вычисления;
- сведения о методиках расчета, используемых в программном средстве;
- организации, эксплуатирующие программное средство.

Утверждение типа средств измерений. В сферах применения государственного метрологического надзора продукция (в данном случае - средства измерений, измерительные системы) подвергается обязательным испытаниям в целях утверждения *типа средств измерений*³⁸. Под утверждением *типа средств измерений* понимается документально оформленное в установленном порядке решение о признании соответствия *типа средств измерений* метрологическим и техническим требованиям (*характеристикам*) на основании результатов испытаний *средств измерений* в целях утверждения *типа*.

Типом средств измерений называется совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

Порядок указанных испытаний включает:

- испытание средств измерений для целей утверждения их типа (работы по определению метрологических и технических характеристик средств измерений)³⁹;

³⁸ Согласно [79], введенному в качестве стандарта предприятия в эксплуатирующей организации ОАО "Концерн «Энергоатом»", на АС используются средства измерения только утвержденных *типов*.

В отдельных случаях, если средство измерения представляет собой сложную, часто существующую в единственном экземпляре техническую систему или устройство с измерительными функциями, которые невозможно подвергнуть испытаниям на утверждение *типа средств измерений*, то аккредитованная метрологическая служба в установленном порядке проводит первичную калибровку и выдает *сертификат о первичной калибровке*, позволяющий использовать такую систему по назначению.

³⁹ В настоящее время сертификация не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений *средств измерений* на соответствие метрологическим требованиям может

- принятие решения об утверждении *типа средств измерений*, его государственную регистрацию (внесение в государственный реестр средств измерений) и выдачу сертификата об утверждении *типа средств измерений*;
- испытание средств измерений на соответствие утвержденному типу⁴⁰;
- признание утверждения *типа средств измерений* или результатов испытаний *типа средств измерений*, проведенных компетентными организациями зарубежных стран.

Испытания средств измерений в целях утверждения *типа средств измерений* проводится подведомственными ФОГМН и аккредитованными им центрами испытаний средств измерений или по их поручению и включают в себя метрологическую экспертизу технической документации на вновь разрабатываемые средства измерений и экспериментальное исследование этих средств измерений для определения соответствия указанных средств измерений установленным обязательным метрологическим требованиям, современному уровню развития приборостроения и целесообразности их производства. Положительные результаты испытаний являются основанием для принятия решения об утверждении *типа средств измерений* и выдаче разрешения на производство и выпуск в обращение установочной серии средств измерений⁴¹.

Решение об утверждении *типа средств измерений* принимается ФОГМН и удостоверяется *свидетельством утверждения типа средств измерений* - установленным документом, выдаваемым

выполняться в рамках добровольной Системы сертификации *средств измерений*, зарегистрированной ФОГМН.

⁴⁰ Испытания на соответствие средств измерений утвержденному типу проводятся при внесении в конструкцию средств измерений или в технологию их изготовления изменений, влияющих на нормированные метрологические характеристики; по истечению срока действия свидетельства об утверждении *типа средства измерений*; при передаче производства другому изготовителю; для проверки соответствия периодически ввозимых из-за границы партиями средств измерений или при наличии информации от потребителей об ухудшении качества выпускаемых средств измерений.

⁴¹ Положительные результаты испытаний образцов из установочной серии являются основанием для утверждения типа средств измерений, их серийного производства и разрешения выпуска в обращение.

уполномоченным на то государственным органом, удостоверяющим, что данный *тип средств измерений* утвержден в порядке, предусмотренном действующим законодательством, и соответствует установленным требованиям⁴². Срок действия этого *свидетельства* устанавливается при его выдаче. Утвержденный *тип средств измерений* вносится в государственный реестр средств измерений, который ведет ФОГМН, а на средство измерений и на эксплуатационные документы, сопровождающие каждый экземпляр средства измерений, наносится знак утверждения *типа средства измерений* установленной формы⁴³.

§1.3. Режимы эксплуатации АС

Требования к продукции, разрабатываемой для АС, обусловлены требованиями по обеспечению *безопасности* самих атомных станций. Поэтому для определения требований к оборудованию рассмотрим сначала систему взаимоувязанных понятий, характеризующих *безопасность* АС, определенную согласно [7]. А затем приведем классификацию оборудования для АС [7], которая служит основой для определения требований к этому оборудованию⁴⁴.

Специфика способа производства электрической энергии на АС заключается в наличии радиоактивных веществ, возникновение которых сопутствует производству электроэнергии. Распространение радиоактивности может быть опасно для персонала АС, населения

⁴² Отметим, что если средство измерения подпадает в установленный перечень оборудования, изделий и технологий *Системы сертификации ОИТ*, то оно должно также иметь *сертификат Системы сертификации ОИТ*. Кроме того, на его конструирование и производство должны быть получены *лицензии* ФОГРБ.

⁴³ Для выпуска средства измерения утвержденного *типа* другим изготовителем этот изготовитель должен иметь *свидетельство о соответствии утвержденному типу средства измерений*. Для средств измерений, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, процедура утверждения типа не является обязательной.

⁴⁴ В тексте этого и следующего параграфов используются комментарии к ОПБ [242].

и окружающей среды⁴⁵. Основная цель обеспечения *безопасности* на всех этапах жизненного цикла АС – принятие эффективных мер, направленных на защиту персонала, населения и окружающей среды за счет предотвращения выхода радиоактивных продуктов в окружающую среду. Поэтому уже на стадии разработки проектов реакторной установки, энергоблока и всей атомной электростанции должно проводиться обоснование надежности барьеров (границ) для распространения радиоактивности. В проектных материалах также должны быть приведены технические решения, направленные на достижение *ядерной и радиационной безопасности АС*.

Всю область возможных изменений параметров технологического процесса, совокупность которых определяет ход эксплуатации и характеризует состояние оборудования, можно условно разделить на ряд режимов (подобластей) в зависимости от степени потенциальной опасности распространения радиоактивности при эксплуатации АС при этих параметрах. В зависимости от степени этой опасности в проектных материалах предусматриваются различные организационные меры, а также технические решения (*системы и элементы*⁴⁶), которые служат для удержания эксплуатационных параметров и характеристик оборудования в границах конкретного режима. Поскольку эти условно выделенные подобласти значений параметров различаются по степени потенциальной опасности распространения радиоактивности, постольку различаются и технические требования к самим *системам* и *элементам*, предназначенным для удержания параметров и характеристик в пределах определенной подобласти.

Границы между условно выделяемыми режимами устанавливаются с помощью *проектных пределов* – установленных в проекте конкретных значений параметров технологического процесса и характеристик состояния *систем* и *элементов*, а также АС в целом.

⁴⁵ При эксплуатации АС существуют и другие виды опасности, например, пожары, разрывы паропроводов, но они рассматриваются ниже только как *исходные события ядерных и радиационных аварий*.

⁴⁶ *Элементы* – оборудование, приборы, трубопроводы, кабели, строительные конструкции и другие изделия, обеспечивающие выполнение заданных функций самостоятельно или в составе *систем* и рассматриваемые в проекте в качестве структурных единиц при выполнении анализов надежности и безопасности. *Система* – совокупность *элементов*, предназначенных для выполнения заданных функций.

Среди *проектных пределов* выделяют *эксплуатационные пределы* и *пределы безопасной эксплуатации*.

Проектные пределы устанавливаются, в частности, для следующих режимов: *нормальной эксплуатации*⁴⁷ и *нарушений нормальной эксплуатации*, включая *предаварийные ситуации* и *аварии*. Значения *проектных пределов* используются для контроля за технологическим процессом со стороны оперативного персонала и для определения уставок (пороговых значений параметров) срабатывания систем управления технологическим процессом.

Под *ядерной и радиационной безопасностью АС* понимается свойство АС при *нормальной эксплуатации* и *нарушениях нормальной эксплуатации*, включая *аварии*, ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами.

Основу концепции безопасности любого объекта использования атомной энергии составляет *принцип глубокоэшелонированной защиты*. В [7] этот принцип определен, во-первых, через реализацию *системы физических барьеров* на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду и, во-вторых, через реализацию *системы технических и организационных мер* по защите *системы физических барьеров* и сохранению их эффективности, а также *системы технических и организационных мер* по защите персонала, населения и окружающей среды.

Система физических барьеров блока АС включает:

- топливную матрицу;
- оболочку твэлов;
- границу контура теплоносителя реактора;
- герметичное ограждение реакторной установки⁴⁸;
- биологическую защиту.

⁴⁷ Режим *нормальной эксплуатации* может быть разделен на ряд подобластей, которые также называют «режимами» (работа на частичном уровне мощности, режимы разогрева и расхолаживания, перегрузки топлива и т.д.).

⁴⁸ Герметичное ограждение состоит из совокупности элементов строительных и других конструкций, которые, ограждая пространство вокруг реакторной установки, образуют предусмотренную проектом границу и препятствуют распространению радиоактивных веществ в окружающую среду в количествах, превышающих установленные пределы.

Система технических и организационных мер по защите системы физических барьеров и сохранению их эффективности включает следующие пять уровней глубокоэшелонированной защиты.

Уровень 1. Условия размещения АС и предотвращение *нарушений нормальной эксплуатации*:

- оценка и выбор площадки, пригодной для размещения АС;
- установление санитарно-защитной зоны, а также зоны наблюдения вокруг АС, на которой осуществляется планирование защитных мероприятий;
- разработка на основе *консервативного подхода* проекта реакторной установки с развитым свойством внутренней самозащищенности;
- обеспечение требуемого качества систем (элементов) АС и выполняемых работ;
- эксплуатация АС в соответствии с нормативными документами, технологическим регламентами и инструкциями по эксплуатации;
- поддержание в исправном состоянии *систем и элементов, важных для безопасности*, путем своевременного определения дефектов, принятия профилактических мер, замены выработавшего ресурс оборудования и организации эффективно действующей системы документирования результатов работ и контроля;
- подбор и обеспечение необходимого уровня квалификации персонала АС для действий при *нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации*, включая *предаварийные ситуации и аварии*; формирование культуры безопасности.

Уровень 2. Предотвращение *проектных аварий системами нормальной эксплуатации*:

- выявление отклонений от *нормальной эксплуатации* и их устранение;
- управление при эксплуатации с отклонениями (при *нарушении нормальной эксплуатации*).

Уровень 3. Предотвращение *запроектных аварий системами безопасности*:

- предотвращение перерастания *исходных событий* в *проектные аварии*, а *проектных аварий* в *запроектные аварии* с применением *систем безопасности*;

- ослабление последствий *аварий*, которые не удалось предотвратить, путем локализации выделяющихся радиоактивных веществ.

Уровень 4. Управление *запроектными авариями*:

- предотвращение развития *запроектных аварий* и ослабление *последствий аварий*;

- защита герметичного ограждения от разрушения при *запроектных авариях* и поддержание его работоспособности;

- возвращение АС в контролируемое состояние, при котором прекращается цепная реакция деления, обеспечивается постоянное охлаждение топлива и удержание радиоактивных веществ в установленных границах.

Уровень 5. Противоаварийное планирование: подготовка и осуществление при необходимости планов противоаварийных мероприятий на площадке и за ее пределами.

Концепция создания многобарьерной и многоуровневой *глубокошелонированной защиты* осуществляется на всех этапах деятельности, связанных с обеспечением *безопасности АС*. Приоритетной является задача предотвращения *нарушений нормальной эксплуатации*.

Под *нормальной эксплуатацией* АС понимается эксплуатация в определенных проектом *эксплуатационных пределах* и условиях. Кроме режимов работы АС на мощности, к *нормальной эксплуатации* относятся такие переходные режимы, как пуск, борное регулирование, ремонт, перегрузка топлива и т.п. Для обеспечения *нормальной эксплуатации* требуется контролировать не только параметры технологического процесса, но и состояние *систем* и *элементов* АС, то есть измерять или рассчитывать характеристики, отражающие способность этого оборудования выполнять функции, возложенные на него для осуществления *нормальной эксплуатации*.

Под *эксплуатационными пределами* понимаются установленные в проекте диапазоны и границы значений параметров технологического процесса, а также диапазоны и границы значений характеристик состояния *систем* и *элементов*, которые обосновываются в проекте как допустимые для *нормальной эксплуатации* АС. Для *режимов нормальной эксплуатации* в проекте приводятся и обосновываются *эксплуатационные пределы* таких основных параметров, как мощность, распределение энерговыделения, давление и температура теплоносителя первого контура, скорости изменения давле-

ния и температуры, химический состав, радиоактивность теплоносителя первого и второго контуров, величины протечек через границы первого контура и т. п. (Указанные пределы должны выражаться через значения параметров технологического процесса и значения характеристик технологического оборудования, которые контролируются оператором).

В проекте приводится обоснование выбранных значений эксплуатационных пределов, точность необходимых измерений, места измерений, степень резервирования измерительных каналов, допустимое время потери информации и пр.

В проекте приводятся и обосновываются значения технологических параметров, при которых должны срабатывать технологические защиты и блокировки (ТЗБ) ⁴⁹, автоматические регуляторы. Приводятся и обосновываются также значения уставок срабатывания предупредительной сигнализации, диапазоны между срабатыванием предупредительной сигнализации и срабатыванием ТЗБ, а также значениями уставок срабатывания систем безопасности.

Нарушение *эксплуатационных пределов* (но не *пределов безопасной эксплуатации*) хотя и создает опасность возникновения *предаварийной ситуации*, но не требует немедленного останова энергоблока. В этом случае действия оперативного персонала направлены на выявление причин этого нарушения и его устранение.

При *нормальной эксплуатации* безопасная работа АС поддерживается в рамках заданных диапазонов параметров за счет функционирования *управляющих систем нормальной эксплуатации*, включая срабатывание технологических защит и блокировок.

В проектной (и эксплуатационной) документации устанавливаются также эксплуатационные условия – требования по количеству,

⁴⁹ Блокировка – функция управления, целью которой является прекращение действий персонала, средств автоматизации и оборудования. Средства автоматизации для выполнения этой функции также называют «блокировкой». Защита – функция управления (или средства автоматизации для выполнения этой функции), целью которой является предотвращение: 1) повреждений, отказов или разрушения защищаемого оборудования или средств автоматизации; 2) использования в работе неисправного оборудования или средств автоматизации; 3) нежелательных действий персонала по управлению; 4) нежелательных воздействий на персонал, население и окружающую среду.

характеристикам, состоянию работоспособности, периодичности и объемам технического обслуживания *систем (элементов), важных для безопасности*, требования по количеству персонала и его квалификации, процедуры обеспечения качества, необходимые для работы без нарушения *эксплуатационных пределов* во всех предусмотренных технологическим регламентом режимах работы АС (на мощности, при пуске, останове, испытаниях, техническом обслуживании и т.д.).

Нарушение в работе АС, при котором произошло отклонение от установленных в проекте *эксплуатационных пределов и условий*, определяется как нарушение нормальной эксплуатации АС. Величина отклонения при этом может быть столь велика, что при *нарушении нормальной эксплуатации* могут оказаться нарушенными и *пределы безопасной эксплуатации*.

Отклонения параметров технологического процесса до величин *пределов безопасной эксплуатации* могут быть обусловлены отказами *управляющих систем нормальной эксплуатации*, а также недостаточной эффективностью этих систем. Если эффективности *управляющих систем нормальной эксплуатации* недостаточно для компенсации отклонения, то это отклонение может достигнуть уставок срабатывания *систем безопасности*. Значения уставок назначаются равными *пределам безопасной эксплуатации* с учетом запаса на запаздывание срабатывания, выбега параметров, неточности расчетов и т.п.

Под аварией понимается такое *нарушение нормальной эксплуатации* АС, при котором произошло распространение радиоактивных веществ и/или ионизирующего излучения за предусмотренные проектом для *нормальной эксплуатации* границы в количествах, превышающих установленные *пределы безопасной эксплуатации*. *Авария* характеризуются *исходным событием, путями протекания и последствиями*. Примером *аварии* является *нарушение нормальной эксплуатации*, связанное с нарушением герметичности оболочек ТВЭЛОВ, причем именно таким нарушением герметичности оболочек ТВЭЛОВ, которое вызывает увеличение концентрации радиоактивности в теплоносителе сверх установленного *предела безопасной эксплуатации* и/или вызывает облучение персонала, превышающее допустимое для *нормальной эксплуатации*. Не всякое *нарушение нормальной эксплуатации* является *аварией*, так как *нарушение*

нормальной эксплуатации является только одним из условий, необходимых для определения состояния *аварии*.

При обосновании безопасности АС в проекте приводятся все контролируемые параметры, способы и точные места их измерения, обоснование принятых значений и точности измерений, диапазонов изменения и измерения параметров. При этом указываются предельные значения контролируемых параметров, устанавливаемые в качестве *пределов безопасной эксплуатации*.

Значения *пределов безопасной эксплуатации* - значения контролируемых параметров технологического процесса, отклонение от которых может привести к *аварии*, устанавливаются в проекте.

В проекте приводятся также уставки срабатывания систем безопасности, обосновываются принятые значения этих уставок, указываются режимы (процессы), определяющие их достижения, точность их измерения, места измерений, резервирование каналов измерения и принципы формирования команд на срабатывание систем безопасности. Приводятся также значения уставок срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации с обоснованием интервалов до значений уставок срабатывания систем безопасности.

В проекте АС устанавливаются предельно допустимые для *нормальной эксплуатации* значения, например, концентрации радиоактивных продуктов в воде первого контура, уровни излучения в определенных точках. Подобные предельно допустимые для *нормальной эксплуатации* значения обычно включаются в перечень *пределов безопасной эксплуатации*.

В проекте также устанавливаются *условия безопасной эксплуатации* – установленные проектом условия по составу, количеству, характеристикам, готовности, состоянию работоспособности и условиям технического обслуживания *систем (элементов)*, *важных для безопасности*, при которых обеспечивается соблюдение *пределов безопасной эксплуатации* и/или *критериев безопасности*. *Условия безопасной эксплуатации* устанавливают для всех предусмотренных технологическим регламентом режимов работы. В эти условия включают также требования к персоналу и процедуру обеспечения качества важных для *безопасности* операций.

В проекте АС должны быть предусмотрены технические средства и организационные меры, направленные на предотвращение нарушения *пределов и условий безопасной эксплуатации*.

Контроль и упреждающее информирование оперативного персонала о возможности нарушения *пределов и условий безопасной эксплуатации* осуществляется с помощью управляющих технологическим процессом *систем*, в том числе управляющих *систем безопасности*, работа которых направлена как на предотвращение нарушения *пределов и условий безопасной эксплуатации*, так и на ограничение последствий *аварий*.

Под *критериями безопасности* понимают установленные нормативными документами значения параметров и/или характеристик АС (например, пределы доз, пределы повреждения твэлов), в соответствии с которыми обосновывается безопасность АС. АС удовлетворяет *критериям безопасности*, если ее радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду не приводит к превышению установленных доз и нормативов при *нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации*, включая *проектные аварии*, и ограничивается при *запроектных авариях*. Для обеспечения выполнения *критериев безопасности* в проекте устанавливаются технологические критерии (концентрация в теплоносителе реперных изотопов и т.п.).

Достижение *пределов безопасной эксплуатации* требует принятия экстренных мер, направленных на обеспечение сохранности *системы физических барьеров*, препятствующих распространению радиоактивности. Нарушение таких *пределов безопасной эксплуатации*, которые характеризуют выход сверхпредельного количества радиоактивности за установленные для *нормальной эксплуатации* границы (например, превышение *предела безопасной эксплуатации* по общей активности теплоносителя первого контура), и является, как следует из вышеприведенного определения, *аварией*.

Нарушения *пределов безопасной эксплуатации*, характеризующих контролируемые параметры технологического процесса (например, температуру, давление), могут привести к повреждению *системы физических барьеров*, препятствующих распространению радиоактивности, и к *аварии* при наложении на это нарушение дополнительных возможных *отказов* оборудования или *ошибок персонала*. Поэтому нарушение этих *пределов безопасной эксплуатации* (технологических пределов) и/или *условий безопасной эксплуатации* является *предаварийной ситуацией* (например, состояние АС, когда сформировались требования на работу аварийной защиты по технологическим параметрам). Следует заметить, что *предава-*

рийная ситуация может и не перерасти в аварию благодаря как действию систем безопасности, так и действиям оперативного персонала.

Аналогично, нарушение пределов безопасной эксплуатации, которые характеризуют целостность системы физических барьеров, препятствующих распространению радиоактивности (например, предельная величина протечки через физический барьер), могут привести к аварии при наложении на это нарушение нормальной эксплуатации дополнительных отказов или ошибок персонала.

На рис.1.1 приведена графическая иллюстрация взаиморасположения пределов безопасной эксплуатации и эксплуатационных пределов.

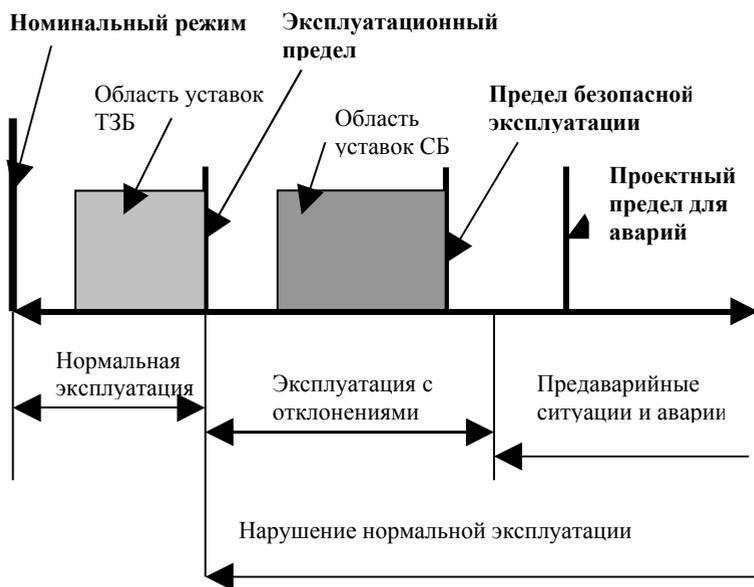


Рис. 1.1. Пределы, устанавливаемые в проекте [7]. ТЗБ – технологические защиты и блокировки, СБ – системы безопасности.

В соответствии с [7], для пределов безопасной эксплуатации, характеризующих повреждения твэлов, в проекте устанавливаются дополнительные требования. Не допускается превышение этих пределов безопасной эксплуатации, во-первых, на протяжении установленного для твэлов срока службы и, во-вторых, при одном из следу-

ющих шести видов отказов оборудования, приводящих к *предав- рийным ситуациям* (с учетом срабатывания защитных систем):

- любых единичных отказах в управляющих реакторной установкой *системах*;
- потере энергоснабжения главных циркуляционных насосов;
- отключении турбогенераторов и потребителей тепла;
- потере всех источников энергоснабжения *нормальной эксплуатации*;
- течей контура теплоносителя реактора, компенсируемых *системами* подпитки *нормальной эксплуатации*;
- непопадке одного предохранительного клапана.

При достижении *эксплуатационных пределов* повреждения твэлов (например, согласно [8], для реакторов ВВЭР, при достижении активности реперных изотопов в теплоносителе, соответствующей наличию в активной зоне 0,02% твэлов с дефектами типа прямого контакта топлива с теплоносителем или 0,2% твэлов с дефектами типа газовой неплотности оболочки) от эксплуатационного персонала требуется принятие мер для восстановления *нормальной эксплуатации* и, если это окажется невозможным – остановка реактора. При достижении *пределов безопасной эксплуатации* повреждения твэлов (например, согласно [8] для реакторов ВВЭР, при достижении активности реперных изотопов в теплоносителе, соответствующей наличию в активной зоне 0,1% твэлов, имеющих прямой контакт топлива с теплоносителем или 1% твэлов с дефектами типа газовой неплотности) энергоблок должен быть сразу остановлен и приняты меры по приведению его в безопасное состояние.

Для разработки *систем безопасности* и расчета характеристик этих систем необходимо уточнить – *последствия* каких именно *аварий* должна ограничивать работа этих *систем безопасности*. С этой целью в проекте выделяется группа *аварий*, называемых *проектными авариями*. Для *проектных аварий* в проекте проводится анализ возможных причин возникновения *аварий*. Например, ядерные *аварии*, связанные с повреждением твэлов, могут быть обусловлены нарушением контроля и управления цепной реакцией в активной зоне реактора; образованием локальной критичности при перегрузке, транспортировке и хранении ядерного топлива; нарушением теплоотвода от твэлов. На основе анализа подобных возможных причин в проекте определяется перечень возможных *исходных событий*. Опираясь на этот перечень *исходных событий* путем расчетного

анализа, выявляют возможные пути протекания аварии, то есть последовательности состояний оборудования в процессе развития аварии. При этом учитывают нормальное функционирование и возможные отказы систем безопасности (и другого оборудования), а также правильные или ошибочные действия эксплуатационного персонала. При детерминистическом анализе проектных аварий используются специальные методические приемы, в частности консервативный подход, при котором для параметров и характеристик принимаются консервативные допущения, значения и пределы, заведомо приводящие к более неблагоприятным результатам.

Проектной аварией называется авария, для которой проектом определены исходные события и конечное состояние и предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие с учетом принципа единичного отказа систем безопасности или одной, независимой от исходного события ошибки персонала, ограничение последствий этой аварии установленными для таких аварий пределами. Выделение класса проектных аварий в проекте важно, в частности, для разработки систем безопасности, которые предназначены для ограничения установленными пределами последствий именно таких аварий.

Под исходным событием понимается единичный отказ в оборудовании АС, внешнее событие или ошибка персонала, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации и могут привести к нарушению пределов и/или условий безопасной эксплуатации. Исходное событие включает все зависимые отказы, являющиеся его следствием. Если развитие аварии вызвано цепочкой причинно зависимых отказов (в числе которых для проектной аварии может быть единичный отказ систем безопасности или ошибка персонала), то такая цепочка отказов также может быть рассмотрена как исходное событие.

Благодаря действию систем нормальной эксплуатации исходное событие может и не перерасти в аварию. С другой стороны, такие исходные события, как разрывы трубопроводов с радиоактивным теплоносителем, могут сразу переводить АС в состояние аварии.

Под конечным состоянием понимается установившееся, контролируемое состояние оборудования АС после аварии. В этом состоянии (например, при охлаждении активной зоны после аварии с потерей теплоносителя) не происходит неконтролируемого ухуд-

шения последствий аварии – радиационной обстановки, наносящей убытки и вред за счет превышения установленных пределов радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду.

Под принципом единичного отказа понимается принцип, в соответствии с которым *система* должна выполнять заданные функции при любом, требующем ее работы *исходном событии* и при независимом от *исходного события* отказе одного любого из *активных элементов* или *пассивных элементов*, имеющих механические движущиеся части. Этот принцип позволяет при проектировании АС определять необходимую кратность резервирования *систем безопасности*, а при обосновании безопасности АС анализировать *проектные аварии*.

Под активной системой (элементом) понимается система (*элемент*), функционирование которой зависит от нормальной работы другой системы (*элемента*), например, от управляющей *системы безопасности*, энергоисточника и т.п. *Активная система* требует для своей работы другой *системы* в качестве источника энергии. Если же для функционирования *системы (элемента)* требуется только вызвавшее срабатывание этой *системы* событие и не требуется работы другой *активной системы (элемента)*, например, управляющей *системы*, энергоисточника и т.п., то такая *система (элемент)* называется пассивной системой (элементом). Энергия для работы *пассивного элемента* сообщается ему в результате процессов, вызвавших его срабатывание, или запасена в нем самом (например, предохранительные клапаны, аккумуляторные батареи и т.п.)⁵⁰. Различают *пассивные системы (элементы)* с движущимися частями и без механических движущихся частей.

При анализе *проектных аварий* и обосновании безопасности АС учитывается само *исходное событие*, а также наложение на это событие одного дополнительного к этому событию независимого отказа оборудования (*систем, элементов, каналов и пр.*). Для каждого *исходного события*, перебирая по логике «или» возможные отказы *систем безопасности*, функционирование которых требуется

⁵⁰ Кроме наличия предусмотренных проектом управляющих *систем* важно, чтобы РУ обладала свойством внутренней самозащищенности, то есть способностью обеспечивать *безопасность* на основе естественных обратных связей, процессов, характеристик.

при данном *исходном событии*, в проекте анализируется – обеспечивается ли *системами безопасности* в каждом рассматриваемом случае ограничение *последствий проектной аварии* установленными для таких *аварий* пределами.

Здесь важно напомнить, что, согласно определению *проектной аварии*, вместо дополнительного независимого *отказа* оборудования может рассматриваться наложение на *исходное событие* одной, независимой от *исходного события*, *ошибки персонала*. Такой алгоритм учета возможных ошибочных действий персонала дополняет *принцип единичного отказа* оборудования *систем безопасности* при анализе *проектных аварий*.

Под *ошибкой персонала* понимается единичное, непреднамеренное, неправильное воздействие на управляющие органы или единичный пропуск правильного действия; или единичное непреднамеренное, неправильное действие при техническом обслуживании оборудования и *систем*, важных для безопасности.

Например, для энергоблоков АС с реакторами типа ВВЭР в проекте выделяют следующие основные классы *исходных событий*:

Внутренние:

- увеличение/уменьшение теплоотвода от первого контура;
- уменьшение расхода теплоносителя;
- изменение реактивности и распределения энерговыделения;
- увеличение (либо уменьшение, включая потерю) массы теплоносителя первого контура;
- выброс радиоактивных сред из систем и оборудования;
- потеря теплоносителя второго контура;
- потеря источников энергоснабжения;
- нарушения в транспортно-технологических операциях;
- ложная работа систем;
- другие;

Внешние:

- сейсмические воздействия;
- ударные волны;
- наводнения;
- падение самолета;
- потеря охлаждающей воды;
- смерч;
- другие.

Примерный перечень *исходных событий*, например, для класса исходных событий «увеличение/уменьшение теплоотвода от первого контура» следующий:

Увеличение теплоотвода от первого контура:

- нарушения в системе питательной воды со снижением температуры питательной воды;
- нарушения в системе питательной воды с увеличением расхода питательной воды;
- неисправности в системе регулирования, приводящие к увеличению расхода пара;
- срабатывание сбросных и/или предохранительных устройств по различным причинам с учетом возможной непосадки;
- разрывы паропроводов и питательных трубопроводов в различных местах и помещениях (на неотсекаемых участках, на отсекаемых участках, в герметичных объемах, в негерметичных помещениях, в машинном зале);

Уменьшение теплоотвода от первого контура:

- неисправности в системе регулирования с уменьшением расхода пара;
- потеря внешней электрической нагрузки;
- закрытие стопорного клапана турбоустановки;
- закрытие отсечных задвижек на паропроводах;
- потеря вакуума в конденсаторе;
- отключение питательных насосов;
- разрывы трубопроводов питательной воды;
- уменьшение расхода теплоносителя первого контура.

После выделения *исходных событий* проводится анализ возможных *путей протекания аварии* с учетом:

- последовательности срабатывания механизмов и систем, выдачи сигналов, достижения критических (расчетных) параметров, уставок, необходимых действий персонала;
- границ начала и окончания действий проектируемых систем безопасности, ожидаемых максимальных времен запаздывания действий систем безопасности;
- влияния действующих систем нормальной эксплуатации на протекание процесса;
- оценки необходимой оперативному персоналу информации о развитии ситуации;
- наложений на функционирование систем безопасности независимых отказов, необнаруженных отказов, отказов по общей причине, ошибок персонала.

На основе проведенного анализа выделяют такие последовательности (цепочки) событий и отказов, которые могут иметь наиболее тяжелые последствия (наибольший рост давления в первом контуре, наименьший запас до кризиса теплообмена, наибольшая доза и т.п.). Выделенные *пути протекания аварий* служат основой для формирования перечня *проектных*

аварий, подлежащих количественному анализу. Результаты количественного анализа наиболее тяжелых режимов *проектных аварий* служат основанием для заключения о безопасной работе энергоблока в условиях *проектных аварий*.

В проекте рассматривается также класс *запроектных аварий* – *аварий*, вызываемых неучитываемыми для *проектных аварий* *исходными событиями* или сопровождающихся дополнительными по сравнению с *проектными авариями* отказами *систем безопасности* сверх единичного отказа, реализацией ошибочных действий персонала, которые могут привести к тяжелым повреждениям активной зоны. Значения параметров при *запроектных авариях* могут превышать значения параметров при *проектных авариях*, на которые рассчитаны *системы безопасности*.

Проектный анализ *запроектных аварий* направлен на определение способов управления такими *авариями*, то есть на определение способов и действий, направленных, во-первых, на предотвращение развития *проектных аварий* в *запроектные аварии* и, во-вторых, на уменьшение *последствий запроектных аварий* и предупреждения скачкообразного ухудшения условий. Для таких способов и действий используют любые имеющиеся в работоспособном состоянии технические средства, предназначенные для *нормальной эксплуатации*, для обеспечения *безопасности* при *проектных авариях*, а также специально предусмотренные для управления *запроектными авариями* (уменьшения их последствий)⁵¹. При этом выявляют все технические системы АС, которые могут быть задействованы, возможно, не по проектному назначению и не в проектных режимах работы, для достижения оперативных целей *безопасности* и ограничения последствий *аварий* на каждом уровне ее тяжести.

Из *путей протекания аварий*, приводящих к превышению установленных для *проектных аварий* доз облучения персонала и населения, а также нормативов по выбросам и содержанию радиоактивных веществ в окружающей среде, выделяют однотипные группы. В каждой группе определяют представительные *пути протекания* (сценарии) *запроектных аварий*, которые удовлетворяют следующим критериям:

- наибольшая мощность доз облучения персонала и/или населения;
- наибольшая интенсивность выброса радионуклидов;

⁵¹ На АС должны быть предусмотрены технические средства, обеспечивающие уменьшение последствий *запроектных аварий* (ловушки-рассекатели для расплава топлива, дожигатели водорода и пр.).

- наибольший интегральный выброс радионуклидов;
- наибольший масштаб повреждений систем и оборудования АС.

Выделенные таким образом *пути протекания аварий* сводят в перечень *запроектных аварий* для последующего количественного анализа теплогидравлических процессов, происходящих в первом и втором контурах, взаимодействия расплавленного топлива с бетоном, распространения радиоактивных продуктов, зон возможного радиоактивного заражения (загрязнения), мощности эквивалентной дозы, эквивалентной дозы внешнего и внутреннего облучения населения за счет вдыхания радиоактивных аэрозолей.

На основе расчетного анализа *запроектных аварий* формулируют признаки состояния реакторной установки и устанавливают критерии, с помощью которых, используя признаки состояния, может быть определен сам факт возникновения *запроектной аварии* и может быть прослежено ее развитие по соответствующим уровням тяжести. Для каждого уровня тяжести *запроектной аварии* формулируют оперативные цели *безопасности*, то есть цели, к достижению которых оперативный персонал должен стремиться в данных условиях чтобы предотвратить или прекратить дальнейшее развитие *аварии*, либо ограничить выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду. Например, определяют следующие цели *безопасности*:

- предотвращение повреждения активной зоны;
- предотвращение повреждения корпуса реактора или иной границы контура теплоносителя;
- предотвращение разрушения защитной оболочки;
- ослабление выхода продуктов деления.

Формулируют критерии успеха действий персонала по достижению оперативных целей безопасности на каждом уровне тяжести *аварии*. Определяют выражение этих критериев через признаки состояния реакторной установки. Описывают стратегию корректирующих действий персонала в условиях *запроектной аварии*, направленных на достижение целей *безопасности* на всех возможных уровнях тяжести *аварии*.

Результаты расчетного анализа должны свидетельствовать, что реализация запланированной стратегии корректирующих действий в условиях *запроектной аварии* обеспечивает либо прерывание развития аварийных процессов, либо существенно смягчает последствия *аварии*. На основе полученных результатов делают вывод о возможности и эффективности разработанных мер по управлению *авариями*.

В проекте также выделяется особый класс *тяжелых запроектных аварий* – *запроектных аварий* с повреждением твэлов выше максимального *проектного предела*, при которых может быть до-

стигнут предельно допустимый аварийный выброс радиоактивности в окружающую среду.

Проектный анализ *запроектных аварий* используется при разработке специального руководства по управлению *авариями*.

Примерные перечни *исходных событий проектных аварий* и перечень *запроектных аварий*, включая *исходные события*, *пути протекания аварий* и *последствия аварий*, установлены в нормативных документах. Окончательные перечни *запроектных аварий*, *последствия* таких *аварий*, функциональная способность *систем безопасности* устанавливаются и обосновываются в процессе разработки проекта АС и подтверждаются ФОГРБ при лицензировании.

Таким образом, понятие *запроектные аварии* вовсе не означает, что такие *аварии* не учитываются и не анализируются в проекте⁵².

§1.4. Классификация систем и элементов АС

Основная установленная система классификации систем и элементов АС построена на основе оценки влияния отказов этих систем и элементов на безопасность эксплуатации АС. Согласно этой классификации системы и элементы АС различаются по следующим трем своим характеристикам:

1. По назначению.
2. По влиянию на безопасность.
3. По характеру функций безопасности, выполняемых системами и элементами.

Рассмотрим подробнее различия систем и элементов по каждой характеристике.

⁵² Следует отметить, что совокупность различных *аварий*, которые в проекте относятся к *запроектным авариям*, ограничена нормативными требованиями. Например, из требования, ограничивающего значение вероятности тяжелого повреждения или расплавления активной зоны при *запроектных авариях*, может следовать, что с целью не превышения установленного значения этой вероятности для конкретной реакторной установки какую-либо анализируемую *аварию* требуется рассматривать не как *запроектную*, а как *проектную аварию*, и, следовательно, предусматривать в проекте наличие соответствующих *систем безопасности*.

Разделение систем (элементов) по назначению. Системы и элементы (оборудование) АС по назначению разделяются на:

- системы и элементы безопасности;
- системы и элементы нормальной эксплуатации (Н)⁵³.

К системам (элементам) безопасности (СБ) относятся системы (элементы), предназначенные для выполнения функций безопасности. Функционирование *систем безопасности* направлено на предотвращение проектных аварий, ограничение их последствий и обеспечение безопасности при любом из учитываемых проектом исходном событии с наложением в соответствии с принципом единичного отказа одного независимого от исходного события отказа любого из следующих элементов *систем безопасности*: активного элемента или пассивного элемента, имеющего механические движущиеся части, или одной, не зависимой от исходного события, ошибки персонала. При нормальной эксплуатации эти системы находятся в режиме ожидания.

Системы (элементы) безопасности могут быть использованы и для целей нормальной эксплуатации. Такие системы (элементы) классифицируются и проектируются как *системы безопасности*.

Многоцелевое использование *систем безопасности* должно быть обосновано в проекте.

Допускается использование *систем (элементов) нормальной эксплуатации* для выполнения функций безопасности. Например, системы (каналы) охлаждения, предназначенные для нормальной эксплуатации, могут быть использованы в качестве систем (каналов) аварийного отвода тепла от реактора. В этом случае они должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к *системам безопасности*. Совмещение функций нормальной эксплуатации с функциями безопасности не должно приводить к снижению требуемой надежности выполнения функций безопасности за счет отказов, обусловленных выполнением функции нормальной эксплуатации.

АС (или энергоблок АС) должны иметь *системы безопасности*, предназначенные для выполнения следующих основных функций безопасности:

- | - аварийной остановки реактора и поддержания его в крити-

⁵³ «Н» - символьное классификационное обозначение, отражающее назначение системы (элемента).

ческом состоянии (*защитные, обеспечивающие и управляющие системы безопасности*);

- аварийного отвода тепла от реактора (*защитные, обеспечивающие и управляющие системы безопасности*);

- удержания радиоактивных веществ в установленных границах (*локализующие, обеспечивающие и управляющие системы безопасности*).

К *системам (элементам) нормальной эксплуатации* относятся системы (элементы), предназначенные для осуществления нормальной эксплуатации и не вошедшие в класс *систем и элементов безопасности*. Например, системы (элементы) контроля и управления реакторной установкой, предназначенные для контроля и управления *системами нормальной эксплуатации*. К функциям *систем нормальной эксплуатации* относится предотвращение отклонений от нормальной эксплуатации и их устранение, а также управление при эксплуатации с отклонениями.

Если *системы безопасности* должны функционировать таким образом, чтобы начавшееся их действие доводилось до полного выполнения *системой безопасности* функции безопасности, то *системы нормальной эксплуатации* допускают приостановку выполнения функции управления.

Формально *системы и элементы нормальной эксплуатации* разрабатываются с учетом менее жестких требований, чем требования, которые предъявляются к *системам безопасности*. Однако для повышения эффективности всей цепочки управляющих воздействий, направленных на устранение нарушения нормальной эксплуатации, надежностные характеристики *систем и элементов нормальной эксплуатации* должны находиться на одном уровне с аналогичными характеристиками *систем безопасности*. Кроме того, отказы *систем и элементов нормальной эксплуатации* способны приводить к существенным экономическим потерям, обусловленным простоями энергоблоков. Поэтому затраты на создание оборудования нормальной эксплуатации, способного эффективно решать задачи по предотвращению возникновения отказов (которые, в свою очередь, могут явиться исходным событием аварии), окупаются экономией затрат, которая требуется для компенсации ущерба, связанного с устранением последствий нарушения нормальной эксплуатации.

Разделение систем (элементов) по влиянию на безопасность.

Системы и элементы по влиянию на безопасность разделяются на:

- *важные для безопасности;*
- *остальные, не влияющие на безопасность.*

К *системам (элементам), важным для безопасности*, относятся *системы (элементы) безопасности*, а также *системы (элементы) нормальной эксплуатации*, отказы которых нарушают нормальную эксплуатацию АС или препятствуют устранению отклонений от нормальной эксплуатации и могут приводить к проектной и запроектным авариям. Перечень *систем (элементов), важных для безопасности*, определяется разработчиками проектов РУ и АС для каждого конкретного энергоблока АС.

Системы (элементы) безопасности предназначены для выполнения функций безопасности и всегда относятся к *системам (элементам), важным для безопасности*.

Если можно указать цепочку, связывающую отказ *системы (элемента) нормальной эксплуатации*, наложившиеся отказы *управляющих систем* и аварию, то эти *системы (элементы) нормальной эксплуатации* также относятся к *системам (элементам), важным для безопасности*. Другие же *системы и элементы нормальной эксплуатации* обеспечивают эксплуатацию, но не оказывают влияния на безопасность. Они физически и функционально отделены от основного технологического процесса, *систем безопасности* и систем, содержащих радиоактивность, их отказы не приводят к срабатыванию *систем безопасности* и не могут приводить к авариям (например, вспомогательная котельная, средства регистрации и хранения информации и т.п.).

Системы, важные для безопасности, могут совмещать функции нормальной эксплуатации и функции безопасности и состоять из элементов *систем нормальной эксплуатации* и *систем безопасности*. Например, система управления и защиты (СУЗ).

Системы (элементы), важные для безопасности, должны быть способны выполнить свои функции в установленном проектом объеме с учетом внутренних воздействий и внешних воздействующих факторов (воздействий природных явлений и/или внешних техногенных событий). Причем уровни этих возможных воздействий (механических, тепловых, химических и пр.) определяются условиями, возможными при проектных авариях.

Разделение систем (элементов) безопасности по характеру выполняемых ими функций. Системы (элементы) безопасности по характеру выполняемых ими функций разделяются на виды:

- защитные (З);
- локализирующие (Л);
- обеспечивающие (О);
- управляющие (У)⁵⁴.

Защитные системы (элементы) безопасности предназначены для аварийного останова реактора и поддержания его в подкритическом состоянии при нарушении нормальной эксплуатации, включая проектные аварии и подавления реактивности, возникающей в результате эффектов реактивности при нарушении нормальной эксплуатации и проектных авариях. Эффективность и быстродействие системы аварийного останова должна обеспечивать поддержание баланса между энерговыделением и теплоотводом, достаточного для предотвращения (ограничения) повреждений ядерного топлива, оболочек твэлов, оборудования и трубопроводов, содержащих радиоактивные вещества, сверх установленных пределов как для нормальной эксплуатации (эксплуатационных пределов), так и для проектных аварий (пределов безопасной эксплуатации).

Следует отметить, что к защитным системам безопасности не относится оборудование управляющих систем безопасности, иницирующее выполнение защитных действий. (Такие системы также называют технологическими системами).

Кроме общих технических требований, предъявляемых ко всем системам безопасности, к каждому виду систем безопасности могут предъявляться особые требования, связанные со спецификой выполняемых ими функций безопасности. Например, защитные системы безопасности должны обеспечивать аварийный останов реактора независимо от того – имеется или потерян источник электроэнергии. Это требование обуславливает, в частности, применение таких технических решений, которые обеспечивают падение в зону органов – поглотителей нейтронов при обесточении удерживающих их электромагнитов.

⁵⁴ «З», «Л», «О», «У» - символные классификационные обозначения, отражающие характер функций безопасности, которые выполняются системой (элементом).

Локализирующие системы (элементы) безопасности предназначены для предотвращения или ограничения распространения выделяющихся при авариях радиоактивных веществ и ионизирующего излучения за предусмотренные проектом границы и предотвращение или ограничение выхода радиоактивности в окружающую среду. При нормальной эксплуатации и проектных авариях необходимо, чтобы не превышались соответствующие установленные дозы облучения персонала и населения, а также нормативы по выбросам и содержанию радиоактивных веществ в окружающей среде. При за-проектной аварии и превышении величин предельно допустимых выбросов этими системами решается задача по ограничению выбросов радиоактивности. Предотвращение или ограничение предельно допустимыми величинами выброса радиоактивности может достигаться как за счет создания герметичных барьеров, так и путем, например, снижения разности давлений на удерживающем барьере. Примерами таких систем являются спринклерная система, система удаления водорода из защитной оболочки.

Локализирующие системы безопасности являются последним физическим барьером (защитная оболочка, герметичные помещения, локализирующая арматура) в системе последовательных физических барьеров, создаваемых согласно принципу глубоко эшелонированной защиты для ограничения распространения и выхода в окружающую среду радиоактивности.

Среди требований к локализирующим системам безопасности отметим следующие:

- совместное использование оборудования локализирующих систем безопасности для нескольких энергоблоков допустимо, если в проекте доказана невозможность распространения аварии с одного энергоблока на другой;
- в проекте АС должна быть обоснована степень допустимой негерметичности герметичного ограждения, должны быть указаны способы ее достижения и проверки;
- должны быть предусмотрены меры по обнаружению и предотвращению образования взрывоопасных концентраций газов в помещениях локализирующих систем безопасности.

Обеспечивающие системы (элементы) безопасности предназначены для снабжения систем безопасности энергией, рабочей средой и создания условий для их функционирования, включая передачу тепла к конечному поглотителю. Примерами таких систем

являются система аварийного электроснабжения *систем безопасности*. Эти системы обеспечивают выполнение соответствующих функций *защитными, локализирующими и управляющими системами безопасности*.

К *обеспечивающим системам безопасности* выдвигается ряд требований, в частности:

- надежность выполнения функций безопасности *обеспечивающими системами безопасности* должна быть сравнима с надежностью *систем безопасности*, которые обеспечивают рабочей средой и энергией, так, чтобы достигалась необходимая суммарная надежность выполнения функции безопасности, определенная в проекте⁵⁵;

- приоритет действий автоматических защит и блокировок, отключающих *обеспечивающие системы безопасности*, должен быть ниже, чем приоритет аналогичных защит *обеспечиваемых систем безопасности (управляющих, локализирующих)*. Выполнение *обеспечивающими системами безопасности* своих функций по обеспечению *обеспечиваемых систем безопасности* должно иметь безусловный приоритет перед действием внутренних защит элементов *обеспечивающих систем безопасности* и не должно блокироваться автоматическими защитами оборудования *обеспечивающих систем безопасности* или персоналом, если это не приводит к более тяжелым последствиям для безопасности.

- проектом должен быть предусмотрен автоматизированный режим работы систем обнаружения и тушения пожаров с момента подачи напряжения на оборудование энергоблока.

Управляющие системы (элементы) безопасности (УСБ) предназначены для автоматического⁵⁶ инициирования действий *защит-*

⁵⁵ Принцип равной надежности последовательно соединенного оборудования позволяет устранить слабое звено всей цепочки оборудования и повысить ее суммарную надежность.

⁵⁶ *Автоматическое управление* – управление, осуществляемое средствами автоматизации без участия персонала. *Автоматизированное управление* – управление, осуществляемое с участием персонала при помощи средств автоматизации. Отметим здесь, что понятия «дистанционное управление» и «автоматизированное управление», вообще говоря, не являются синонимами, так как *автоматическое управление* также может быть дистанционным. Дистанционное управление – управление объектом на расстоянии,

ных, локализирующих и обеспечивающих систем безопасности, осуществления управления⁵⁷ этими системами безопасности и контроля в процессе выполнения предусмотренных в проекте функций⁵⁸.

В состав каналов управляющих систем безопасности входят первичные и вторичные преобразователи сигналов), логические схемы, аппаратура размножения сигналов, органы дистанционного управления и т.д. до входных клемм пусковых устройств, приводящих в действие исполнительные механизмы систем безопасности.

Разработка систем безопасности. К системам безопасности предъявляются специальные повышенные требования по надежности. Рассмотрим подробнее основные принципы проектирования таких систем на примере управляющих систем безопасности.

При создании таких систем руководствуются следующей системой принципов безопасности⁵⁹:

- принцип глубокоэшелонированной защиты (см. § 1.3);
- принцип единичного отказа с учетом ошибок персонала (см. § 1.3);

которое может быть реализовано ручным, автоматизированным и автоматическим способами.

Автоматический контроль выполняется средствами автоматизации с использованием функции «сигнализация» для обращения внимания оператора на результат контроля. Автоматизированный контроль выполняется оператором на основе отображения информации средствами автоматизации, реализующими функцию «индикация».

⁵⁷ Под управлением понимается процесс целенаправленного воздействия на объект управления по заданным критериям и ограничениям с учетом информации о состоянии этого объекта.

⁵⁸ Управляющие системы нормальной эксплуатации служат для управления технологическим оборудованием нормальной эксплуатации. Управляющие системы безопасности (УСБ) и управляющие системы нормальной эксплуатации, важные для безопасности (УСНЭ ВБ), образуют совокупность управляющих систем, важных для безопасности (УСВБ). УСВБ предназначены для управления технологическим оборудованием энергоблока, обеспечения безопасности в режимах нормальной эксплуатации, отклонений от нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и авариях.

⁵⁹ Для систем, создаваемых для обычных промышленных предприятий, требование по применению этих принципов при проектировании не является необходимым.

- принцип культуры безопасности, направленный на обеспечение при проектировании приоритетности безопасности;
- принцип физической и функциональной независимости;
- принцип разнообразия;
- принцип резервирования (избыточности).

Резервирование (избыточность), пространственная и функциональная независимость, разнообразие должны быть таковы, чтобы любые единичные отказы в *системах безопасности* не нарушали их работоспособность, а также обеспечивалась защита от отказов по общей причине.

Применение при разработке принципа независимости преследует цель повышения надежности систем путем применения их функционального и/или физического разделения, при котором отказ одной системы не приводит к отказу другой системы.

Степень разделения систем должна обеспечивать сохранение способности выполнения конкретной системой предписанной функции независимо от состояния и функционирования другого оборудования, а также независимо от воздействий, имеющих место при постулированных исходных событиях, при которых требуется выполнение этой функции.

Принцип независимости может быть применен и к элементам (или каналам) какой-либо одной конкретной системы. В этом случае отказ элемента (или канала) системы не должен приводить к отказу другого элемента (или канала) этой системы.

Принцип разнообразия (разнообразности) используется при разработке для повышения надежности систем путем применения в разных системах различных средств, и/или применения для осуществления заданной функции аналогичных по своему назначению средств, основанных на различных принципах действия, и/или применения различных способов решения одной и той же задачи⁶⁰. Разнообразие специально создается как защита от отказа по общей причине. Разнообразие может достигаться как за счет использования систем, которые физически отличаются одна от другой, в силу чего выполняют одну функцию с помощью различных средств (или средств разных поставщиков), так и с помощью функционального разнообразия, когда аналогичные системы выполняют заданную

⁶⁰ Введение разнообразия называют также диверсификацией, а принцип разнообразия – принципом диверситетности.

функцию разными способами. Для *систем безопасности* принцип разнообразия реализуется при проектировании этих систем таким образом, что для каждого исходного события функция управления осуществляется с использованием разных параметров технологического процесса, разных алгоритмов и разных технических средств.

Принцип разнообразия может быть применен и к разным элементам (или каналам) одной системы.

Принцип резервирования используется при разработке с целью повышения надежности систем путем применения структурной, функциональной и временной избыточности систем по отношению к избыточности, минимально необходимой для выполнения этими системами требуемых функций.

Принцип резервирования может применяться и при разработке элементов (каналов) одной какой-либо системы путем создания таких альтернативных (идентичных или отличающихся) элементов или каналов, что каждый из них может выполнять требуемую функцию независимо от режима эксплуатации или отказа любого другого (структурная избыточность). Кроме резервирования с помощью одного или нескольких элементов, применяется временное резервирование (с использованием резерва времени), информационное резервирование (с использованием резервов информации), функциональное резервирование, при котором используется способность элементов выполнять дополнительные функции или способность системы перераспределять функции между элементами; нагрузочное резервирование⁶¹, при котором используется способность элементов воспринимать дополнительные нагрузки сверх номинальных или перераспределять нагрузки между элементами.

При проектировании *УСБ* должны быть рассмотрены и обоснованы меры по предупреждению или защите оборудования от *отказов по общей причине*.

Отказы по общей причине – отказы систем (элементов), возникающие вследствие одного отказа или ошибки персонала, или внешнего или внутреннего воздействия, или иной внутренней причины⁶². *Отказ по общей причине* обуславливает одновременные отказы двух (или более) отдельных каналов в многоканальной си-

⁶¹ Понятие «нагруженный резерв» означает резерв, содержащий резервные элементы, находящиеся в режиме основного элемента. Резервный элемент – элемент, предназначенный для выполнения функций основного элемента в случае отказа последнего.

стеме или в системе со сложной структурой и ведет к отказу системы.

Отказ по общей причине может являться результатом неисправности аппаратных средств, дефекта программного обеспечения, неисправности системы; ошибки, совершенной оператором; ошибки, совершенной при обслуживании оборудования. Природа таких отказов обусловлена возможной общей ошибкой при проектировании и изготовлении оборудования, возможным наличием общего дефекта в однотипном оборудовании, возможным общим недостатком в процедуре обслуживания оборудования, различного рода зависимостями и связями между элементами. Возможность наличия таких факторов общности не позволяет считать резервирование однотипного оборудования полностью независимым.

Следует учитывать, что функциональная и физическая зависимость даже разнотипных элементов оборудования друг от друга или от какого-либо функционально или физически общего для этих элементов оборудования может вызвать отказ этих элементов по общей причине. Например, отказ источника питания может вызвать отказ подключенного к этому источнику оборудования разных типов и разного назначения.

Важнейшими способами защиты от *отказов по общей причине* являются:

- использование свойств внутренней самозащищенности, пассивных устройств;
- применение разнотипных устройств;
- формирование сигналов по параметрам различной физической природы;
- организация физических барьеров между резервными каналами систем;

⁶² Под внутренними воздействиями или причинами понимаются воздействия, возникающие при исходных событиях аварий, включая ударные волны, струи, летящие предметы, изменение параметров среды (давления, температуры, химической активности и т.п.), пожары и т.п., конструктивные, технологические и прочие внутренние причины. Под внешними воздействиями понимаются воздействия характерных для площадки АС природных явлений и деятельности человека, например, землетрясения, высокий и низкий уровень наземных и подземных вод, ураганы, аварии на воздушном, водном и наземном транспорте, пожары, взрывы на прилегающих к АС объектах и т.п.

- обеспечение устойчивости систем к экстремальным воздействиям;
- сведение к минимуму способов воздействия персонала на оборудование.

При проектировании оборудования *УСБ* должно отдаваться предпочтение оборудованию, устройство которого основано на пассивном принципе действия и свойствах внутренней самозащищенности (саморегулирование, тепловая инерционность и другие естественные процессы). Применение такого оборудования в сочетании с активными *системами безопасности*, как правило, позволяет повысить безопасность эксплуатации за счет упрощения технических решений и увеличение надежности выполнения функций безопасности.

При проектировании оборудования для *УСБ* должны предусматриваться средства, с помощью которых исключаются единичные ошибки персонала или ослабляются их последствия, в том числе при техническом обслуживании. На уменьшение ошибок персонала оказывают влияние не только специальные организационные меры (например, введение поэтапного выполнения действий персонала с промежуточным контролем при выполнении особо ответственных операций), но и проектно-конструкторские решения, специально закладываемые при проектировании оборудования (например, исключение возможности блокировки сигналов *УСБ*).

Реализация изложенных выше принципов безопасности приводит к следующим требованиям по разработке *управляющих систем безопасности*.

Проектная документация по *УСБ* должна содержать, в частности:

- состав и функции *УСБ*;
- категории качества *функциональных групп*⁶³ *УСБ*;
- обоснование достаточности физического и функционального разделения каналов *УСБ*, обеспечивающих функционирование каждого канала;
- технические и организационные защиты от несанкционированного доступа к техническим и программным средствам во время эксплуатации;

⁶³ *Функциональная группа* – принятая в проекте часть управляющих систем, представляющая собой совокупность средств автоматизации, выполняющих заданную функцию.

- перечень условий автоматического запуска;
- анализ устойчивости контуров управления и регулирования;
- результаты расчета и значения показателей надежности *функциональных групп* (с учетом потока требований на срабатывание и с учетом отказов по общей причине); анализ надежности функционирования технических и программных средств и *УСБ* в целом;
- анализ последствий отказов *УСБ* и реакции систем управления и контроля РУ и энергоблока АС на возможные отказы в *УСБ*;
- данные о ресурсе *УСБ* и средств автоматизации;
- проект регламента технического обслуживания, ремонтов, метрологических проверок и испытаний;
- критерии и оценки предельного состояния средств автоматизации;
- порядок вывода из работы, порядок испытаний и порядок ввода в работу каналов системы;
- требования к количеству и квалификации обслуживающего персонала;
- требования к номенклатуре, количеству и хранению запасных компонентов;
- время восстановления работоспособности каналов *УСБ* по каждой выполняемой каналом функции;
- перечень отказов *УСБ*, при которых предусматривается автоматическое приведение реакторной установки в состояние, при котором обеспечивается безопасность блока АС;
- программу и методику испытаний перед вводом каналов управления *УСБ* в эксплуатацию по проверке выполнения каналами функций, установленных в проектной документации.

Управляющие системы безопасности должны обеспечивать автоматическое и автоматизированное выполнение функций безопасности, предусмотренных проектом.

Команды автоматического управления *СБ* от *УСБ* должны иметь высший приоритет по сравнению с остальными командами. После автоматического запуска *УСБ* для блокирования действий оператора по отключению *СБ* в течение 10-30 минут в составе *УСБ* должны быть предусмотрены соответствующие средства автоматизации.

В *УСБ* должна быть предусмотрена непрерывная автоматическая диагностика работоспособности *систем управления*, а также периодическая диагностика исправности каналов *УСБ* и диагностика технологического оборудования с пультов блочного и резервного пунктов (щитов) управления в объеме прямой и полной проверки на соответствие проектным показателям при вводе в эксплуатацию, после ремонта и периодически в течение всего срока службы АС.

Спроектированная в соответствии с вышеприведенными принципами безопасности аппаратура аварийной защиты⁶⁴ должна состоять как минимум из двух независимых комплектов. Причем каждый комплект аппаратуры должен быть спроектирован так, чтобы во всем проектном диапазоне изменения технологических параметров реакторной установки обеспечивалось выполнение требуемой функции (аварийной защиты) не менее, чем тремя независимыми каналами по каждому технологическому параметру, по которому необходимо осуществлять защиту.

Аварийная защита должна быть так отделена от систем контроля и управления, чтобы повреждение или вывод из работы любого элемента системы контроля и управления не влияли на способность аварийной защиты выполнять свои функции. Выполнение функции аварийной защиты реактора не должно зависеть от наличия и состояния источников электропитания.

Поставляемые на энергоблок *УСБ*, в состав которых включены средства автоматизации, должны иметь сертификат соответствия

⁶⁴ *Аварийная защита (АЗ)* – функция безопасности, состоящая в быстром переводе активной зоны реактора в подкритическое состояние и поддержание ее в подкритическом состоянии; комплекс *систем безопасности*, выполняющих функцию аварийной защиты (АЗ). *Предупредительная защита (ПЗ)* – функция безопасности, обеспечиваемая системами контроля и управления реакторной установки для предотвращения срабатывания аварийной защиты и/или нарушений пределов и условий безопасной эксплуатации. Под системами (элементами) контроля и управления реакторной установки понимаются системы (элементы), предназначенные для контроля и управления *системами нормальной эксплуатации* реакторной установки. Под функцией безопасности понимается специфическая конкретная цель и совокупность обеспечивающих достижение этой цели действий, выполняемых оператором и/или автоматизированной или автоматической системой, направленных на предотвращение аварий и ограничение их последствий.

этих средств автоматизации федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии.

Классификация систем (элементов) АС по влиянию их отказов на безопасность АС. По влиянию отказов систем (элементов) АС на безопасность в проекте АС устанавливают следующие 4 *класса безопасности*.

К классу безопасности 1 относятся:

- твэлы;
- элементы АС, отказы которых являются исходными событиями запроектных аварий, приводящими к повреждению твэлов **с превышением пределов**, установленных для проектных аварий. (При проектном функционировании *систем безопасности*).

К классу безопасности 2 относятся:

- элементы, отказы которых являются исходными событиями, приводящими к повреждению твэлов **в пределах**, установленных для проектных аварий. (При проектном функционировании *систем безопасности* с учетом нормируемого для *проектных аварий* количества отказов в них);
- элементы *систем безопасности*, единичные отказы которых приводят к невыполнению соответствующими системами своих функций.

К классу безопасности 3 относятся:

- *системы, важные для безопасности*, не вошедшие в *классы безопасности 1 и 2*;
- системы (элементы), содержащие радиоактивные вещества, выход которых в окружающую среду (включая производственные помещения АС) при отказах превышает значения, установленные в соответствии с нормами радиационной безопасности;
- выполняющие контрольные функции радиационной защиты персонала и населения.

К классу безопасности 4 относятся:

- элементы *нормальной эксплуатации АС*, не влияющие на безопасность и не вошедшие в *классы безопасности 1,2,3*;
- элементы, используемые для управления аварией, не вошедшие в *классы безопасности 1,2,3*⁶⁵.

К элементам, отнесенным к *классу безопасности 4*, применяются требования общепромышленных нормативных документов.

Примеры классификационных обозначений систем и элементов: 2Н, 2НЗ.

Если элемент одновременно содержит признаки разных *классов безопасности*, то он должен быть отнесен к более высокому *классу безопасности*.

Участки, разделяющие элементы разных *классов безопасности*, относятся к более высокому *классу безопасности*.

В документах на разработку, изготовление и поставку оборудования указывается его принадлежность к *классам безопасности 1,2 и 3*.

Классификация оборудования по влиянию его отказов на безопасность представляет собой систему условных договоренностей и в силу того, что она зафиксирована в [7], она является обязательной при формировании других классификаций элементов АС.

Классы безопасности систем (элементов) назначаются разработчиком проекта реакторной установки и разработчиками проекта АС и используются для установления требований к этим системам и элементам⁶⁶.

Более высокому *классу безопасности* должны соответствовать более высокие требования к качеству оборудования и его обеспечению. Технические и организационные решения, принимаемые для обеспечения безопасности АС, должны быть апробированы прежним опытом или испытаниями, исследованиями, опытом эксплуатации прототипов и соответствовать требованиям нормативных документов.

⁶⁵ К *классу безопасности 4* относится и часть оборудования, которое используется для управления аварией, не вошедшая в *классы безопасности 1,2 и 3*. Например, ловушка для ядерного топлива, которая не имеет отказов, нарушающих нормальную эксплуатацию АЭС и могущих приводить к авариям. Не являясь оборудованием, влияющим на безопасность при нормальной эксплуатации и при проектных авариях, такая ловушка относится к *классу безопасности 4*, [242].

⁶⁶ Следует заметить, что *класс безопасности* системы (элемента) определяет требования к этой системе (элементу), применительно к конкретному проекту АС. Следовательно, требования к имеющим один и тот же класс безопасности однотипным системам (элементам), примененным в различных проектах, могут, вообще говоря, отличаться.

Рассмотрим ряд примеров присвоения класса безопасности конкретному оборудованию [242]. Первый пример - оборудование и аппаратура технологических защит. Если отказы оборудования технологических защит приводят к срабатыванию *систем безопасности* с последующим повреждением твэлов, то это оборудование имеет *класс безопасности 2*. Если срабатывание *систем безопасности* предотвращает повреждение твэлов, то это оборудование следует отнести к *3-му классу безопасности*.

Класс безопасности 3 имеет оборудование технологических защит, выполненных с резервированием, что предотвращает срабатывание *систем безопасности* в случае отказа одного из независимых каналов технологических защит.

Другой пример - трубопроводы контура теплоносителя, охлаждающие активную зону до отсекающей арматуры (первый контур, контур многократной принудительной циркуляции). Если в результате перемещений, взрывной волны и ударов разорванного трубопровода будет разрушен первый контур с последующим плавлением топлива, то трубопроводы следует отнести к *1-му классу безопасности*. Если отказ – разрыв трубопровода - может привести к аварии с потерей теплоносителя и если *системы безопасности* выполняют свою функцию, то последствия не превысят пределов для аварий. Если в этом случае происходит повреждение твэлов, то оборудование (трубопроводы) следует отнести ко *2-му классу безопасности*. Если повреждения твэлов не происходит, то это оборудование относится к *3-му классу безопасности*.

Классификация функциональных групп управляющих систем по категориям качества. Ниже изложены устанавливаемые в проекте требования к *управляющим системам нормальной эксплуатации, важным для безопасности АС, к управляющим системам безопасности АС* [21].

Качество выполняемых *УСВБ* функций, установленных в проектной документации, должно определяться в зависимости от влияния этих функций на безопасность блока АС и других условий эксплуатации. Для выполнения требований действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии все средства автоматизации *управляющих систем (УС)* по выполняемым функциям разделяют на *функциональные группы (ФГ)*, кото-

рые должны быть приняты в качестве элементов УС при классификации по влиянию выполняемых ими функций на безопасность.

В зависимости от влияния выполняемых функций на безопасность АС и других условий эксплуатации ФГ АС могут быть классифицированы по четырем категориям качества функциональных групп⁶⁷, каждой из которых соответствуют установленные требования к показателям этих ФГ.

К первой категории качества ФГ УС относятся:

- ФГ класса безопасности 2 УСВБ, для которых развитие аварии, если оно имеет место при отказе этих ФГ, происходит в течение промежутка времени, за который нельзя предпринять компенсирующие или восстановительные меры с целью обеспечения безопасного состояния АС.

Ко второй категории качества ФГ относятся:

- ФГ класса безопасности 2 УСВБ, для которых развитие аварии, если оно имеет место при отказе этих ФГ, происходит в течение промежутка времени, за который можно предпринять компенсирующие или восстановительные меры с целью обеспечения безопасного состояния АЭС;
- ФГ, обеспечивающие операторов информацией о параметрах, характеризующих состояние реакторной установки при проектных и запроектных авариях;
- средства автоматизации ФГ УС, которые находятся в необслуживаемых помещениях, где их ремонт и замена невозможны в течение длительного времени;
- ФГ классов безопасности 2 или 3 УСВБ, обеспечивающие:
 - оператора информацией, необходимой для:
 - автоматизированного управления с целью предотвращения нарушения пределов;
 - безопасной эксплуатации или уменьшения последствий аварии;
 - информацией, необходимой для расследования аварий;
- ФГ класса безопасности 2 или 3 УСВБ, обеспечивающие реализацию автоматизированного управления с целью предотвращения нарушения пределов безопасной эксплуата-

⁶⁷ Категория качества функциональной группы – совокупность качественных характеристик и количественных показателей свойств функциональной группы, установленная в проектной документации.

- ции или уменьшения последствий аварии.
- К третьей категории качества ФГ относятся:
- ФГ класса безопасности 2 или 3 УСВБ, не отнесенные к первой и второй категориям качества.
- К четвертой категории качества ФГ относятся:
- ФГ класса безопасности 4 УС, отказы которых не влияют на безопасность АС.

Классификационное обозначение ФГ УС, указываемое в проекте, должно включать класс безопасности ФГ (2,3 или 4), символ, обозначающий УС, в которую входит ФГ (У – управляющая система безопасности, Н – управляющая система нормальной эксплуатации), и категорию качества ФГ (К1, К2, К3, К4). Пример: 3НК3, где 3 – класс безопасности, Н – управляющая система нормальной эксплуатации, К3 – третья категория качества ФГ.

В зависимости от категории качества ФГ, к которой отнесена эта функциональная группа, качество этой ФГ в составе УСВБ должно определяться в проектной документации совокупностью показателей свойств ФГ, приведенных в табл. 1.1, в которой также приведены требования по обязательности обоснования в проекте показателей свойств для конкретной категории качества каждой ФГ.

Таблица 1.1

Показатели свойств функциональных групп

N п/ п	Свойство ФГ УС	Категория кач. ФГ УС		
		К1	К2	К3
1	Разнообразие	+	-	-
2	Многоканальность	+	+	-
3	Независимость	+	+	+
4	Надежность	+	+	+
5	Контролепригодность	+	+	+
6	Электромагнитная совместимость	+	+	+
7	Стойкость к механическим ВВФ	+	+	+
8	Стойкость к климатическим факторам	+	+	+
9	Сейсмостойкость	+	+	+
10	Пожаробезопасность	+	+	+
11	Стойкость в полях ионизирующего излучения для элементов систем, расположенных в зоне этих полей	+	+	-
12	Метрология	+	+	+
13	Стойкость к химическим реагентам	+	+	-

Условные обозначения: «+» - показатели свойства *ФГ* данной *категории качества* должны обосновываться в проекте в соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии; «-» - показатели свойств *ФГ* могут не обосновываться в проекте для указанной *категории качества ФГ*.

Показатели свойств *ФГ категории качества 4* здесь не регламентируются, поскольку они не влияют на безопасность АС.

Категория качества функциональной группы или средств автоматизации, входящих в ее состав, должна подтверждаться результатами выполнения следующих процедур контроля качества:

- заводские испытания;
- технологический прогон и проверка качества выполнения функций, установленных в проектной документации;
- приемочные испытания;
- сертификация (для УС и средств автоматизации, подлежащих обязательной сертификации);
- испытания на объекте;
- подтверждение качества выполнения функций в процессе эксплуатации:
- подтверждение соответствия проектным характеристикам;
- эпизодические испытания в процессе эксплуатации на электромагнитную совместимость (по инициативе эксплуатирующей организации);
- метрологические испытания;
- периодическое подтверждение надежности статистическими методами.

Классификация оборудования и работ по категориям обеспечения качества. Рассмотренная классификация оборудования АС по *классам безопасности* является обязательной. Однако эта классификация не учитывает все значимые для эксплуатации факторы. К таким факторам относятся, например,

- общепромышленная безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья персонала и населения;
- возможный экономический ущерб из-за снижения мощности или останова энергоблока, обусловленного отказами оборудования.

Хотя общепринятой и нормативно установленной классификации оборудования АС, которая бы учитывала вышеприведенные факторы, не суще-

ствует, в отрасли используются различные инженерные оценки для принятия решений о значимости оборудования и работ с точки зрения их важности для функционирования АС. Рассмотрим один из таких подходов подробнее.

Превентивное осуществление мер по уменьшению вероятности возможных отказов оборудования требует дополнительных экономических затрат. Могут быть произведены единовременные затраты на установку более надежного оборудования и/или дисконтированные затраты на более тщательное и дорогое эксплуатационное сопровождение этого оборудования. Дополнительные затраты будут экономически оправданы, если потенциальный ущерб, обусловленный простоем энергоблока, который может быть вызван вероятными отказами оборудования, будет больше, чем затраты на предотвращение самих отказов и их последствий⁶⁸. Тогда, сравнивая возможные затраты и ущерб, можно получить критерий для классификации оборудования, определяющий важность этого оборудования для экономичности функционирования АС.

Подобным образом вводятся *категории обеспечения качества для оборудования*, [244]. Понятие *категории обеспечения качества для оборудования* шире, чем понятие *класса безопасности*, однако, поскольку важнейшим фактором для эксплуатации является обеспечение ядерной и радиационной безопасности, то исходным критерием для отнесения системы или элемента к той или иной *категории обеспечения качества для оборудования* является наличие у них признаков соответствующего *класса безопасности*. На рис. 1.2. представлен алгоритм выбора *категорий обеспечения качества для оборудования*.

К оборудованию, для которого назначена более высокая *категория обеспечения качества для оборудования*, должны применяться более жесткие подходы и более консервативные требования при его проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации. Определение и соблюдение этих требований и является конечной целью применения классификации оборудования по *категориям обеспечения качества для оборудования*.

Из рис.1.2 видно, что при определенных условиях оборудованию более низкого *класса безопасности* может быть присвоена более высокая *категория обеспечения качества для оборудования*, а это значит, что требования к нему должны предъявляться также более высокие. Так, например, во вторую *категорию обеспечения качества для оборудования* попадают потенциально опасные для жизни и здоровья людей системы и элементы

⁶⁸ Такой подход требует расчетной оценки ущерба, которая зависит, в первом приближении, от суммы взвешенных технических, экономических, правовых, моральных и нравственных составляющих, характеризующих безопасность. Нормативной методики для расчета весов этих составляющих в настоящее время не имеется.

классов безопасности 3 и 4, а также оборудование, важное с точки зрения крупных экономических потерь в случае его отказа и с точки зрения опасности для окружающей среды.



Рис. 1.2. Схема определения категории обеспечения качества для оборудования [244].

Аналогичным образом могут быть введены *категории обеспечения качества для работ*, проводимых на оборудовании энергоблока, или услуг, оказываемых с целью проведения этих работ. При определении *категории обеспечения качества работ* учитывается:

- может ли работа привести к отказу элемента определенной *категории обеспечения качества для оборудования*;
- может ли работа привести к травматизму среди персонала;
- может ли работа привести к экономическому ущербу, сравнимо-му с простоем блока свыше определенного количества часов;
- выполняется ли хотя бы одно из условий:
 - уникальность, сложность, редкость работы;
 - необходимость усиленного контроля, административных мер или проверки хода и результата работы;
 - по окончании работы трудно проверить ее результат;
 - при эксплуатации трудно осуществить контроль за работой системы или ее ремонт;
 - важность работы с точки зрения потенциально возможного вредного влияния на окружающую среду;
 - имеется негативная статистика при выполнении данной работы или по отказам данной запчаст.

Категории обеспечения качества для работ могут не соответствовать *категориям обеспечения качества для оборудования*, на котором выполняются эти работы. Одной и той же работе, выполняемой на разном оборудовании, которому присвоены разные *категории обеспечения качества для оборудования*, могут быть присвоены разные *категории обеспечения качества для работы*. Разные работы, выполняемые на одном и том же оборудовании, могут иметь разные *категории обеспечения качества для работы*. При установлении требований к *категориям обеспечения качества для оборудования и для работы* следует проверять, чтобы эти требования не противоречили взаимосвязям между значимостью систем (элементов) и требованиями к работам, уже установленным в федеральных и нормах и правилах.

§1.5. Нормирование показателей надежности продукции

Под надежностью понимается комплексное свойство образца продукции сохранять во времени в установленных пределах значения всех своих количественных параметров и качественных признаков, характеризующих способность этого вида продукции выполнять требуемые функции⁶⁹ в заданном объеме. Например, *надежность* АС характеризует ее способность вырабатывать энергию определенных параметров в заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания и ремонтов, сохраняя во времени в требуемых пределах значения установленных эксплуатационных показателей (в том числе показателей выхода за предусмотренные границы радиоактивных продуктов и ионизирующего излучения).

Возможные состояния образца продукции. Рассмотрим с точки зрения *надежности* различные состояния образца продукции, в которых он может находиться при эксплуатации (при применении его по назначению, при хранении, при транспортировании).

Выделяют работоспособное состояние (работоспособность), то есть состояние образца продукции, при котором значения всех его параметров, характеризующих способность этой продукции выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и проектно-конструкторской документации на эту продукцию.

Если значение хотя бы одного параметра, обеспечивающего нормальное применение этой продукции по назначению, не соответствует заданным требованиям – то образец продукции находится в неработоспособном состоянии. Из множества *неработоспособных состояний* выделяют частично неработоспособные состояния, при которых образец продукции способен частично выполнять требу-

⁶⁹ Невыполнение нетребуемых функций не является проявлением ненадежности. Например, объем функций срабатывания какого-либо элемента защитной автоматики определяется заданными условиями срабатывания. Несрабатывание рассматриваемого элемента при нерасчетных условиях (несмотря на целесообразность срабатывания) являются проявлением технического несовершенства изделия, но не его ненадежности. Надежность и техническое совершенство характеризуют более общее свойство элемента – его эффективность.

мые функции, например, способен выполнять свои функции с пониженными показателями либо способен выполнять только часть функций.

Работоспособное состояние (работоспособность) образца продукции отличается от *исправного состояния (исправности)* образца продукции. Образец продукции в *исправном состоянии* соответствует всем требованиям нормативно-технической и проектно-конструкторской документации, а не только требованиям, характеризующим способность этой продукции выполнять заданные функции⁷⁰. Если образец продукции не соответствует хотя бы одному требованию соответствующей документации, то он *неисправен*⁷¹ и имеет один или несколько дефектов. *Работоспособное и исправное состояния* образца продукции может поддерживаться за счет его *технического обслуживания* и за счет его *ремонтов*.

Образец продукции может находиться в *предельном состоянии* – состоянии, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его *работоспособного состояния* невозможно или нецелесообразно. При достижении *предельного состояния* образец продукции должен быть снят с эксплуатации, направлен в *ремонт*, списан, уничтожен или передан для применения не по назначению. Критерии и признаки *предельного состояния* устанавливаются в нормативно-технической, проектно-конструкторской, эксплуатационной документации на продукцию⁷².

Продукцию делят на *технически обслуживаемую*, для которой *техническое обслуживание* предусмотрено документацией, и *тех-*

⁷⁰ Понятие «исправная продукция» близко к понятию «годная продукция», чаще применяемому при приемке. Годная продукция не содержит дефектов, препятствующих ее приемке, но может иметь допускаемые отклонения показателей качества или параметров.

⁷¹ *Работоспособный* образец продукции может быть *неисправным*, то есть не соответствовать хотя бы одному из требований документации, например, не удовлетворять эстетическим требованиям по внешнему виду, с учетом того, что ухудшение внешнего вида продукции не препятствует ее применению по назначению.

⁷² Экземпляр продукции может перейти в *предельное состояние*, оставаясь *работоспособным*, если его дальнейшее применение станет недопустимым по требованиям, например, безопасности, экономичности, эффективности и т.п.

тически необслуживаемую, для которой документацией не предусмотрено технического обслуживания.

Ремонт называется комплекс операций по восстановлению исправного или работоспособного состояния образца продукции при использовании его по назначению, хранении и транспортировании. Выделяют несколько видов ремонта. Рассмотрим основные из них. Капитальный ремонт выполняется для восстановления исправного состояния и полного (или близкого к полному) ресурса образца продукции с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Средний ремонт выполняется для восстановления исправного состояния и частичного восстановления ресурса образца продукции с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемом в объеме, установленном в нормативно-технической документации. Текущий ремонт выполняется для обеспечения или восстановления работоспособного состояния образца продукции и состоит в замене и/или восстановлении отдельных частей. Различают также регламентированный ремонт и ремонт по техническому состоянию. Регламентированный ремонт – плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния образца продукции в момент начала ремонта. Ремонт по техническому состоянию – ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в нормативно-технической документации, а объем и момент начала ремонта определяется техническим состоянием образца продукции. Планирование ремонтов оборудования по его техническому состоянию требует, как правило, наличия более развитых средств и методов контроля и диагностики для более точной оценки реального состояния этого оборудования

Техническим обслуживанием называется комплекс операций или операция по поддержанию работоспособного или исправного состояния образца продукции при использовании его по назначению, хранении, транспортировании.

Во время эксплуатации образца продукции может произойти его повреждение, то есть такое событие, в результате которого нарушается исправное состояние (продукция не соответствует всем требованиям документации), но при этом сохраняется работоспособное состояние этого образца продукции⁷³. Кроме повреждения, может

⁷³ Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Различают явные, скрытые, критические, значительные, малозначительные, устранимые и неустраиваемые дефекты. Скрытым дефектом является такой дефект, для выявления которого в нормативной доку-

произойти отказ образца продукции, то есть событие, заключающееся в нарушении *работоспособного состояния* образца этой продукции⁷⁴.

Переход из одного состояния образца продукции в другое обычно происходит вследствие *повреждения* или *отказа*. Переход из *исправного состояния* в *неисправное работоспособное состояние* происходит из-за *повреждения*. Переход образца продукции из *исправного состояния* в *неработоспособное состояние* происходит из-за *отказа* этого образца продукции.

Процесс перевода продукции из *неработоспособного состояния* в *работоспособное состояние* называется восстановлением. *Восстановление* включает определение характера *отказа* и места его возникновения, наладку и замену отказавшего элемента и контроль *работоспособности* продукции.

Продукция, для которой в рассматриваемой ситуации проведение *восстановления работоспособного состояния* предусмотрено в нормативно-технической и проектно-конструкторской документации, является восстанавливаемой продукцией по отношению к конкретному *отказу*. В противном случае, то есть когда проведение *восстановления работоспособного состояния* не предусмотрено документацией – продукция невосстанавливаемая по отношению к конкретному отказу. Энергоблоки и системы АС являются *восстанавливаемыми*. Они могут быть подвергнуты плановым и неплановым *ремонтам* (*восстановление работоспособности*) и *техническому обслуживанию* (*поддержание работоспособности*). В зависимости от характера *отказа*, приводящего к *предельному состоянию*,

ментации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены правила, методы и средства. Выявление скрытых дефектов на последующих этапах контроля или на стадии эксплуатации означает, что данный образец продукции, ошибочно считавшийся до этого годным, фактически является дефектным. Примеры дефектов – выход размера детали за пределы допуска, неправильная регулировка прибора и т.д. Термин «дефект» применяют при ремонте продукции и на этапе ее изготовления. (Термин «неисправность» - при эксплуатации, хранении и транспортировании продукции). Продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов, является браком.

⁷⁴ *Отказ* может возникнуть при наличии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник *отказ*, то есть образец продукции стал неработоспособным.

системы и элементы АС могут быть как *восстанавливаемыми*, так и *невосстанавливаемыми*.

Продукция, *ремонт* которой возможен и предусмотрен документацией, является *ремонтируемой* (ремонтпригодной). Если ремонт продукции невозможен или не предусмотрен документацией – продукция *неремонтируемая*⁷⁵. Перевод образца продукции из *предельного состояния* в *работоспособное состояние* осуществляется с помощью *ремонта*, при котором производится восстановление *ресурса* этого образца продукции. (Сам *ремонт* может состоять из нескольких операций, например: разборка, дефектовка, замена элементов, восстановление элементов, сборка). Деление продукции на *ремонтируемую* и *неремонтируемую* связано с возможностью *восстановления работоспособного состояния* путем *ремонта*, что предусматривается при разработке конкретного вида продукции и обеспечивается при ее изготовлении и эксплуатации.

Системы и элементы (оборудование) АС подразделяют на *ремонтируемые* и *обслуживаемые* только в период остановки энергоблока АС (например, оборудование, расположенное в необслуживаемых помещениях) и *ремонтируемые* и *обслуживаемые* как при остановленном, так и при работающем энергоблоке.

Для *неремонтируемой* продукции выделяют два вида *предельных состояний*. Первый совпадает с *неработоспособным состоянием*. Второй обусловлен тем, что дальнейшая эксплуатация еще *работоспособной* продукции оказывается недопустимой в связи с недопустимостью или нецелесообразностью этой эксплуатации. Во втором случае переход *неремонтируемого* образца продукции в *предельное состояние* происходит до потери им своей *работоспособности*.

Для *ремонтируемой* продукции могут быть выделены два и более видов *предельных состояний*. Критерии этих *предельных состояний* должны быть установлены в документации. Например, достижение определенного в документации первого или какого-либо второго *предельного состояния* потребует прекращения применения образца продукции по назначению и отправки его в *ремонт* (средний, капитальный), а достижение третьего *предельного состояния* потре-

⁷⁵ *Неремонтируемая* продукция может являться *технически обслуживаемой*.

Заметим также, что образец продукции может быть *ремонтируемым*, но *невосстанавливаемым* в конкретной ситуации применительно к конкретному отказу.

бует окончательного прекращения применения этого образца продукции по назначению.

Виды отказов продукции. Критерии *отказа* (признаки нарушения *работоспособности*) устанавливаются в документации. Например, критерием *отказа* может быть выход за пределы установленных допусков любого параметра, влияющего на *работоспособность* продукции. В критерии *отказа* могут входить и качественные признаки. Критерии *повреждения* устанавливаются как совокупность признаков *неисправного, но работоспособного состояния*.

Для сравнительной оценки отказов вводится понятие *критичности отказа*, под которым понимают совокупность признаков, характеризующих последствия *отказов* (прямые и косвенные потери, затраты труда и времени на устранения последствий этих *отказов*). Классификация по *критичности отказов* проводится на основе логической, функциональной и вероятностной связей между *отказами* и подлежит согласованию между заказчиком и разработчиком продукции. *Отказ* продукции одного вида может рассматриваться как *критический* или несущественный в зависимости от того, рассматривается продукция как таковая или она является составной частью продукции другого вида. Несущественный *отказ* продукции одного вида, входящей в состав более сложной и ответственной продукции, может рассматриваться как существенный и даже *критический* в зависимости от последствий *отказа* указанной сложной продукции. Принятая классификация *отказов* по их последствиям используется, в свою очередь, при нормировании *надежности*, в частности, для обоснования выбора номенклатуры и численных значений нормируемых показателей *надежности*.

Следует заметить, что большую опасность могут представлять *отказы* по общей причине (см. §1.4), цепочки *зависимых отказов* (*отказов*, причины которых обусловлены другими *отказами*) или временное наложение *независимых отказов* (не обусловленных другими *отказами*).

Для продукции, предназначенной для эксплуатации на АС, выделяют также группу *опасных отказов*, в результате которых возникает угроза безопасности людей и/или значительный материальный и/или моральный ущерб. При этом выделяют три рода *опасных отказов*: 1- *отказы*, приводящие к нарушению безопасности АС и к авариям; 2- *отказы*, приводящие к нарушению условий и/или пре-

делов безопасной эксплуатации; 3- *отказы*, приводящие к нарушению нормальной эксплуатации и характеризующиеся большим ущербом. *Опасные отказы* 1-го и 2-го рода образуют группу радиационно опасных *отказов*.

При разработке систем и элементов, у которых возможны *опасные отказы*, должна предусматриваться возможность непрерывного и/или периодического (в зависимости от влияния этих систем и элементов на безопасность) контроля их технического состояния.

У систем и элементов АС, подвергающихся непрерывному контролю *работоспособности*, возможны только *явные отказы*, которые обнаруживаются персоналом или средствами контроля в момент их возникновения при подготовке продукции к применению или в процессе ее применения по назначению. Для остальных систем и элементов АС различают *явные отказы*, *скрытые отказы*, которые обнаруживаются персоналом или средствами контроля спустя определенное время после своего возникновения, например, при проведении технического обслуживания и *необнаруженные отказы*. *Скрытые отказы* обнаруживаются при проведении периодического контроля *работоспособности*. Они характерны также для систем и элементов, работающих в сложном режиме, включающем режим ожидания.

Для систем и элементов АС, которые функционируют в сложном режиме, включающем режим ожидания, функционирование которых заключается в ожидании, срабатывании и, возможно, последующей работе в течение некоторого времени, различают *отказы* двух видов: *несрабатывание (оперативное несрабатывание) на требование* и *ложное срабатывание*, то есть включение в работу при отсутствии соответствующего требования.

Отказы продукции могут быть классифицированы не только по вызываемым этими *отказами* последствиям, но и по другим своим признакам.

Выделяют такой вид *отказов*, как *сбой*, то есть самоустраняющийся *отказ* или *отказ*, который может быть устранен без ремонта, например, путем воздействия оператора на органы управления. Примером сбоя является зависание программы⁷⁶.

⁷⁶ При многократном возникновении одного и того же самоустраняющегося *отказа* его называют *перемежающимся отказом*.

Различают внезапный отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров продукции, наступление которого не может быть предсказано предварительным контролем или диагностированием, и постепенный отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров продукции. Эти два термина условно разделяют *отказы* в зависимости от возможности прогнозирования момента их наступления. При *постепенном отказе* имеется возможность предупредить наступление этого *отказа* и принять меры по устранению нежелательных последствий. Зарождение трещины из дефекта может происходить достаточно медленно, при этом собственно сам *отказ* (течь) может произойти достаточно быстро. Если своевременное обнаружение несквозной трещины оказалось невозможным, то *отказ* придется признать *внезапным*. По мере совершенствования расчетных методов и средств контроля работоспособности, позволяющих своевременно обнаруживать причины и источники возможных *отказов* и прогнозировать их развитие во времени, все большее число *отказов* будет относиться к категории *постепенных*.

При анализе *надежности* различают ранние отказы, когда проявляется влияние дефектов, не обнаруженных в процессе изготовления, испытаний и приемочного контроля, и поздние деградационные отказы, обусловленные естественными процессами старения, физического изнашивания, коррозии и усталости. *Деградационные отказы* происходят на заключительной стадии эксплуатации продукции, когда вследствие естественных процессов эта продукция и ее составные части приближаются к своему *предельному состоянию* по условиям физического износа⁷⁷. *Деградационные отказы* могут происходить при соблюдении правил и норм проектирования, изготовления и эксплуатации продукции. Полное время работы продукции и межремонтные временные интервалы выбирают такими, чтобы вероятности возникновения *деградационных отказов* в пределах этих временных сроков были меньше допустимых значений.

Вероятность возникновения *ранних отказов*, не обнаруженных при изготовлении и испытаниях продукции, может быть уменьшена путем проведения специальных технологических операций при

⁷⁷ *Отказ*, в результате которого продукция достигает *предельного состояния*, называют также *ресурсным отказом*.

изготовлении каждого экземпляра продукции - приработки этого экземпляра продукции, его ускоренного старения, обкатки или технологического прогона. Проведение при изготовлении продукции таких технологических операций позволяет увеличить продолжительность последующей работы или число рабочих циклов экземпляров этой продукции от начала эксплуатации до первого *отказа*, а также продолжительность работы от окончания восстановления *работоспособности* ремонтпригодной *восстанавливаемой* продукции после *отказа* до возникновения следующего *отказа*.

Подобные технологическому прогону технологические операции могут быть очень эффективны с точки зрения повышения надежности продукции, но они, как правило, занимают много времени, что, в свою очередь, приводит к удорожанию продукции, поэтому решение об их проведении принимается после предварительного технико-экономического анализа последствий *ранних отказов*, возможных при эксплуатации особо ответственной продукции. Режимы этих технологических операций подбирают такими, чтобы параметры этих режимов не могли оказать отрицательного влияния на показатели остаточной надежности (безотказности, долговечности) образцов продукции, подвергнутых этим операциям⁷⁸.

С целью установления стадии жизненного цикла продукции, на которой следует провести мероприятия для устранения причин *отказов*, применяется классификация *отказов* по причинам их возникновения. Можно выделить *конструктивные отказы*, возникающие по причинам, связанным с несовершенством или нарушением установленных правил и/или норм проектирования и конструирования; *производственные отказы*, возникающие по причинам, связанным с нарушением установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии; *эксплуатационные отказы*, возникающие по причинам, связанным с нарушением установленных правил и/или условий эксплуатации.

⁷⁸ Внешние воздействия предельной интенсивности и длительности при различного вида испытаниях и проверках образца продукции также могут отрицательно сказаться на показателях его остаточной надежности, что необходимо учитывать при решении вопроса о дальнейшем использовании подвергнутого испытаниям образца.

Основные составляющие надежности. Комплексное понятие *надежность* включает в себя *безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость*⁷⁹.

С понятием «*надежность*» через понятие «*отказ*» связаны показатели безопасности⁸⁰.

Под *безотказностью* понимается свойство продукции непрерывно сохранять свое *работоспособное состояние* в течение некоторого времени или при выполнении некоторого объема работ. Показатели *безотказности* могут вводиться по отношению к какому-либо одному или по отношению к нескольким видам *отказов* с указанием критериев этих *отказов*.

Под *долговечностью* понимается свойство продукции сохранять *работоспособное состояние* до наступления *предельного состояния* при установленной системе *технического обслуживания и ремонта*.

Под *ремонтпригодностью* понимается свойство продукции, заключающееся в ее приспособленности к поддержанию и восстановлению *работоспособного состояния* путем *технического обслуживания и ремонта*. Эта приспособленность включает в себя возможности предупреждения и обнаружения причин возникновения *отказов* и устранения их последствий. В более широком смысле это свойство характеризует пригодность продукции к восстановлению не только *работоспособности*, но и *исправности*.

Под *сохраняемостью* понимается свойство продукции непрерывно (в течение и после хранения и/или транспортирования) сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности этой продукции выполнять требуемые функции (сохранять *работоспособное состояние*), противостоять неблагоприятным воздействиям, условиям, продолжительности хранения и транспортирования. Требования по *сохраняемости* могут выра-

⁷⁹ При необходимости выделяются также понятия *режимной управляемости, устойчивоспособности, обитаемости* и пр.

⁸⁰ Под граничным между понятиями *надежность* и *безопасность* понятием *живучесть* понимают свойство продукции сохранять при воздействии внешних факторов ограниченную *работоспособность* при наличии *дефектов* или *повреждений* (например, сохранение несущей способности конструкции при возникновении усталостных трещин, размеры которых не превысят заданных значений), а также при *отказе* некоторых элементов продукции.

жаться в том, чтобы образцы продукции после хранения находились в таком же состоянии, как и к моменту начала их хранения, то есть, чтобы после хранения продукция удовлетворяла требованиям *безотказности, долговечности и ремонтпригодности*, предъявляемым к этой продукции на момент начала хранения. В отдельных случаях требования *по сохраняемости* формулируются в виде более слабых требований относительно уровня аналогичных требований к новой продукции. Например, требуется, чтобы после хранения образцы продукции имели достаточный запас *работоспособности* и их технические параметры, характеризующие их *безотказность* и *долговечность*, находились в заданных пределах.

Временные характеристики надежности. При определении временных характеристик надежности следует различать понятия *ресурс* и *срок службы*. Под *ресурсом* понимается возможная или реально достигнутая суммарная продолжительность работы образца продукции данного вида от начала его эксплуатации (или возобновления эксплуатации после *ремонта*) до перехода его в *предельное состояние*. *Технический ресурс* представляет собой запас возможной *наработки* образцов продукции, то есть возможный запас продолжительности работы или объема работ образцов продукции данного вида. *Наработка* может выражаться как непрерывной величиной (продолжительностью работы в часах, например), так и дискретной величиной (числом допустимых рабочих циклов «запуск-останов») и т.п.

Наиболее часто на практике используют два показателя *наработки*: *наработка до отказа*, под которой понимается *наработка* образца продукции от начала его эксплуатации до первого *отказа*, и *наработка между отказами*, то есть *наработка* образца продукции от окончания восстановления его *работоспособного состояния* после *отказа* до возникновения следующего *отказа*.

Для *неремонтируемой* продукции, *ремонт* которой невозможен или не предусмотрен документацией, *ресурс* совпадает с продолжительностью пребывания продукции в *работоспособном состоянии* в режиме ее применения по назначению, если переход ее в *предельное состояние* обусловлен только возникновением *отказа*.

Поскольку средний или капитальный *ремонт* *ремонтируемой* продукции позволяет частично или полностью восстановить *ресурс*, то отсчет *наработки* при исчислении *ресурса* возобновляют по

окончании такого *ремонта*, различая в связи с этим доремонтный, межремонтный, послеремонтный и полный (до списания) *ресурс*. Доремонтный *ресурс* исчисляют до первого среднего (капитального) *ремонта*. Послеремонтный ресурс отсчитывают от последнего среднего (капитального) *ремонта*. Полный *ресурс* отсчитывают от начала эксплуатации образца продукции до его перехода в *предельное состояние*, соответствующее окончательному прекращению его эксплуатации.

Под *сроком службы* понимают возможную или реально достигнутую *календарную* продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации образца продукции данного вида (или от возобновления его эксплуатации после *ремонта*) до его перехода в *предельное состояние*. Перерывы в работе входят составной частью в *срок службы*.

По аналогии с определениями понятий ресурсных характеристик могут быть введены *доремонтный, межремонтный и полный* (до списания) *срок службы*. *Полный срок службы*, как правило, включает продолжительности всех видов *ремонта* и *время* (продолжительность) *восстановления работоспособного состояния* продукции.

Соотношение численных значений *ресурса* и *срока службы* зависит от интенсивности использования продукции данного вида.

Для задания требований по *сохраняемости* продукции используется такая характеристика как *срок сохраняемости*, определяемый как календарная продолжительность хранения и/или транспортирования образцов продукции, в течение которой сохраняются в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность продукции выполнять заданные функции (*работоспособность*). Различают *сохраняемость* продукции до ввода в эксплуатацию и *сохраняемость* продукции в период эксплуатации (при перерывах в работе). В последнем случае *срок сохраняемости* входит составной частью в *срок службы*.

По истечении *срока сохраняемости* продукция должна соответствовать требованиям *безотказности, долговечности и ремонтпригодности*, установленным в документации. В случае, если для продукции по истечении *срока сохраняемости* эти требования могут быть снижены относительно уровня требований на аналогичную новую продукцию, не находившуюся на хранении, то в техническом задании должны быть приведены требования по показателям на-

дежности продукции как находившейся на хранении, так и не находившейся на хранении.

Под остаточным ресурсом понимают возможную суммарную продолжительность (или объем) работы продукции от момента контроля ее технического состояния до перехода в *предельное состояние*. Аналогично определяется *остаточный срок службы*.

При формулировании требований к продукции в техническом задании пользуются также понятиями назначенный ресурс, под которым понимают возможную суммарную продолжительность (или объем) работы, при достижении которой эксплуатация образцов продукции должна быть прекращена независимо от их технического состояния, и назначенный срок службы, под которым понимают возможную календарную продолжительность эксплуатации образцов продукции, при достижении которой эксплуатация этой продукции должна быть прекращена независимо от ее технического состояния. (Аналогично определяется *назначенный срок хранения*.)

Следует отметить, что понятия *назначенный ресурс* и *назначенный срок службы* не являются показателями собственно *надежности*. Они являются технико-экономическими характеристиками. Однако при установлении численных значений *назначенного срока службы* и *назначенного ресурса* принимают во внимание прогнозируемые (или достигнутые) показатели *надежности*. Например, если установлены требования по безопасности, то *назначенный срок службы* (или *назначенный ресурс*) должен соответствовать близким к единице значениям *вероятности безотказной работы* по отношению к *критическим отказам*.

Цель введения *назначенного срока службы* и *назначенного ресурса* – обеспечить до перехода образцов продукции в *предельное состояние* принудительное заблаговременное прекращение применения этих образцов продукции по назначению, исходя из требований безопасности или технико-экономических соображений. Поэтому *назначенный ресурс* ($T_{p,n}$) и *назначенный срок службы* ($T_{сл,n}$) могут быть меньше соответственно *ресурса (технического ресурса)* и *срока службы*, установленных для продукции данного вида.

При выработке образцами продукции *назначенного ресурса* должно быть принято решение (предусмотренное нормативно-технической документацией) о направлении этих экземпляров продукции в средний или капитальный *ремонт*, или об их списании, или о их проверке и установлении нового *назначенного ресурса (назначенного срока службы, назначенного срока хранения)*, или о передаче этих образцов продукции для применения не по назначению, или об их переконсервации (при их хранении) и т.д. Обоснованное в установленном порядке решение о назначении нового *назначенного ресурса* позволяет продолжить эксплуатацию этих образцов продукции.

При установлении конкретных значений показателей *надежности* используют следующие допущения. *Наработка до отказа* и *наработка между отказами*, а также такие показатели, как *ресурс* и *срок службы* зависят от большого числа факторов - разброса свойств исходных материалов, элементов, соединений элементов продукции, а также от изменчивости (во времени и в пространстве) параметров, характеризующих внешние нагрузки и воздействия на эту продукцию. Часть из этих факторов не может быть проконтролирована, а остальные могут быть заданы с той или иной неопределенностью⁸¹. Поэтому точно определить *наработку*, *ресурс* и *срок службы* как величины, характеризующие механические, физические и другие свойства индивидуального образца продукции, до наступления *отказа* невозможно. Опыт эксплуатации показывает, что как *наработка до отказа*, так и *наработка между отказами* при эксплуатации разных экземпляров продукции одного вида обнаруживает значительный статистический разброс. Следовательно, до наступления *отказа* о величинах *наработки до отказа*, *наработки между отказами*, о величинах *ресурса* и *срока службы* можно говорить только с какой-либо вероятностью. Поэтому на стадии разработки продукции показатели *надежности* трактуют как характеристики вероятностных моделей, на основе которых прогнозируются значения этих показателей для данного вида продукции.

Следует отметить, что применение статистических методов к оценке показателей *надежности* уникальной и малосерийной продукции ограничено. Для единичных *восстанавливаемых (ремонтноремных)* образцов продукции, для которых допускаются многократные *отказы*, при описании последовательности подобных *отказов* применяются модели потока случайных событий. Если продукция собирается из элементов массового производства, то расчет показателей *надежности* продукции в целом может быть проведен с использованием статистических оценок показателей надежности элементов, составляющих эту продукцию. А на основании требований к *надежности* продукции в целом с использованием статистических методов устанавливают требования *надежности* к элементам этой продукции.

⁸¹ Возможный разброс значений этих факторов может служить одной из характеристик технологической культуры, дисциплины и уровня технологии.

На этапах экспериментальной отработки продукции, ее испытаний и эксплуатации роль показателей *надежности* выполняют расчетно-экспериментальные статистические (точечные или интервальные) оценки соответствующих вероятностных характеристик *надежности*. При этом показатели *надежности* составных частей продукции определяют по результатам специальных испытаний и эксплуатации и затем рассчитывают показатели *надежности* продукции в целом.

В зависимости от оцениваемых свойств могут проводиться испытания на *безотказность*, *долговечность*, *ремонтпригодность* и *сохраняемость*. В частности, проводят ресурсные испытания, которые относятся к испытаниям на *долговечность*. Оценка значений показателей *надежности* при испытаниях проводится с заданной точностью (то есть при заданной погрешности) и с заданной достоверностью (то есть при заданном уровне доверительной вероятности).

Путем экстраполирования расчетных и экспериментальных оценок показателей *надежности* на другую продолжительность эксплуатации или на другие условия эксплуатации определяют значения экстраполированных показателей *надежности*.

Показатели *надежности*. Среди показателей *надежности* можно выделить группы показателей, характеризующих отдельные свойства *надежности* - *безотказность*, *долговечность*, *ремонтпригодность*, *сохраняемость* и группу комплексных показателей *надежности*, которые количественно характеризуют не менее двух свойств *надежности*. К комплексным показателям *надежности* относятся следующие показатели.

Коэффициент использования мощности АС (энергоблока), $K_{и.м}$ – отношение количества выработанной АС (или энергоблоком) энергии за заданное календарное время эксплуатации к количеству энергии, которую бы они выработали за то же время, работая непрерывно на номинальной мощности.

Коэффициент обеспечения требуемой мощности, $K_{о.т.м}$ – отношение количества выработанной АС (или энергоблоком) энергии за заданное календарное время эксплуатации к количеству энергии, которую бы они выработали за то же время, работая в соответствии с графиком требуемой мощности.

Коэффициент готовности, K_g – вероятность того, что образец продукции окажется в *работоспособном состоянии* в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых его применение по назначению не предусматривается:

$$(1.1)$$

где T – средняя наработка на отказ, T_B – среднее время восстановления. Коэффициент готовности характеризует готовность образца продукции к применению по назначению в отношении его *работоспособности*.

Значения показателя K_g могут быть установлены отдельно по отношению к разным уровням мощности энергоблока.

Коэффициент оперативной готовности, $K_{o.g}$ – вероятность того, что образец продукции окажется в *работоспособном состоянии* в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение его по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени. Коэффициент оперативной готовности характеризует *надежность* образца продукции, необходимость применения которого возникает в произвольный момент времени, после чего требуется его безотказная работа в течение заданного интервала времени.

Возможно использование показателей $(1-K_g)$ и $(1-K_{o.g})$, называемых соответствующими коэффициентами неготовности.

Коэффициент технического использования, $K_{т.и}$ – отношение математического ожидания суммарного времени пребывания образца продукции в *работоспособном состоянии* за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени его пребывания в *работоспособном состоянии* и простоев, обусловленных его техническим обслуживанием и *ремонт* за тот же период. Коэффициент технического использования характеризует долю времени нахождения образца продукции в *работоспособном состоянии* относительно общей продолжительности его эксплуатации.

Коэффициент сохранения эффективности, $K_{э.ф}$ – отношение значения какого-либо показателя эффективности использования образца продукции по назначению за определенную продолжительность эксплуатации к номинальному значению этого показателя, вычисленному при условии, что *отказы* рассматриваемого образца продукции в течение того же периода не возникают. Коэффициент

сохранения эффективности характеризует степень влияния отказов на эффективность применения экземпляра продукции по назначению.

Для конкретного вида продукции содержание понятия эффективность определяется в техническом задании, на основе чего определяется показатель $K_{эф}$ и нормируются его значения. Для АС и энергоблоков в качестве коэффициента сохранения эффективности могут использоваться коэффициент использования мощности ($K_{и.м}$) и коэффициент обеспечения требуемой мощности ($K_{о.т.м}$). Для систем и элементов с 2-мя и более возможными уровнями работоспособности в качестве $K_{эф}$ может быть принято отношение фактически произведенной работы за время эксплуатации либо к работе, которую данная система или элемент могли бы выполнить, работая на номинальной мощности или производительности (аналог $K_{и.м}$), либо к требуемой работе (аналог $K_{о.т.м}$).

Показатели безотказности. На практике используются следующие показатели безотказности.

Вероятность безотказной работы, $P(t)$ – вероятность того, что в пределах заданной наработки (продолжительности или объема работы) отказ образца продукции невозможен.

Значение вероятности отказа не определяет масштаб вызываемых отказом последствий. Наоборот, к системам и элементам АС, у которых возможны опасные отказы, предъявляют повышенные требования к надежности. Например, при эксплуатации АС должна быть обеспечена безопасность при сейсмических воздействиях до максимального расчетного землетрясения ($MPЗ$) включительно и выработка электроэнергии при сейсмических воздействиях до проектного землетрясения ($ПЗ$) включительно. ($MPЗ$, $ПЗ$ – землетрясения максимальной интенсивности на площадке АС, повторяемость один раз в 10000 и 1000 лет, соответственно). Поэтому система антисейсмической защиты проектируется с учетом более высоких требований к ее надежности, чем оборудование систем нормальной эксплуатации.

Пусть в момент $t=0$ начала исчисления наработки образец продукции находился в работоспособном состоянии. Наработка от начального момента до возникновения отказа T является случайной величиной. Тогда вероятность безотказной работы $P(t)$ этого образца продукции за время $[0, t]$ является функцией наработки и определяется как

$$\begin{aligned}
P(t) &= P\{T > t\} = P\{v_*(t_1) < v(t_1) < v_{**}(t_1); 0 \leq t_1 \leq t\} = 1 - F(t); \\
dP(t) &= -f(t)dt; \\
\hat{P}(t) &= 1 - \frac{n(t)}{N},
\end{aligned}
\tag{1.2}$$

где $F(t), f(t)$ – функция распределения и плотность распределения *наработки до отказа*; v_* и v_{**} – предельные по условиям *работоспособности* значения параметра, характеризующего способность продукции выполнять свои функции; $\hat{P}(t)$ – точечная статистическая оценка для *вероятности безотказной работы* в интервале времени $[0, t]$; $n(t)$ – число образцов продукции, отказавших за время $[0, t]$; N – число образцов продукции, работоспособных в начальный момент времени. Вероятность того, что образец продукции откажет хотя бы один раз в течение интервала времени $[0, t]$, равна $F(t)$. Достоверность оценки вероятности безотказной работы увеличивается с увеличением объема выборки N ⁸².

Показатель $P(t)$ может быть задан для требуемых видов *отказов*.

Гамма-процентная наработка до отказа, T_γ – наработка (продолжительность или объем работы), в течение которой *отказ* образца продукции не возникнет с вероятностью γ , выраженной в процентах, определяется корнем выражения:

$$P(T_\gamma) = \frac{\gamma}{100}. \tag{1.3}$$

Гамма-процентные показатели равны квантилям распределения *наработки до отказа*. Если для показателей безотказности задавать значения вероятности равные, например, 90, 95, 99, 99,5%, то вероятности возникновения *отказа* за время $[0, t]$ будут составлять 0,1; 0,05; 0,01; 0,005. Для критических *отказов* или высоконадежных элементов задают γ близким к 100%, чтобы сделать критические *отказы* практически невозможными событиями. Для прогнозирования потребности в запасных частях и ремонтных мощностях могут

⁸² Для продукции дискретного применения *вероятность безотказной работы* можно определить как вероятность того, что при срабатывании образца продукции *отказ* не возникнет.

использоваться более низкие гамма-процентные показатели, например, $\gamma=50\%$.

Статистические оценки для гамма-процентных показателей получают либо непосредственно на основе статистики, либо путем аппроксимации эмпирических кривых распределений подходящими аналитическими распределениями.

Средняя наработка до отказа, T_{cp} – математическое ожидание наработки образца продукции до первого отказа:

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} tf(t)dt = \int_0^{\infty} [1 - F(t)]dt = \int_0^{\infty} P(t)dt; \quad (1.4)$$

$$\hat{T}_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_j,$$

где \hat{T}_{cp} – статистическая оценка для *средней наработки до отказа*; T_j – *наработка до первого отказа* каждого из образцов продукции. Соотношение (1.4) соответствует плану испытаний, при котором все образцы продукции испытываются до *отказа*.

Средняя наработка на отказ, T_0 – отношение суммарной *наработки восстанавливаемого (ремонтируемого)* образца продукции к математическому ожиданию числа его *отказов* в течение этой *наработки*:

$$T_0 = \frac{T}{M\{r(T)\}}; \quad (1.5)$$

$$\hat{T}_0 = \frac{T}{r(T)},$$

где T – суммарная *наработка*; $r(T)$ – число *отказов*, наступивших в течение этой *наработки*; $M\{r(T)\}$ – математическое ожидание этого числа. Для стационарных потоков *отказов средняя наработка на отказ* от времени не зависит.

Если партия однотипных образцов продукции эксплуатируется в статистически однородных условиях и поток *отказов* стационарный, то при статистической оценке величины \hat{T}_0 можно заменить T на сумму наработок всех образцов, а $r(T)$ – на суммарное число

отказов этих образцов⁸³. В этом случае можно аналогично ввести показатель T_o для *невосстанавливаемой (неремонтируемой)* продукции.

Для экспоненциальных законов надежности величина \hat{T}_0 может быть оценена выражением:

$$\hat{T}_0 = \left(\frac{1}{\hat{T}_{00}} \cdot \frac{1}{1 + ft_\phi} + \frac{1}{\hat{T}_{o.\phi}} \cdot \frac{ft_\phi}{1 + ft_\phi} \right)^{-1}, \quad (1.6)$$

где \hat{T}_{00} – *средняя наработка на отказ* в режиме ожидания; $\hat{T}_{o.\phi}$ – *средняя наработка на отказ* в режиме выполнения функций; f – частота требований на срабатывание образца продукции в режиме ожидания; t_ϕ – время выполнения образцом продукции своей функции. Для быстродействующих систем и элементов $t_\phi \rightarrow 0$ и $\hat{T}_0 \rightarrow \hat{T}_{oo}$.

Могут быть использованы аналогичные частные характеристики по видам *отказов*, например, *наработка на опасные отказы*⁸⁴. Если возможны ложные срабатывания образцов продукции, то наряду с T_o устанавливается *средняя наработка на отказ* типа «ложного срабатывания» T_x .

Показатель *средней наработки на отказ* часто применяют к *восстанавливаемой продукции*, при эксплуатации которой допускаются многократно повторяющиеся несущественные отказы. То есть к продукции, которая начинает работать и продолжает работать до первого *отказа*, затем после *отказа* производится восстановление ее *работоспособности*, и продукция снова работает до *отказа* и т.д.

Для систем и элементов, работающих в *сложном режиме средней наработки на отказ* (T_o и T_x), должна учитываться возможность *отказа* в режиме ожидания и в режиме выполнения функции, то есть в течение всего периода работы этих систем и элементов.

⁸³ Учет *отказов* партии продукции позволяет сократить время, необходимое для статистического оценивания показателя *средней наработки на отказ* для данного вида продукции.

⁸⁴ Значения *наработок на опасные отказы* 1-го рода используются при проведении вероятностного анализа безопасности.

Интенсивность отказов, $\lambda(t)$ – условная плотность вероятности возникновения *отказа*, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени *отказ* не возник:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = - \frac{1}{P(t)} \cdot \frac{dP(t)}{dt}$$

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N \Delta t},$$
(1.7)

где $\hat{\lambda}(t)$ – статистическая оценка интенсивности отказов. Для высоконадежных систем и элементов $P(t) \cong 1$ и $\lambda(t) = f(t)$.

Параметр потока отказов, $\mu(t)$ – отношение математического ожидания числа *отказов восстанавливаемого* образца продукции за достаточно малую его *наработку* к значению этой *наработки*:

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M \{r(t + \Delta t) - r(t)\}}{\Delta t},$$

$$\hat{\mu}(t) = \frac{r(t_2) - r(t_1)}{t_2 - t_1},$$
(1.8)

где $\hat{\mu}(t)$ – статистическая оценка *параметра потока отказов*. Если поток отказов стационарный, то r от времени не зависит и $\hat{\mu} = 1/\hat{T}_0$.

Вероятность срабатывания на требование, $P_{с.т}$ – вероятность того, что, при поступлении требования на включение образца продукции, он включится и выполнит свои функции. Оценка $P_{с.т}$ определяется как отношение числа случаев успешного выполнения функции к общему числу требований на включение.

Вероятность оперативного срабатывания на требование, $P_{о.с.т}(t_\phi)$ – вероятность того, что, при поступлении требования на включение в работу образца продукции, он включится и выполнит заданную функцию в течении определенного времени. Оценка $P_{о.с.т}$ определяется как отношение числа успешных оперативных срабатываний образца продукции к общему числу требований на оперативное срабатывание за период нахождения этого образца продукции в режиме ожидания.

Показатели $P_{с.т}$ и $P_{о.с.т}$ характеризуют *безотказность* и *эффективность срабатывания систем или элементов, выполняющих функции безопасности*, применительно к *опасным отказам 2-го рода* как

скрытым (в режиме ожидания), так и явным (в режиме выполнения функции). Предполагается, что для этих систем или элементов регламентом предусмотрено *восстановление работоспособного состояния* после отказа, причем в течение времени *восстановления работоспособного состояния* систем или элементов требование на их срабатывание поступить не может. В отличие от показателей $P_{c.m}$ и $P_{o.c.m}$ показатели K_2 и $K_{o.2}(t_{\phi})$ учитывают возможность поступления заявки на срабатывание системы или элемента в период нахождения их в неплановом ремонте.

Возможно использование показателей $(1 - P_{c.m})$ и $(1 - P_{o.c.m})$, называемых соответствующими вероятностями несрабатывания.

Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. На практике используются следующие статистические показатели *долговечности*.

Гамма-процентный ресурс, T_{γ} – суммарная *наработка*, в течение которой образец продукции не достигнет *предельного состояния* с вероятностью γ , выраженной в процентах. Вводится аналогично *гамма-процентной наработке до отказа*.

Средний ресурс, T_p – математическое ожидание ресурса. Вводится аналогично *средней наработке до отказа*.

Гамма-процентный срок службы, $T_{сл\gamma}$ – календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой образец продукции не достигнет *предельного состояния* с вероятностью γ , выраженной в процентах. Вводится аналогично *гамма-процентной наработке до отказа*.

Средний срок службы, $T_{сл}$ – математическое ожидание *срока службы*. Вводится аналогично *средней наработке до отказа*.

При использовании показателей *долговечности* указывается начало временного отсчета и действия после наступления *предельного состояния* (например, *гамма-процентный ресурс* от второго капитального *ремонта* до списания). Если показатели *долговечности* отсчитываются от ввода продукции в эксплуатацию до окончательного снятия ее с эксплуатации, то к наименованию показателей добавляются слово «полный», например - *гамма-процентный полный ресурс*, *средний полный ресурс*.

Технико-экономические характеристики *назначенный ресурс* ($T_{p,n}$) и *назначенный срок службы* ($T_{сл,n}$) устанавливают взамен или совместно с такими показателями надежности, как *гамма-процент-*

ный ресурс и гамма-процентный срок службы для систем и элементов, переход которых в предельное состояние нежелателен или недопустим.

Определяют следующие показатели *ремонтпригодности*.

Вероятность восстановления – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния образца продукции не превысит заданного значения.

Гамма-процентное время восстановления – время, в течение которого восстановление работоспособности образца продукции будет осуществлено с вероятностью γ , выраженной в процентах. Вводится аналогично *гамма-процентной наработке до отказа*.

Среднее время восстановления, $T_в$ – математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния образца продукции после отказа. Вводится аналогично *средней наработке до отказа*.

Среднее время замены, $T_з$ – математическое ожидание продолжительности замены элемента на новый в период *ремонта* системы, в которую входит этот элемент. Показатель может применяться к *невосстанавливаемой* и *восстанавливаемой* продукции. Время замены элемента, входящего в состав более сложной системы, может являться для этого оборудованием *временем восстановления работоспособности* и может использоваться при определении показателя *среднее время восстановления работоспособности* ($T_в$) такой системы.

Интенсивность восстановления – условная плотность вероятности восстановления работоспособного состояния образца продукции, определенная для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено.

Средняя трудоемкость восстановления – математическое ожидание трудоемкости восстановления работоспособного состояния образца продукции после отказа.

Используются также такие показатели, как *средняя оперативная продолжительность планового ремонта* ($T_{н,р}$) и *средняя оперативная трудоемкость планового ремонта* ($S_{н,р}$), которые могут быть установлены по видам планового ремонта (средний, текущий, капитальный).

Среди показателей *сохраняемости* можно отметить следующие.

Гамма-процентный срок сохраняемости, $T_{с\gamma}$ – срок сохраняемости, достигаемый образцом продукции с заданной вероятностью γ ,

выраженной в процентах. Вводится аналогично *гамма-процентной наработке до отказа*.

Средний срок сохраняемости, T_c – математическое ожидание *срока сохраняемости*. Вводится аналогично *средней наработке до отказа*.

Нормирование показателей надежности. Нормирование показателей *надежности* включает выбор номенклатуры показателей *надежности* и нормирование значений этих показателей, то есть указывание значений этих показателей в техническом задании на разработку продукции, в нормативно-технической и проектно-конструкторской документации.

Значение нормируемых показателей *надежности* учитывают, в частности, при назначении цены продукции, ее *гарантийного срока службы (эксплуатации)* и *гарантийной наработки*, оговаривая при этом условия гарантии и обязательства изготовителя (поставщика) этой продукции. Гарантийные показатели продукции не относятся к показателям *надежности* и определяются из технико-экономических соображений⁸⁵. Длительность *гарантийного срока эксплуатации* должна быть достаточной для выявления и устранения скрытых *дефектов* и определяется соглашением между заказчиком и поставщиком (изготовителем, разработчиком) продукции. *Гарантийный срок службы* продукции, показатели *надежности* и цена этой продукции являются взаимообусловленными величинами.

⁸⁵ В современном законодательстве для товаров, предназначенных для бытовых нужд, также проводится различие между их *сроком службы* - периодом, в течение которого изготовитель обязуется обеспечивать возможность использования товара по назначению и нести ответственность за существенные недостатки товара, возникшие по его вине, и *гарантийным сроком* – периодом, в течение которого при обнаружении в товаре недостатка изготовитель (или уполномоченная организация) обязаны удовлетворить требования потребителя по устранению недостатков товара. *Срок службы* в обязательном порядке устанавливается для товаров, которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для здоровья, жизни или причинять вред. Установление *гарантийного срока* товара является правом, а не обязанностью производителя. В случаях, когда указанные сроки в сопроводительных документах на купленный товар не установлены, сроки предъявления претензий регулируются законодательством о защите прав потребителей бытовых товаров.

Значения показателей *надежности* АС выбирают на этапе проектирования с учетом требуемого уровня безопасности, экономической эффективности и фактически достигнутого уровня *надежности* аналогичных АС.

Обоснование значений нормируемых показателей *надежности* для конкретной продукции включает в себя технико-экономическое обоснование значений этих показателей; анализ требований по *надежности* систем, в которые входит продукция; анализ достигнутого уровня *надежности* аналогичных видов продукции и задание требований к методам контроля *надежности*.

Выбор номенклатуры показателей *надежности* для продукции, предназначенной для эксплуатации на АС, производится с помощью введения ряда дополнительных классификационных характеристик, с учетом которых определяется набор показателей *надежности* данного вида продукции. Рассмотрим эту процедуру подробнее.

При разработке продукции, предназначенной для эксплуатации на АС, необходимо учитывать возможность влияния на показатели *надежности* такого фактора, как ионизирующее излучение. По влиянию ионизирующего излучения на *надежность* системы и элементы АС подразделяют на три группы во влиянию ионизирующего излучения:

- 1 группа. Системы и элементы, которые в нормальных условиях эксплуатации подвергаются интенсивному воздействию нейтронного излучения, влияющего на показатели *надежности* (например, оборудование внутри корпуса реактора);
- 2 группа. Системы и элементы, не подвергающиеся в нормальных условиях эксплуатации нейтронному облучению, но являющиеся источником ионизирующего излучения, обусловленного загрязнением радиоактивными продуктами, что влияет на *ремонтпригодность* данных систем и элементов (например, арматура, насосы);
- 3 группа. Системы и элементы, которые в нормальных условиях эксплуатации не подвергаются воздействию нейтронного облучения и не являются источником ионизирующего излучения. Свойства *надежности* подобных систем и элементов не зависят от ионизирующего излучения.

По характеру возможных *отказов* системы и элементы АС подразделяют на две группы по характеру отказов:

- 1 группа. Системы и элементы, у которых возможны *опасные отказы*.
- 2 группа. Системы и элементы, у которых невозможны *опасные отказы*.

При анализе *надежности* системы и элементы АС по своему функциональному назначению могут быть разделены на три группы по функциональному назначению: 1 – системы и элементы нормальной эксплуатации, выполняющие только функции нормальной эксплуатации; 2 – системы и элементы безопасности; 3 – системы (каналы) и элементы охлаждения нормальной эксплуатации, на которые возложены функции аварийного отвода тепла от реактора.

Используемая при оценке *надежности* классификация видов продукции по режимам работы разделяет системы и элементы АС на две группы по режимам работы: 1 – работающие в простом режиме и 2 – работающие в сложном режиме, включающем режим ожидания. АС работает в простом режиме. Системы и элементы нормальной эксплуатации могут работать или в простом или в *сложном режиме*, элементы систем безопасности работают в сложном режиме.

В зависимости от продолжительности выполнения основных функций (t_f) системы и элементы 2-ой группы по режимам работы элементов подразделяют на две подгруппы по быстродействию: 1 – подгруппа быстродействующих элементов, срабатывание которых фактически сводится к их включению, а период выполнения основных функций этими элементами мал и 2 – подгруппа элементов длительного действия, выполняющих оперативное срабатывание, которое заключается в их включении и последующей работе в течение некоторого времени.

В зависимости от допускаемой возможности работать на пониженных мощностях или производительности при отказах составляющих элементов системы и элементы АС подразделяют на две группы по возможности работы на пониженных параметрах: 1 – системы и элементы, имеющие два возможных состояния: *работоспособное* и *неработоспособное* и 2 – системы и элементы, имеющие более двух возможных состояний, а именно: *работоспособное*, *неработоспособное* и *частично работоспособные состояния* (про-

межуточные между *работоспособным* и *неработоспособным* состоянием).

Номенклатура показателей *надежности* АС и энергоблоков представлена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Номенклатура показателей *надежности* АС и энергоблоков [166]

Вид показателя	Моноблочная АС, энергоблок	Многоблочная АС
<i>Безотказность</i>	T_o	T_o
<i>Долговечность</i>	$T_{сл}, T_{сл.н}$	$T_{сл}$
<i>Ремонтпригодность</i>	$T_{в}, T_{н.р}, S_{н.р}$	$T_{в}, T_{н.р}(i), S_{н.р}(i)$
<i>Комплексный</i>	$K_{т.ц}, K_{з}, K_{и.м}, K_{о.т.м}$	$K_{и.м}, K_{о.т.м}$

Номенклатуру показателей *надежности* конкретного вида продукции выбирают на этапе проектирования в зависимости от функции, выполняемой этой продукцией, ее назначения, степени ее ответственности, условий ее эксплуатации, последствий возможных *повреждений, отказов* образцов продукции (*внезапных* и *постепенных*), возможных типов *предельных состояний* и с учетом ограничений на затраты по обеспечению *надежности*, затраты на *техническое обслуживание и ремонт*.

Например, для систем безопасности, работающих в *сложном режиме*, включающем режим ожидания и срабатывания на требования, опасными *отказами* являются *отказы* типа *несрабатывания* и *ложного срабатывания*. Последствием *несрабатывания на требование* может являться невыполнение функции безопасности, поэтому среди анализируемых показателей надежности должна быть *вероятность несрабатывания на требование*. При *отказе* типа *ложного срабатывания* возможно возникновение исходных событий, остановка или снижение мощности энергоблока, поэтому представляет интерес параметр *потока* (частота, интенсивность) *ложных срабатываний*. Для работающих в таком же режиме систем нормальной эксплуатации *отказ* типа *несрабатывания* может привести к останову или снижению мощности энергоблока, поэтому требуется оценить *вероятность несрабатывания на требование* такой системы. *Отказ* в работе систем нормальной эксплуатации, работающих непрерывно, может привести к останову или снижению мощности энергоблока, поэтому следует проанализировать такие показатели, как *средняя наработка на отказ*

и коэффициент готовности. Во всех приведенных случаях оценивается также среднее время восстановления.

В проектной документации приводится качественный анализ надежности и количественные оценки ее показателей. При анализе учитывают последствия возможных видов отказов, например, отказов обеспечивающих систем (электроснабжения, вентиляции и пр.), множественных отказов, включая отказы по общей причине, отказов программного обеспечения, ошибок персонала, отказов, обусловленных внешними воздействующими факторами (электромагнитными помехами, сейсмическими воздействиями, пожарами), отказами при старении и износе.

Выбор номенклатуры показателей надежности систем и элементов в зависимости от группы по функциональному назначению продукции представлен в табл. 1.3, [166].

Минимально необходимое число и номенклатура показателей надежности для разрабатываемого вида продукции, предназначенной для эксплуатации на АС, устанавливается разработчиком и согласовывается с заказчиком.

С точки зрения надежности могут определяться кинематические и динамические параметры продукции, характеристики конструкционной прочности, производительности и т.д. Показатели надежности параметров продукции вводят в документацию на разрабатываемую продукцию по отношению к определенным режимам и условиям ее эксплуатации.

Требуемые значения показателей надежности продукции определяются и указываются в техническом задании на разработку продукции и, следовательно, должны быть подтверждены при приемочных испытаниях этой продукции.

Таблица 1.3

Номенклатура показателей *надежности* систем и элементов АС

Подразделение систем и элементов на группы			Показатели <i>надежности</i>		
<i>группа по функциональному назначению</i>	<i>группа по режиму работы</i>	<i>подгруппа по быстройдействию</i>	<i>Безотказность</i>	<i>Долговечность</i>	<i>Комплексный</i>
1	1	-	$P(T), T_o, T_\gamma$	$T_p(T_{pp}), T_{p.n}$	$K_\Sigma, K_{m.i}$
	2	1	$P(T), T_o, T_\gamma, T_\lambda$	$T_{cl}(T_{clp}), T_{cl.n}$	K_Σ
		2	T_o, T_γ, T_λ	$T_p(T_{pp}), T_{p.n}$ или $T_{cl}(T_{clp}), T_{cl.n}$	$K_{o.z}$
2	2	1	$P_{c.m}, T_o, T_\gamma, T_\lambda$	$T_{cl}(T_{clp}), T_{cl.n}$	K_Σ
		2	$P_{o.c.m}, T_o, T_\gamma, T_\lambda$	$T_p(T_{pp}), T_{p.n}$ или $T_{cl}(T_{clp}), T_{cl.n}$	$K_{o.z}$
3	1	-	$P(T), T_o, T_\gamma$	$T_p(T_{pp}), T_{p.n}$	$K_\Sigma, K_{m.i}$
	2	1	$P_{c.m}, T_o, T_\gamma, T_\lambda$	$T_{cl}(T_{clp}), T_{cl.n}$	K_Σ
		2	$P_{o.c.m}, T_o, T_\gamma, T_\lambda$	$T_p(T_{pp}), T_{p.n}$ или $T_{cl}(T_{clp}), T_{cl.n}$	$K_{o.z}$

Примечание. В качестве показателей *ремонтпригодности* устанавливают следующие показатели: для систем – T_6 ; показатели плановых *ремонтов* входящего в систему j -го элемента – $T_{n.p}(j), S_{n.p}(j)$; показатели для элементов – $T_6, T_{n.p}, S_{n.p}$. Для *невосстанавливаемых* элементов и элементов, *ремонтируемых* не по месту их установки задают T_Σ . Для 1-й *группы элементов по характеру отказов* отдельно задаются показатели по отношению к *опасным отказам* $T_{он}$. В качестве показателя *безотказности* *невосстанавливаемых* элементов, задают $T_{ср}$. В качестве *комплексного показателя надежности* элементов с несколькими уровнями *работоспособности* устанавливают $K_{эф}$. В качестве показателей *сохраняемости* задается *средний или гамма-процентный срок сохраняемости*.

§1.6. Нормирование внешних воздействующих факторов

Внешние воздействующие факторы. На различных этапах жизненного цикла продукции - при ее хранении, транспортировании к месту эксплуатации, во время самой эксплуатации - продукция, поставляемая на ядерно и радиационно опасные объекты народнохозяйственного назначения, в том числе и на атомные станции, может подвергаться воздействиям различных внешних факторов. К внешним воздействующим факторам (ВВФ) относятся явления, процессы или среды, внешние по отношению к продукции или ее составным частям, которые вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния продукции в процессе ее эксплуатации⁸⁶.

Влияние этих факторов на показатели работоспособности продукции должно быть предусмотрено и учтено на стадии ее разработки. Действие ВВФ учитывают также при выборе режима испытаний образцов продукции, расчетах характеристик надежности, при выборе оптимальных правил технического обслуживания при эксплуатации продукции и т.п.

Внешние воздействующие факторы принято условно разделять на группы, согласно физической природе этих ВВФ:

- механические ВВФ;
- климатические ВВФ;
- биологические ВВФ;
- ВВФ специальных сред;
- термические ВВФ;
- ВВФ электромагнитных полей.

К механическим ВВФ относят следующие *внешние воздействующие факторы*:

- шум;
- механические удары;
- гидравлические удары;

⁸⁶ Изменения ВВФ могут приводить и к улучшению параметров работоспособности продукции, например, понижение температуры окружающей среды может приводить к повышению коэффициента полезного действия энергоблока. В нормативно-технических документах указывают, как правило, такие изменения значений ВВФ, которые вызывают ограничение или потерю работоспособного состояния продукции.

- аэродинамические удары;
- звуковые удары;
- сейсмические воздействия;
- качку, крен, дифферент;
- механические колебания;
- вибрацию (случайные и гармонические колебания);
- статическое и динамическое механическое давление (гидравлическое, пневматическое).

К климатическим ВВФ относят следующие факторы:

- атмосферные осадки (вода в жидком и твердом состоянии, конденсат);
- морской туман;
- статическая (или динамическая) пыль или песок;
- ветер;
- коррозионно-активные агенты морской воды, агенты почвенно-грунтовой среды и окружающей атмосферной среды;
- тепловые удары;
- атмосферное давление;
- интегральное солнечное излучение.

К биологическим ВВФ относят:

- бактерии;
- плесневые грибы;
- обрастатель.

Под специальными средами понимаются неорганические и органические соединения; масла; смазки; растворители; виды топлива; рабочие растворы (применяемые, например, для дезактивации); рабочие тела (используемые для преобразования видов энергии и получения механической работы); среды заполнения; испытательные среды; радиоактивный аэрозоль и пр. *Специальные среды* вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния продукции в процессе ее эксплуатации, транспортировки или хранения.

К термическим ВВФ относятся:

- тепловой удар;
- радиационное разогревание;
- электрическое разогревание;
- аэродинамический нагрев.

К *ВВФ электромагнитных полей* относится лазерное излучение, постоянные и переменные электрические и магнитные поля, электрическое напряжение в сети питания, электрический ток.

В зависимости от условий эксплуатации, хранения и транспортирования продукции может потребоваться учет влияния на ее работоспособность и ограничение воздействия не только указанных выше *ВВФ*. Например, среди *климатических ВВФ* можно также дополнительно отметить такие *ВВФ*, как температуру и влажность окружающей среды (экстремальные значения и скорость изменения); влажность воздуха; воздействие частичного подтопления оборудования (например, в результате работы систем аварийного охлаждения); дождевые капли (скорость падения, продолжительность и интенсивность дождя); гололед; обливание морской водой; концентрация озона; направленное действие паровых струй; абразивное действие града (с указанием, если требуется, состава, размера, концентрации и скорости частиц); интенсивность и продолжительность снегопадов; насыщенность окружающей среды атмосферным электричеством; воздействия молний и грозových разрядов; агрессивные продукты горения; иней и пр. Причем, каждый из этих *ВВФ* в определенных условиях может оказать решающее влияние на работоспособность продукции. Например, в случае эксплуатации некоторых изделий электротехники на открытом воздухе может потребоваться, чтобы для сохранения своей работоспособности эти изделия допускали приложении номинального напряжения без пробоя электрической изоляции или уменьшения электрического сопротивления в условиях попеременного выпадения и оттаивания инея.

Нормирование показателей воздействия внешних воздействующих факторов. Требования к продукции по ее *стойкости* к воздействию *внешних воздействующих факторов* относятся к требованиям общей безопасности и должны быть указаны в техническом задании на ее разработку.

Под *стойкостью продукции к ВВФ* понимают свойство продукции сохранять в пределах заданных значений свое работоспособное состояние во время и после воздействия на нее определенного *ВВФ* с характеристиками, находящимися в пределах заданных значений и в течение всего срока службы. *Стойкость продукции к ВВФ*, в свою очередь, включает в себя понятия устойчивости продукции к

ВВФ, под которым понимается свойство продукции сохранять в пределах заданных значений работоспособное состояние во время действия на него определенного *ВВФ* с характеристиками, находящимися в пределах заданных значений, и *прочности продукции к ВВФ* - свойства продукции сохранять в пределах заданных значений работоспособное состояние после воздействия на нее определенно-го *ВВФ*.

Продукция должна сохранять свои параметры в пределах норм, установленных в техническом задании, стандартах или технических условиях в течение указанных там же сроков службы и сохраняемости после и/или в процессе воздействия *ВВФ*, значения которых установлены в упомянутых документах.

В силу того, что значения *ВВФ* нормируются в техническом задании на разработку продукции, опытные образцы продукции подлежат испытаниям с целью проверки изложенных в ТЗ требований по работоспособности продукции при воздействии нормированных *ВВФ*. В зависимости от цели испытаний на воздействие *ВВФ* различают испытания на *прочность* и испытания на *устойчивость*. Испытания на *прочность* проводятся с целью определения значений *ВВФ*, вызывающих выход значений характеристик свойств продукции за установленные пределы или ее разрушение. Испытания на *устойчивость* проводятся для контроля способности продукции выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах установленных норм во время действия на нее определенных факторов. Испытания на *прочность* отличаются от испытаний на *устойчивость* уровнями и длительностями воздействующих *ВВФ*.

При нормировании уровней воздействия различных *ВВФ* на разрабатываемую продукцию используется несколько различающаяся терминология и методология. Это обусловлено тем, что правила нормирования различных *ВВФ* опираются на различные нормативные документы, не согласованные между собой, в частности, по терминологии. Рассмотрим некоторые принятые подходы к нормированию *ВВФ*.

Для нормирования допустимых уровней электромагнитных воздействий используется следующий метод [186]. В зависимости от класса безопасности, присвоенного продукции, она должно выполнять свои функции при разных режимах эксплуатации энергоблока АС. Например, может потребоваться функционирование продукции

при уровнях воздействия *ВВФ*, характерных для проектных аварий⁸⁷.

Для продукции одного и того же класса безопасности уровни воздействия *ВВФ* при одном и том же режиме ее эксплуатации будут различаться в зависимости от места ее проектного размещения. Для соответствующего разграничения уровня *внешнего воздействующего фактора* по его интенсивности, продолжительности и пр. в возможных местах размещения продукции можно ввести условную обобщенную классификационную характеристику - *жесткость воздействия*, разделив воздействие этого *ВВФ* на ряд степеней *жесткости воздействия*, характеризующих параметры воздействия в разных местах размещения продукции, например, в разных помещениях. (*Степени жесткости* воздействия можно ввести и для совокупности *ВВФ*, характеризуя тем самым жесткость окружающих продукцию условий.) Показатели требуемой степени *жесткости воздействия* должны быть конкретизированы в техническом задании или приведена ссылка на нормативный документ, в котором они определены.

В зависимости от класса безопасности продукции и степени *жесткости воздействия* можно ввести условные номера *группы исполнения продукции по устойчивости к ВВФ*. Тогда номер *группы исполнения продукции по устойчивости к ВВФ* будет определять параметры допустимого воздействия *ВВФ* в зависимости от места размещения продукции и присвоенного ей класса безопасности. Номер требуемой *группы исполнения продукции по устойчивости к ВВФ* приводится в техническом задании со ссылкой на нормативный документ, определяющий условия, на основе которых произведено разбиение на данные группы.

При нормировании воздействий *климатических ВВФ* поступают следующим образом. В соответствии с характерными значениями температуры и влажности выделяют типы климата - географические зоны земного шара, каждая из которых характеризуется *нормальными* для данной зоны значениями *климатических ВВФ*. (Под *нормальными значениями климатических ВВФ* понимаются уточненные для использования в технике (статисти-

⁸⁷ Если во время или в результате воздействия *внешних воздействующих факторов* допустимо изменение параметров продукции, то величины допустимых отклонений этих параметров должны оговариваться в техническом задании на ее разработку.

чески обработанные и усредненные на основе многократных наблюдений в пределах данной географической зоны) естественно изменяющиеся значения *ВВФ* данной географической зоны.)

Оговоренные в документации условия применения продукции, при которых уровни *ВВФ* находятся в пределах *нормальной области значений*, называют *нормальными условиями* применения продукции. *Нормальные условия* применения продукции нормируют пределами *нормальных значений ВВФ*, указывая при необходимости в техническом задании на разработку предназначенной для работы в *нормальных условиях* продукции значения этих пределов, которые называют *номинальными значениями ВВФ*. Определенный для продукции тип климата в этом случае однозначно определяет *группу исполнения продукции по устойчивости к климатическим ВВФ (климатическое исполнение продукции)*.

Если продукция не предназначена для эксплуатации во всем диапазоне *нормальных значений ВВФ*, то в техническом задании указывают требуемый диапазон *номинальных значений внешних воздействующих факторов*, который может отличаться от диапазона *нормальных ВВФ* и называется диапазоном *рабочих значений ВВФ* – диапазоном значений уровней воздействия *ВВФ*, при которых обеспечивается сохранение требуемых номинальных параметров, показателей назначения и сроков службы продукции. (При этом отдельно указывается требование по сохранению работоспособности продукции при ее хранении и транспортировании во всем диапазоне *нормальных значений ВВФ*). В техническом задании в числе *номинальных значений ВВФ* для особо ответственной продукции могут задаваться и *предельные рабочие значения ВВФ*, в условиях которых продукция может оказываться чрезвычайно редко⁸⁸.

Для *климатических ВВФ* при необходимости также определяются степени жесткости воздействия, которые вводятся путем задания *категории размещения продукции*, характеризующей условия ее размещения (на открытом воздухе, в отопляемом помещении и т.п.), и могут нормироваться в виде *рабочих значений ВВФ*. Через *предельные рабочие значения климатических ВВФ* может быть определено требование к функционированию продукции в режиме нарушения нормальной эксплуатации.

В техническом задании на разработку продукции указываются как минимум требуемые *климатическое исполнение* продукции, *категория размещения* продукции при эксплуатации, *условия хранения* и *условия транспортирования* продукции.

⁸⁸ Формулировка «чрезвычайно редко» в вышеприведенном определении понятия *предельных рабочих значений ВВФ* должна быть конкретизирована в техническом задании, например, исходя из анализа путей протекания аварий.

Для нормирования величин таких *механических факторов*, как вибрационные воздействия и ударные воздействия используется следующая методика. Вводятся *уровни воздействия механических ВВФ*, которые разделяются в зависимости от амплитуды и ускорения самих воздействий. Задавая *уровни* вибрационного и ударного *воздействий* (их амплитуды и ускорения)⁸⁹, нормируя значения других характеристик этих *механических факторов* (длительности воздействия, диапазон частот воздействия), а также задавая область применения продукции, вводят *группы исполнения продукции по устойчивости к механическим ВВФ* – в данном случае *группы механического исполнения* продукции.

Если требования к продукции по одному или нескольким параметрам *механических факторов* отличается от значений этих параметров для данной *группы механического исполнения*, то в этом случае значения величин *механических факторов* выбирают из нормированного ряда величин, характеризующих *степень жесткости* воздействия.

В техническом задании на разработку продукции устанавливают, как минимум, *группу* или *группы механического исполнения*, *степени жесткости* воздействий *механических факторов* и критерии отказов продукции (например, допустимые отклонения параметров или время потери работоспособности при воздействии одиночных ударных нагрузок).

Продукцию какой-либо *группы исполнения продукции по устойчивости к ВВФ* допускается применять в местах, указанных для других *групп исполнения продукции по устойчивости к ВВФ*, если характеристики *ВВФ* этих групп не выходят за пределы определенной для данного вида продукции *группы исполнения продукции по устойчивости к ВВФ*.

Следует отметить, что к продукции могут предъявляться разные требования по качеству ее функционирования в условиях воздействия *ВВФ*, допустимого для данной *группы исполнения продукции по устойчивости к ВВФ*. Например, может допускаться частичное ухудшение работоспособности продукции при допустимом уровне воздействия *ВВФ*⁹⁰. Для различения качества функционирования продукции вводят систему *критериев качества функционирования*, например:

⁸⁹ Образцы продукции должны быть устойчивыми и прочными к *механическим факторам* любого пространственного направления, если в техническом задании не указано иное.

⁹⁰ Критерии отказов и допустимые изменения номинальных параметров продукции приводятся в техническом задании на ее разработку. Они также связаны с определенным для продукции классом безопасности.

- Критерий А. Нормальное функционирование продукции в соответствии с техническим заданием на эту продукцию независимо от действия *ВВФ* допустимого уровня (во время и после воздействия в течение всего заданного срока службы);
- Критерий В. Кратковременное нарушение функционирования продукции во время воздействия *ВВФ* допустимого уровня с последующим восстановлением нормального функционирования без вмешательства персонала после прекращения воздействия *ВВФ*; после прекращения воздействия *ВВФ* продукция нормально функционирует в соответствии с техническим заданием;
- Критерий С. При воздействии *ВВФ* допустимого уровня происходит временное нарушение функционирования продукции, требующее вмешательства персонала для восстановления ее нормального функционирования после прекращения воздействия *ВВФ*.

Описание требуемых *критериев качества функционирования* (совокупности свойств и параметров, характеризующих работоспособность продукции при воздействии *ВВФ*) должно быть приведено в техническом задании или дана ссылка на определяющий их нормативный документ.

Элементы и системы безопасности должны выполнять свои функции в установленном проекте объеме в условиях проектных аварий, что определяет требование по сохранению ими работоспособности и своих *номинальных параметров* в этих условиях. Для систем нормальной эксплуатации требования по сохранению своих номинальных параметров при воздействии *предельных рабочих значений ВВФ* могут быть сформулированы менее жестко, например, требование к характеристикам точности измерений, осуществляемых системой нормальной эксплуатации, при воздействии на эту систему *предельных значений ВВФ*, остается, но точность измерений может не сохраняться. Чем выше класс безопасности продукции, тем более жесткие требования предъявляются к ее безотказности. При нормировании воздействий *ВВФ* увеличение жесткости требований может выражаться как в расширении диапазонов *номинальных значений* самих *ВВФ*, так и в ужесточении требований по надежности продукции. Наиболее жесткие формулировки требований предполагают, что продукция должна сохранять свои проектные параметры, установленные в техническом задании, после срока

сохраняемости и в течение всего срока службы, указанных в техническом задании, причем как после воздействия *предельных рабочих значений внешних воздействующих факторов*, так и во время такого воздействия. Например, элементы и системы безопасности должны быть способны выполнить определенные проектом функции при воздействии возможной неблагоприятной комбинации *предельных рабочих значений ВВФ* после истечения срока сохраняемости и в любое время в течение срока эксплуатации (в том числе в конце этого срока). Под *предельными рабочими значениями ВВФ* в этом случае понимаются значения *ВВФ*, возникающие при проектной аварии.

Указанное различие в требованиях к системам безопасности и к системам нормальной эксплуатации приводит к различным определениям некоторых характеристик надежности этих систем. На рис.1.3 проиллюстрировано различие определений времени сохранения работоспособности для систем нормальной эксплуатации и для систем безопасности.

Проверка и доказательство соответствия разрабатываемой продукции назначенной ей *группе исполнения по устойчивости к ВВФ* производится путем расчетов и испытаний этой продукции. Для вновь разрабатываемой продукции испытания на устойчивость к *ВВФ* проводят при приемочных испытаниях, для серийно изготавливаемой продукции – при сертификационных и типовых испытаниях. Необходимость проведения испытаний при приемо-сдаточных испытаниях устанавливается в ТЗ.

При моделировании поведения продукции под воздействием *ВВФ* могут быть использованы и эмпирические соотношения. Например, при обосновании результатов испытаний по ускоренному старению пластмасс и неметаллических материалов используется модель Аррениуса. При оценке радиационных повреждений материалов используется модель «равные дозы – равные повреждения».

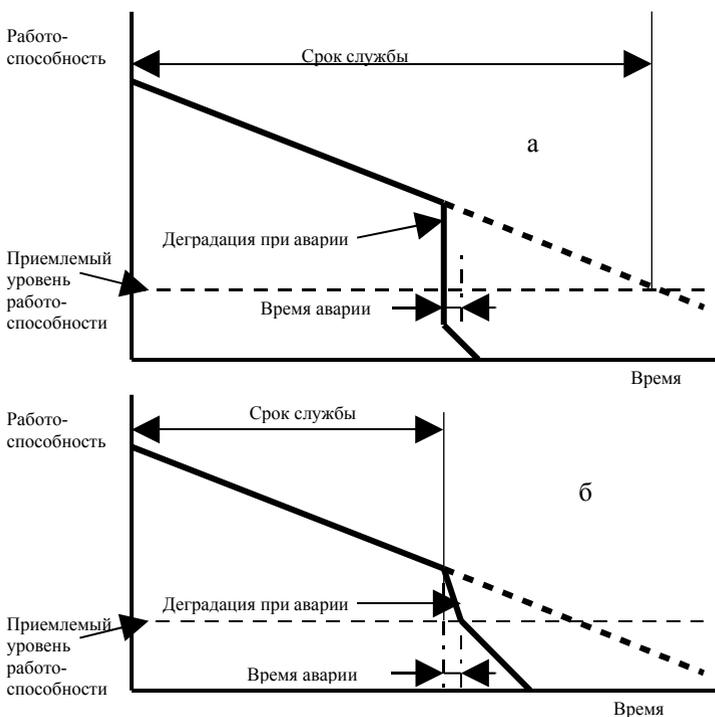


Рис.1.3. Определение времени сохранения работоспособности для систем и элементов нормальной эксплуатации (а) и систем и элементов безопасности (б).

Например, для обоснования выполнения требований по неперевышению пределов безопасной эксплуатации по повреждениям твэлов при нарушениях нормальной эксплуатации в техническом проекте реакторной установки должен быть выполнен анализ теплотехнической надежности с обоснованием достаточности предусмотренных техническим проектом РУ запасов⁹¹.

⁹¹ При разработке продукции устанавливаются необходимые запасы, для чего могут быть установлены три вида норм: *предельные, испытательные и эксплуатационные*. *Предельные нормы*, рассчитываемые разработчиком продукции. Эти нормы приводятся только в техническом отчете и приемка продукции по ним не производится. *Испытательные нормы*, которые должны отличаться от предельных норм на величину производственного запаса. Эти нормы указываются в технических требованиях и технических

При проведении испытаний демонстрируется выполнение требований технического задания в части качества функционирования продукции в условиях действующих на нее ВВФ. Для описания требуемого качества функционирования продукции, в зависимости от класса безопасности продукции, вводят критерии качества функционирования продукции при испытаниях на устойчивость к воздействию ВВФ, принимая их, например, аналогичными описанным выше *критериям качества функционирования* продукции. Показатели качества функционирования продукции при испытаниях на устойчивость к воздействию ВВФ, соответствующие критериям качества функционирования при испытаниях должны быть детализированы в техническом задании с учетом назначения, особенностей применения и режимов работы продукции.

Продукция, относящаяся к элементам (системам) безопасности и к элементам (системам) нормальной эксплуатации, важным для безопасности, должна удовлетворять критерию качества функционирования при испытаниях «А».

Для продукции, относящейся к элементам (системам) нормальной эксплуатации, важным для безопасности, может быть допущен критерий качества функционирования при испытаниях «В», если возникающие при этом отклонения качества функционирования от отклонений, допустимых по техническому заданию, не могут привести к инцидентам на АС выше уровня «0» по шкале ядерных событий.

Для продукции, относящейся к элементам (системам) нормальной эксплуатации, не влияющим на безопасность, виды испытательных воздействий и критерии качества функционирования при испытаниях («А», «В» или «С») устанавливаются по согласованию заказчика и разработчика изделия, приводя согласованные требования в техническом задании, а также в программе и методике испытаний.

Для продукции более низких классов безопасности уровень допустимого воздействия ВВФ более низкий и, во-вторых, *критерии качества функционирования* более слабые.

Процедура нормирования показателей воздействия ВВФ при разработке продукции заключается в указании в техническом задании на разработку продукции *номинальных значений внешних воздействующих факторов*, то есть таких верхних и нижних значений этих ВВФ (естественно изменяющихся или неизменных), в пределах

условиях, и по ним производится приемка продукции. *Эксплуатационные нормы*, которые должны быть ниже испытательных норм. Эксплуатационные нормы указываются в технических условиях, и только в пределах этих норм разрешается эксплуатация продукции.

которых обеспечивается заданное в техническом задании работоспособное состояние продукции данного вида. Совокупность *номинальных значений ВВФ* характеризует *номинальные условия эксплуатации*.

Нормирование значений *внешних воздействующих факторов* может осуществляться как непосредственным заданием допустимых значений этих *ВВФ*, так и с помощью указания значения определенной в нормативных документах соответствующей классификационной характеристики, если эта характеристика и указанное ее значение однозначно определяют допустимые значения нормируемых *внешних воздействующих факторов*. (Связи классификационных характеристик и соответствующих им значений *ВВФ* изложены в соответствующих нормативных документах.)

Если продукция разрабатывается только для конкретного объекта применения (то есть по выполняемым функциям и характеристикам продукция пригодна только для данного объекта) и если к продукции предъявляются требования, специфические только для данного объекта, то по согласованию с заказчиком, требования к допустимым величинам *ВВФ* (в частности, более высокие, а также специальные) могут устанавливаться исходя из условий работы продукции на указанном объекте без определения *группы исполнения данной продукции по устойчивости к ВВФ*.

В пределах диапазонов *ВВФ*, соответствующих какой-либо *группе исполнения продукции по устойчивости к ВВФ*, могут быть выделены поддиапазоны и значения *ВВФ* с разными требованиями в отношении отдельных технических характеристик (например, по прочности или устойчивости). Более узкие поддиапазоны *номинальных значений ВВФ* устанавливают в случае необходимости обеспечить в этих поддиапазонах более узкий диапазон отклонений параметров продукции. Также может быть установлено несколько значений одного и того же *внешнего воздействующего фактора*, которые соответствуют разным этапам эксплуатации. Может быть установлено несколько значений одного и того же *внешнего воздействующего фактора* при установлении требований в отношении отдельных технических характеристик продукции (например, различные значения ускорения вибрационных или ударных нагрузок при установлении требований по прочности или устойчивости).

Если допускается эксплуатация продукции в условиях, где значения *внешних воздействующих факторов* выходят за пределы *номи-*

нальных значений *ВВФ*, то в техническом задании должны быть приведены условия такой эксплуатации и определены ее последствия и влияние на характеристики продукции (например, на срок службы). При необходимости приводятся также дополнительные требования по обслуживанию продукции при такой эксплуатации.

Для продукции могут устанавливаться и более низкие требования по стойкости к отдельным *ВВФ*. Например, с учетом возможных мер индивидуальной защиты (специальная подвеска, амортизация) изделия в виде встроенных элементов могут разрабатываться по менее жестким требованиям, чем комплектное изделие. Но при этом меры индивидуальной защиты должны обеспечить возможность применения изделия при воздействиях, соответствующих заданной группе исполнения по устойчивости к *ВВФ* (в данном случае - *группе механического исполнения*).

Продукция, предназначенная для эксплуатации на АС, во время эксплуатации находится, как правило, в особых специально поддерживаемых условиях. Например, твэлы при эксплуатации охлаждаются теплоносителем реактора и не подвергаются влиянию внешних климатических факторов. В техническом задании на разработку таких видов продукции отдельно приводятся, во-первых, требования к допустимым значениям параметров внешней эксплуатационной среды (параметры теплоносителя, уровень излучения и пр.), которые существенно влияют на работоспособность продукции при эксплуатации и, во-вторых, требования по ограничению влияния *ВВФ* во время хранения и транспортирования продукции. Ограничения на воздействия *ВВФ* вводят с целью недопущения возможного ухудшения характеристик надежности продукции во время ее хранения и транспортирования перед последующей эксплуатацией.

В техническом задании могут оговариваться допустимые отклонения параметров продукции, время потери работоспособности, отклонение параметров продукции при воздействии *ВВФ* и пр. С целью ограничения влияния *внешних воздействующих факторов* на работоспособность продукции в техническое задание вводят требования по ограничению допустимой интенсивности воздействия этих *ВВФ*, например, ограничивают максимально допустимые механические колебания образца продукции. Показатели работоспособности продукции могут зависеть как от усредненных по времени значений *ВВФ*, так и от динамических изменений этих значений. Например, при задании требования по значению ресурса конструкции может

потребоваться, с одной стороны, учет и ограничение максимально допустимого значения температуры окружающей среды, способной привести к необратимой деформации этой конструкции, и, с другой стороны, учет и ограничение параметров воздействия циклических напряжений, обусловленных циклическими изменениями температуры внешней среды, способных вызвать усталостное разрушение конструкции. В отдельных случаях требуется ограничивать изменение распределения значений *внешних воздействующих факторов* по поверхности изделия или по его объему. Например, недопустимая величина обусловленных солнечным излучением термических напряжений на поверхности конструкции может привести к отслаиванию ее защитного покрытия.

При нормировании таких характеристик надежности продукции, как срок службы и срок сохраняемости, величины которых определяются износовыми отказами и эффектами старения, которые могут быть обусловлены сравнительно длительными процессами (диффузия при коррозии, электролизе), руководствуются не верхними, а эффективными значениями внешних воздействующих факторов – условно постоянными значениями ВВФ, принимаемыми при расчетах нормируемых параметров продукции (например, срока службы) при ее длительной работе и считающимися по своему влиянию на эти параметры эквивалентными реально изменяющимся во времени значениям соответствующих ВВФ. *Эффективные значения ВВФ*, например, влажности могут учитываться при оценке изменения таких параметров продукции, как изменение сопротивления, емкости, электрической прочности полимерной изоляции, при процессах набухания, старения, коррозии, электролиза⁹². *Эффективные значения ВВФ* используются также при планировании испытаний образцов продукции.

⁹² При оценках влияния на характеристики продукции быстроразвивающихся и пороговых процессов руководствуются предельными значениями ВВФ и приводят эти значения в требованиях технического задания. Например, учет влияния влажности требуется и для избежания внезапных отказов, вызванных быстро развивающимися процессами, при этом при учете токов утечки по поверхности диэлектриков используется не *эффективное*, а верхнее *рабочее* значение влажности.

§1.7. Нормирование метрологических характеристик средств измерений

Средства измерений. Под *средством измерений* понимается техническое средство, используемое для измерений и имеющее нормированные *метрологические характеристики*. Для измерений могут также использоваться технические системы и устройства, которые наряду с их основными функциями выполняют измерительные функции. Измерительная цепь (или измерительный канал⁹³) подобной технической системы может состоять из следующих *измерительных устройств*:

- конструктивно обособленного первичного измерительного преобразователя (датчика, детектора), содержащего чувствительный элемент, к которому подведена измеряемая величина;
- измерительных преобразователей (технических средств с нормированными метрологическими характеристиками), предназначенных для выработки измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки, хранения);
- показывающего и/или регистрирующего устройства, предназначенного для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного визуального восприятия наблюдателем.

На практике часто представляют практический интерес совокупные *метрологические характеристики* последовательности всех измерительных устройств, составляющих измерительную цепь.

Экспериментально определенную зависимость между значениями *измеряемой величины* на выходе и входе *средства измерений* называют *градуировочной характеристикой*, которая может быть представлена в виде таблицы, графика или формулы. Установление *градуировочной характеристики средства измерений* называют *градуировкой средства измерений*⁹⁴.

⁹³ Используется также понятие «индикаторные каналы», применяемое для цепей, служащих для установления наличия какой-либо физической величины или установления факта превышения уровня ее порогового значения. Погрешность индикаторных каналов не нормируется.

⁹⁴ Некорректная замена – «тарировкой *средства измерения*». (*Юстировкой средств измерений* называется совокупность операций по доведению

Поверка и калибровка. Порядок разработки *средств измерений* имеет специфику, обусловленную необходимостью соблюдения метрологических требований, направленных на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений.

Действующие нормативные документы разделяют все множество *средств измерений* на две группы. Первая состоит из *средств измерений*, используемых в сферах, подлежащих государственному метрологическому надзору, а вторая группа включает все остальные *средства измерений*.

В сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений к применению допускаются *средства измерений* утвержденного типа, прошедшие поверку, а также удовлетворяющие установленным обязательным требованиям, включая обязательные метрологические требования к измерениям и обязательные метрологические требования к средствам измерения. В состав обязательных требований к средствам измерений в необходимых случаях также включаются требования к их составным частям, программному обеспечению и условиям эксплуатации средств измерений. *Средства измерений*, подлежащие государственному метрологическому надзору, должны подвергаться *поверке* при выпуске их из производства или ремонта, при ввозе *средств измерений* по импорту (первичная *поверка средств измерений* утвержденных типов), а также при эксплуатации и хранении *средств измерений* (периодическая *поверка* через межповерочные интервалы). Под *поверкой* понимается совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. Установление пригодности *средства измерений* производится на основании экспериментально определяемого соответствия *метрологических характеристик* этого *средства измерений* установленным (обязательным) требованиям и определения основной *погрешности* этого *средства измерений*. В отдельных случаях вместо определения значений *погрешностей* проверяют, находятся ли они в допустимых пределах.

Методы *поверки средств измерений* основаны на передаче размера единицы соответствующей *измеряемой величины* от вышестоя-

погрешностей средств измерений до значений, соответствующих техническим требованиям).

щих в поверочной схеме эталонов нижестоящим. Единица измеряемой величины последовательно передается первичному эталону, вторичным эталонам и затем *средствам измерений*, применяемым для измерений, не связанным с передачей размера единицы *измеряемой величины*.

Результаты *поверки средства измерений* оформляются официальным документом (свидетельством о поверке) и/или клеймением этого *средства измерений*, а также нанесением специального знака в паспорт или формуляр на средство измерения, как факт, удостоверяющий его *поверку* и признание годности к применению.

Под *калибровкой* понимается совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений *метрологических характеристик средства измерений* и/или с целью подтверждения пригодности к применению этого *средства измерений*. Результаты *калибровки* удостоверяются сертификатом о *калибровке*, выдаваемым аккредитованной в установленном порядке метрологической службой (калибровочной лабораторией)⁹⁵.

В частности, *калибровка* может заключаться в определении действительных значений *метрологических характеристик средства измерений* только в одной точке диапазона измерений, причем установленные характеристики могут отличаться от паспортных. Вопрос же о целях и возможности дальнейшего применения такого *средства измерений* находится в компетенции пользователя этого *средства измерений*.

Виды погрешностей измерений, средств измерений и нормирование погрешностей. *Погрешности измерений* определяются в основном *погрешностями средств измерений*, но не тождественны им. Например, составляющая погрешности измерения напряжения, обусловленная конечным значением входного сопротивления вольтметра, входит в *погрешность измерения*, но не является *погрешностью средства измерения* - самого вольтметра.

Погрешность измерения может быть больше *погрешности средства измерения* за счет, например, динамических составляющих *погрешности измерения*, которые часто характеризуют с помощью отдельных *метрологических характеристик*: для аналоговых измерительных устройств - как реакцию на какой-либо специальный входной сигнал (скачок, синусоиду),

⁹⁵ *Калибровка* может быть по объему работ шире или уже, чем *поверка* в зависимости от требований заказчика. Результаты *поверки* признаются действительными в течение установленного межповерочного интервала.

для цифровых измерительных устройств – количеством измерений в секунду или временем, затрачиваемым на один цикл измерений.

Результаты измерения можно использовать лишь в том случае, если оценена *точность, правильность, сходимост*ь и *воспроизводимость* измерения, то есть должно быть определено числовое значение *погрешности измерения*⁹⁶.

Под *правильностью измерений* понимают характеристику результатов измерений, отражающую близость к нулю *систематических погрешностей* результатов этих измерений. *Сходимостью измерений* называется характеристика результатов измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений значений свойств одного и того же объекта, выполняемых в *одинаковых* условиях, одним оператором, с применением одних и тех же *средств измерений*, в течение короткого промежутка времени. *Сходимость* зависит от *точности средства измерений*. *Воспроизводимостью измерений* – характеристика результатов измерений значений свойств одного и того же объекта, отражающая близость результатов измерений, выполняемых с применением различных средств измерений, разными операторами, в разное время, в *различных* условиях. *Воспроизводимость* зависит от *точности средства измерений*, от однородности и стабильности значений свойств объекта измерений.

Основной *метрологической характеристикой средства измерений* является его *погрешность*, через величину которой могут быть определены характеристики качества *средства измерений* – *точность средства измерений* и *стабильность средства измерений*. Под *точностью средства измерений* понимается качество этого *средства измерений*, отражающее близость к нулю его *погрешностей*. Под *стабильностью средства измерений* понимается качество *средства измерений*, отражающее неизменность во времени его *метрологических характеристик*.

Рассмотрим сначала понятия *основной* и *дополнительной погрешностей*. *Средство измерений* работает в сложных, изменяющихся во времени условиях. Наряду с чувствительностью к *измеряемой величине* *средство измерений* имеет некоторую чувствительность и к неизмеряемым, но оказывающим влияние на результат измерения внешним воздействующим факторам, например, к температуре, давлению, ударам, тряске, электрическим полям и пр. Каждый

⁹⁶ Некорректно употребление выражения «ошибка измерения».

из этих внешних воздействующих факторов характеризуется своими влияющими величинами, отличными от измеряемой величины, например, скоростью изменения температуры, амплитудой и частотой вибрации и пр. При измерениях в лабораторных условиях в процессе *градуировки* при или испытаниях в целях утверждения типа *средств измерений* большинство значений *влияющих величин* может поддерживаться в узких заданных пределах, в которых измерением результата измерений под воздействием влияющих величин можно пренебречь в соответствии с установленными нормами точности. Нормальные значения *влияющих величин* устанавливаются в качестве номинальных значений этих величин. (Например, при измерении многих величин нормируют нормальное значение температуры 20⁰С). Эти значения (или области значений) *влияющей величины* называют нормальными значениями (нормальной областью значений) влияющей величины для данного типа *средств измерений*. Такие оговоренные в документации условия *применения средств измерений*, при которых *влияющие величины* находятся в пределах *нормальной области значений*, называют нормальными условиями применения средств измерений⁹⁷, а погрешность, возникающую в этих условиях измерения, – основной погрешностью средства измерений⁹⁸.

При эксплуатации *средств измерений* в условиях производства могут возникать отклонения от *нормальных условий* применения *средств измерений*, что может оказывать дополнительное влияние на показания этих *средств измерений*. В этом случае отклонение хотя бы одной *влияющей величины* от ее *нормального значения* или выход ее за пределы *нормальной области ее значений* приводит к появлению дополнительной погрешности. Например, отклонение частоты переменного тока от *нормального значения* частоты (50Гц) может привести к изменению показаний установленного в электрической цепи амперметра.

⁹⁷ Определения *нормальных условий применения средств измерений* и *рабочих значений влияющей величины* отличаются от определений «нормальных условий применения продукции» и «рабочих значений ВВФ», приведенных в предыдущем параграфе.

⁹⁸ Условия применения *средства измерений* обычно считаются *нормальными условиями*, если составляющая погрешности, обусловленная действием совокупности *влияющих величин* в этих условиях, не превышает 35% предела допускаемой *основной погрешности*.

*Область значений влияющей величины, в пределах которой нормируется дополнительная погрешность средства измерений, называется рабочими значениями (рабочей областью значений) влияющей величины*⁹⁹. Условия применения средств измерений, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей значений¹⁰⁰, называются рабочими условиями применения средств измерений¹⁰¹.

Выявление и устранение причин возникновения дополнительных погрешностей является наиболее распространенным способом их уменьшения. Для этих целей может применяться, например, термостатирование средств измерений, применение его экранирования от электромагнитного поля, применение стабилизированного источника питания, удаление средств измерений от объекта измерений и источников внешних воздействующих факторов.

Существуют различные классификации погрешностей, построенные на основе различных признаков этих погрешностей. Кратко рассмотрим некоторые из этих классификаций.

Погрешность измерений может быть обусловлена разными причинами. Условно эту погрешность можно разделить на составляющие, каждая из которых определяется, в основном, какой-либо одной причиной. По причинам возникновения составляющие погрешности могут быть разделены на инструментальные, методические и погрешности взаимодействия (среди последних выделяют погрешности, вносимые оператором).

Инструментальные погрешности являются погрешностями средств измерений, обусловленными особенностями принципов и методов измерения, а также недостаточно высоким качеством элементов средства измерений (в том числе схемным, конструктивным и технологическим несовершенством средства измерений). Причинами возникновения этих погрешностей могут являться особенности технологии изготовления и сборки эле-

⁹⁹ *Дополнительные погрешности* нормируются соответствующими коэффициентами влияния изменения влияющих величин на изменение показаний средства измерений и могут обозначаться в виде: %/°C; %/10%U_{пит}.

¹⁰⁰ Для различных условий эксплуатации средств измерений в рамках одного и того же класса точности допускается устанавливать различные рабочие области влияющих величин.

¹⁰¹ В ТЗ могут нормироваться также предельные условия транспортирования и хранения средств измерений – совокупность границ областей значений влияющих величин, при которых возможно транспортирование и хранение средств измерений без изменения их метрологических характеристик после возвращения этих средств измерений в рабочие условия.

ментов *средства измерений*, недостаточная жесткость его деталей и т.д. Типичные составляющие *инструментальной погрешности* следующие:

- *основные погрешности и дополнительные статические погрешности средств измерений*, вызываемые медленно меняющимися внешними влияющими величинами;
- *динамические погрешности средств измерений*, обусловленные инерционными свойствами этих *средств измерений*;
- погрешности, вызываемые подключением *средств измерений* на вход или выход объекта измерений;
- погрешности, вызываемые ограниченной разрешающей способностью *средств измерений*;
- погрешности передачи измерительной информации.

Инструментальная погрешность индивидуальна для каждого *средства измерений*. Для данного *средства измерений* она определяется при его испытании и указывается в технической документации (паспорте, свидетельстве о поверке) на это *средство измерений*.

Методические погрешности возникают из-за несовершенства метода измерений, в результате чего измеряется не та величина, которая требуется. Причиной возникновения *методической погрешности* может являться неточность соотношений, используемых для нахождения оценки *измеряемой величины*. Типичные составляющие *методической погрешности* следующие:

- неадекватность применяемой модели контролируемого объекта самому объекту;
- отклонение от принятых значений аргументов функции, связывающей измеряемую величину с величиной на входе *средства измерений*;
- отклонение от принятых значений разности между значениями *измеряемой величины* на входе *средства измерений* и в точке отбора;
- погрешность из-за эффектов квантования.

Погрешности взаимодействия обусловлены взаимным влиянием *средства измерений*, объекта исследования и оператора. Примером является погрешность за счет собственного потребления мощности амперметром и вольтметром при их использовании для определения сопротивления путем измерения тока через резистор и падения напряжения на нем. Она зависит не только от параметров используемых *средств измерений*, но и от параметров объекта исследования, или точнее - их отношения.

Типичные составляющие *погрешности, вносимые оператором (субъективные погрешности)*, следующие:

- *погрешности считывания значений измеряемой величины* со шкал и диаграмм;
- погрешности обработки диаграмм без применения технических

средств (при усреднении, суммировании измеренных значений и т.п.);
- погрешности, вызванные воздействием оператора на объект и *средство измерений* (искажения температурного поля, механические воздействия и т.п.).

По характеру закономерностей, описывающих изменения величины *погрешности* во времени, составляющие погрешности могут быть разделены на *систематические* и *случайные*.

Систематическая погрешность измерений – составляющая *погрешности* результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях. Например, *погрешность градуировки* или *погрешность нуля средства измерений*. *Систематические погрешности* могут быть почти устранены введением *поправок*¹⁰². В некоторых случаях их также можно уменьшить конструктивными мерами, например, располагая соединения термопары с компенсационными проводами в специальном изотермическом устройстве.

Способ выявления таких *погрешностей* состоит в *поверке* в *рабочих условиях* нуля *средства измерения* и *поверке его* чувствительности путем сличения (сравнения) этого *средства измерений* с эталонами того же вида. Степень корректности учета *систематических погрешностей* в этом случае зависит от *метрологических характеристик* используемых эталонов, от *случайных погрешностей* поверяемых *средств измерений* и от неточности используемых расчетных соотношений.

По характеру изменения *систематические погрешности* делят на *постоянные (статические)* и *переменные (динамические)*, которые обусловлены, как правило, статическим и динамическим поведением *измеряемой величины*¹⁰³. Среди *переменных погрешностей*, в свою очередь, выделяют *периодические* и *прогрессирующие погрешности*. К *постоянным погрешностям* относятся *погрешности*, связанные с неточной *градуировкой* шкалы прибора, неточным выбором модели объекта. Пример *периодической погрешности* – погрешность, вызываемая изменением температуры в течение суток. *Прогрессирующие погрешности* – относительно медленно меня-

¹⁰² *Поправка* – положительное или отрицательное значение величины, одноименной с измеряемой, прибавляемое к полученному при измерении значению величины с целью исключения систематической погрешности. (*Поправочный множитель* – число, на которое умножают результат измерения с целью исключения *систематической погрешности*, когда она пропорциональна значению измеряемой величины). Результат измерения, скорректированный с помощью введения поправок, обладает неисключенной систематической погрешностью.

¹⁰³ Динамическая составляющая *погрешности* может возникнуть и в статическом режиме, например, частотная *погрешность*.

ющиеся во времени погрешности, вызванные старением *средств измерения*, деформацией их механических частей, усадкой ленты самописца, разрядкой источника питания. Такие *погрешности* могут быть скорректированы поправкой лишь в данный момент времени и со временем требуют повторения коррекции. Для уменьшения некоторых *прогрессирующих погрешностей* параметры *средства измерений* стабилизируют путем искусственного старения.

К *систематическим погрешностям* относятся и *дополнительные погрешности*. Они могут быть скорректированы введением специальных корректирующих преобразователей, воспринимающих *влияющую величину* и вводящих поправку в результат преобразования основного измерительного преобразователя.

Погрешности могут быть также разделены на *мультипликативные* и *аддитивные*. Пример *аддитивной погрешности* – *погрешность нуля средства измерений*. Пример *мультипликативной погрешности* – *погрешность чувствительности* из-за не зависящего от *измеряемой величины* изменения чувствительности преобразователя. *Мультипликативная* и *аддитивная погрешности* также могут иметь систематическую и случайную составляющие.

Если у *средства измерений* *аддитивная погрешность* существенно превышает другие составляющие, то *погрешности* этих *средств измерений* целесообразно нормировать *абсолютной погрешностью*. *Мультипликативная погрешность* увеличивается с увеличением *измеряемой величины*, а ее относительное значение остается постоянным во всем диапазоне. Поэтому ее целесообразно нормировать в виде *относительной погрешности*.

Случайная погрешность измерения – составляющая погрешности результата *измерения*, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях, проводимых с одинаковой тщательностью. *Случайные погрешности* нельзя заранее выявить и устранить до процесса измерения и в процессе измерения. Их влияние можно уменьшить путем проведения измерений с многократными наблюдениями и последующей обработки результатов таких измерений.

Деление погрешностей на *систематические* и *случайные* является удобным приемом их анализа и разработки методов уменьшения их влияния на результат измерения. *Случайные погрешности* оцениваются на основе теории вероятности и математической статистики. При этом *систематические погрешности* считаются скорректированными, а неисключенные их остатки рассматриваются как реализации случайной величины и как *случайные погрешности* оцениваются вероятностными методами.

Погрешность средства измерения относится к его метрологическим характеристикам и подлежит нормированию в техническом за-

дании на разработку этого *средства измерений*. Рассмотрим некоторые нормируемые характеристики *погрешности средств измерений*.

Абсолютная погрешность средства измерений – разность между показаниями измерительного прибора и *истинным значением измеряемой величины*. Истинное значение измеряемой величины – это значение *измеряемой величины*, которое идеальным образом могло бы отражать в качественном и количественном отношениях соответствующее измеряемое свойство объекта. В связи с тем, что *истинное значение измеряемой величины* остается неизвестным, на практике вместо него пользуются действительным значением измеряемой величины, то есть таким значением *измеряемой величины*, найденном экспериментальным путем и настолько приближающимся к *истинному значению измеряемой величины*, что для цели определения *абсолютной погрешности* это *действительное значение измеряемой величины* может быть использовано вместо ее *истинного значения*. Поскольку *истинное значение измеряемой величины* остается неизвестным, на практике можно найти лишь приближенную оценку *абсолютной погрешности средства измерений*:

$$\Delta X_n = X_n - X_0, \quad (1.9)$$

где X_n – показание *средства измерений*; X_0 – *действительное значение измеряемой величины*.

Относительная погрешность средства измерений – отношение *абсолютной погрешности средства измерений* к *действительному значению измеряемой им величины*. На практике допустимо *абсолютную погрешность средства измерений* относить к результату измерений, тогда *относительная погрешность средства измерений* может быть выражена в процентах:

$$\delta_n = \pm \frac{\Delta X_n}{X_n} \cdot 100. \quad (1.10)$$

Приведенная погрешность средства измерений – отношение *абсолютной погрешности средства измерений* к *нормирующему значению*. (Нормирующее значение – условно принятое значение *измеряемой величины*, могущее быть равным верхнему пределу измерений, *диапазону измерений*¹⁰⁴, длине измерительной шкалы и т.п.).

¹⁰⁴ Диапазоном измерений называется область значений *измеряемой величины*, для которой нормированы *допускаемые погрешности средства*

Приведенная погрешность средства измерений может быть выражена в процентах:

$$\gamma = \frac{\Delta X_n}{X_N} \cdot 100, \quad (1.11)$$

где X_N - нормирующее значение. Приведенная погрешность средства измерений позволяет сравнивать по точности средства измерений, имеющие разные диапазоны измерений.

Предел допускаемой погрешности средства измерения – это установленная нормативным документом для данного типа средств измерений наибольшая (без учета знака) основная и/или дополнительная погрешность средства измерений, при которой оно может быть признано годным и допущено к применению в данном классе точности. Например, у автоматического потенциометра для всех точек шкалы одинаков предел допускаемой абсолютной погрешности, определяемой классом точности средства измерений и диапазоном измерений, а предел допускаемой относительной погрешности измерений зависит от конкретной отметки шкалы (чем меньше показания средства измерений по шкале, тем больше относительная погрешность). С целью уменьшения относительной погрешности измерения средство измерений нужно выбирать с таким верхним пределом шкалы, чтобы ожидаемое значение измеряемой величины (показание) находилось в последней трети его шкалы.

Класс точности средства измерений – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами средств измерений, влияющими на точность, значения которых устанавливают в нормативных документах на эти виды средств измерений¹⁰⁵.

Класс точности средства измерений характеризует совокупность метрологических свойств данного средства и дает возможность судить о том, в каких пределах находится погрешность средства измерений, но не является непосредственным показателем точности измерений, не определяет однозначно точность измерений каждого из этих средств, так как последняя зависит от метода измерений и условий их выполнения. Напри-

измерений.

¹⁰⁵ Единые правила установления пределов допускаемых погрешностей показаний средств измерений по классам точности этих средств измерений регламентированы в [76].

мер, *класс точности* вольтметров переменного тока характеризует пределы допускаемой основной погрешности и допускаемых изменений показаний, вызываемых отклонениями от *нормальных значений* внешнего магнитного поля, температуры, частоты переменного тока и других *влияющих величин*. Однако *класс точности* не является непосредственным показателем точности измерения, выполняемых данным экземпляром *средства измерений*. (Для конкретного *средства измерений* класса точности 1,5 предел допускаемой основной погрешности составляет $\pm 1,5\%$ *диапазона измерения* этого *средства измерений*, действительное значение основной погрешности этого *средства измерений* может иметь значение равное или меньшее 1,5%, а погрешность измерения с помощью данного *средства измерений* может быть как меньше, так и больше 1,5%). Понятие *класса точности* используется при выборе *средства измерений* в зависимости от заданной *требуемой точности* измерений.

Классы точности средствам измерений присваивают при их разработке с учетом результатов приемочных испытаний. *Средства измерений* должны удовлетворять требованиям к *метрологическим характеристикам*, установленным для присвоенного *класса точности*, как при выпуске их из производства, так и при эксплуатации.

Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей выражают в форме *абсолютной, относительной* или *приведенной погрешностей*. Способ выражения погрешностей зависит от характера изменения погрешности по *диапазону измерения*, а также от условий применения и назначения *средств измерений* конкретного типа.

Способ выражения и нормирования *погрешности* выбирают в зависимости от характера изменения *погрешности* по *диапазону измерения*. В случае, когда *средство измерений* имеет только *аддитивную погрешность* или *аддитивная погрешность* велика по сравнению с *мультипликативной погрешностью*, *абсолютная погрешность* Δ будет постоянна по *диапазону измерений*, а *предел допускаемой относительная погрешность* δ будет изменяться в пределах *диапазона измерений* по гиперболе (рис. 1.4). Поэтому удобнее нормировать *абсолютную погрешность* в виде $\Delta_n = \pm a$, где Δ_n - *предел допускаемой абсолютной основной погрешности*, выраженной в единицах *измеряемой величины* на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; a - положительное число, не зависящие от x_n - значения *измеряемой величины* или числа делений, отсчитываемых по шкале *средства измерений*.

В средствах измерений с преобладающей мультипликативной погрешностью удобнее нормировать относительную погрешность δ , так как ее значение будет постоянным по диапазону измерений, в то время как значение абсолютной погрешности Δ меняется по линейному закону (рис. 1.5). Предел допускаемой относительной погрешности выражается числом $\delta_n = (\Delta_n / x_n) \cdot 100\% = \pm q$, где δ_n - предел допускаемой относительной основной погрешности, %; q - число, выбираемое из ряда $1 \cdot 10^n, 1,5 \cdot 10^n, 1,6 \cdot 10^n, 2 \cdot 10^n, 2,5 \cdot 10^n, 3 \cdot 10^n, 4 \cdot 10^n, 4 \cdot 10^n, 5 \cdot 10^n, 6 \cdot 10^n$, ($n=1,0,-1,-2,\dots$). То есть относительная погрешность средства измерения в любой точке диапазона измерений не превышает q процентов от показания средства измерений. Так нормируют погрешности счетчиков электрической энергии, мостов постоянного и переменного тока и др.

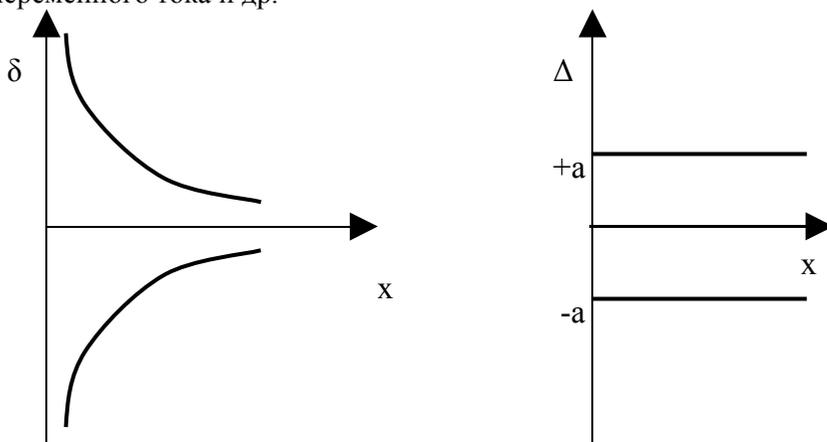


Рис.1.4. Распределение абсолютной и относительной погрешностей по диапазону измерения средства измерений с аддитивной погрешностью.

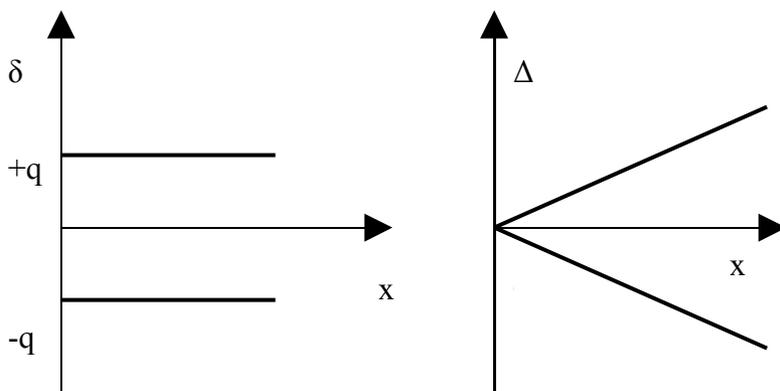


Рис.1.5. Распределение абсолютной и относительной погрешностей по диапазону измерения средства измерений с мультипликативной погрешностью.

Для нормирования погрешностей средств измерений с высокой точностью (цифровые приборы, многозначные меры сопротивления) применяют формулу, учитывающую наличие аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности:

$$\Delta_n = \pm (a + bx_n),$$

$$\delta_n = \frac{\Delta_n}{x_n} = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{X_k}{x_n} \right| - 1 \right) \right],$$

где a, b - положительные числа, не зависящие от x_n ; X_k - больший (по модулю) из пределов измерений.

Пределы допускаемых погрешностей, выражаемые в форме абсолютных (относительных) погрешностей, устанавливают также в виде функции от значения измеряемой величины или влияющих величин (линейной, рациональной функции, ступенчатой функции, в виде таблиц или графиков).

Для сравнения по точности средств измерений с разными диапазонами измерений (электроизмерительных приборов, манометров, приборов измерения физико-химических величин и некоторых других) устанавливают пределы допускаемой приведенной основной погрешности в форме:

$$\gamma = \frac{\Delta_n}{X_N} = \pm p,$$

где γ - пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %; X_n - нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ_n ; P - положительное число, выбираемое из вышеприведенного ряда. Нормирующее значение X_n выбирают в зависимости от вида и характера шкалы прибора. Если прибор имеет равномерную шкалу и нулевая отметка находится на краю шкалы или вне ее, то за нормирующее значение принимают конечное значение шкалы. Если нулевое значение внутри шкалы, то нормирующее значение равно сумме конечных значений рабочей части шкалы.

Для средств измерений с установленным номинальным значением измеряемой величины и предназначенных для измерения отклонения измеряемой величины от своего номинального значения, нормирующее значение устанавливают равным этому значению, например, для частотомеров с диапазоном измерений 45-55 Гц и номинальной частотой 50 Гц, нормирующее значение 50 Гц.

Если шкала нелинейная, то нормирующее значение равно длине шкалы. Для средств измерения физической величины, для которых принята шкала с условным нулем, нормирующее значение устанавливают равным модулю разности пределов измерений. Например, для милливольтметра термоэлектрического термометра с пределами измерений 200^oC и 600^oC нормирующее значение равно 400^oC.

Выражение пределов допускаемой погрешности в форме приведенных и относительных погрешностей является предпочтительным, так как они позволяют выражать пределы допускаемой погрешности числом (числами), которое остается одним и тем же для средств измерений одного уровня точности, но с различными верхними пределами измерений.

Выбор погрешностей высокоточных средств измерений необходимо осуществлять с учетом закона распределения погрешностей. При недостатке информации о законе распределения погрешностей принимают, что распределение аппроксимируется законом равномерного распределения. (Дисперсия равномерного распределения заведомо больше дисперсий других распределений).

Погрешность измерений может быть указана в виде норм погрешности, в виде приписанных характеристик погрешности измерений¹⁰⁶ и в виде статистических оценок.

¹⁰⁶ Приписанные характеристики погрешности измерений – характеристики погрешности измерений, приписываемые совокупности измерений, вы-

Форма изложения норм *погрешности* измерений может быть следующей: «*Погрешность измерений не должна выходить за пределы «+/- А ед. измеряемой величины» или «+/-В%» (при нормировании относительной погрешности).* При этом если вероятность нахождения указанной *погрешности* в указанных пределах должна быть весьма близка к 1, то эта вероятность может не указываться. Форма выражения *приписанной характеристики погрешности*: «*Погрешность измерений (ее характеристика) находится в пределах +/- А ед. измеряемой величины» или «+/-В%».*

При нормировании *погрешности* учитывается тот факт, что суммарная *погрешность* является случайной величиной, поскольку она может быть представлена в виде суммы систематической составляющей и центрированной случайной составляющей. Поэтому часто предусматривают нормирование *основной погрешности средств измерений* в виде как *предела допускаемой суммарной погрешности*, так и отдельных пределов для систематической составляющей погрешности и для *случайной составляющей погрешности*.

Характеристики *систематической составляющей погрешности средств измерений* нормируют путем установления:

- *пределов допускаемой систематической составляющей погрешности средств измерений* данного типа;
- или *пределов допускаемой систематической составляющей погрешности*, математического ожидания и среднего квадратичного отклонения *систематической составляющей погрешности*.

Характеристики *случайной составляющей погрешности* нормируют путем установления:

- *предела допускаемого среднего квадратичного отклонения случайной составляющей погрешности средств измерений* данного типа;
- или *предела допускаемого среднего квадратичного отклонения случайной составляющей погрешности*, номинальной нормализованной автокорреляционной функции;

полняемых при соблюдении требований и правил определенной *методики выполнения измерений*. *Приписанные характеристики погрешности* измерений характеризуют *погрешность* любого результата измерений, полученного по установленной *методике выполнения измерений* (с помощью установленных типов или экземпляров *средств измерений*, по определенному алгоритму, в оговоренных условиях и т.п.).

- или номинальной функции спектральной плотности *случайной составляющей погрешности* и пределов допускаемых отклонений этих функций от номинальных.

Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование¹⁰⁷. Метрологические свойства *средств измерений* определяются их метрологическими характеристиками - характеристиками этих свойств *средств измерений*, оказывающих влияние на результаты и *погрешности измерений* и предназначенных для оценки технического уровня и качества *средства измерений*, для определения результатов измерений и расчетной оценки характеристики *инструментальной составляющей погрешности измерений*.

Метрологические характеристики каждого экземпляра *средства измерений* определенного типа отличаются от *метрологических характеристик* совокупности *средств измерений* того же типа. Для определенного экземпляра *средства измерений систематическая погрешность* является детерминированной величиной, а для типа *средств измерений* она – случайная величина, меняющаяся от экземпляра к экземпляру *средств измерений* данного типа. Поэтому при нормировании *метрологических характеристик средств измерений* обеспечивают возможность оценки этих *метрологических характеристик* как для типа *средств измерений*, так и для конкретных экземпляров данного типа *средств измерений*.

Характеристики *средств измерений* данного типа (типовые характеристики) нормируют как номинальные характеристики *средств измерений* данного типа.

Для конкретных экземпляров *средств измерений*, предназначенных к применению с индивидуальными характеристиками, а не с *номинальными характеристиками*, распространяющимися на все экземпляры *средств измерений* данного типа, соответствующие номинальные характеристики могут не нормироваться. В этих случаях нормируют пределы (граничные характеристики), в которых должна находиться индивидуальная характеристика при предусмотренных условиях применения этих *средств измерений*.

При нормировании *метрологических характеристик средств измерений* широко используют статистические методы. Такой подход предполагает, что *погрешности средства измерений* являются случайными функциями и вызываются совместным действием детерминированных факторов.

¹⁰⁷ Метрологические характеристики, устанавливаемые нормативно-техническими документами называют нормируемыми, а определяемые экспериментально – действительными.

Комплексы *метрологических характеристик*, нормируемые в нормативной документации на *средства измерений* конкретных типов, следующие.

Метрологические характеристики, предназначенные для определения результатов измерений (без введения *поправок*):

- функция преобразования *средства измерений* со шкалой, градуированной в единицах, отличных от единиц входной величины, $f(x)$;
- цена деления шкалы *средства измерений*;
- вид выходного кода, число разрядов кода, цена единицы наименьшего разряда кода *средств измерений*.

Метрологические характеристики чувствительности средств измерений к влияющим величинам:

- функция влияния, $\psi(\xi)$;
- изменение значений *метрологической характеристики средств измерений*, $\varepsilon(\xi)$, вызванное изменениями *влияющих величин* ξ в установленных пределах.

Формы представления нормированных *метрологических характеристик* – численные значения, формулы, таблицы, графики.

Функции влияния нормируют путем установления:

- номинальной функции влияния $\psi_{sf}(\xi)$ и пределов допускаемых отклонений от нее;
- или граничных функций влияния: верхней и нижней.

Функции влияния $\psi(\xi)$ и наибольшие допускаемые изменения *метрологической характеристики* $\varepsilon_p(\xi)$ нормируют отдельно для каждой *влияющей величины* или для совместных изменений *влияющих величин*, если функция влияния, например, существенно зависит от этих величин. Критерий существенности устанавливают в нормативной документации на *средство измерений*.

Граничные функции влияния используют для таких *средств измерений*, у которых велик разброс функций влияния по множеству экземпляров. В силу этого номинальную функцию влияния не нормируют, а определяют индивидуальные функции влияния для каждого экземпляра *средств измерений*. Нормированные граничные функции влияния используют для контроля качества *средств измерений*.

Полные динамические *метрологические характеристики средств измерений*:

- полные динамические характеристики:
 - переходная характеристика, $h(t)$;
 - импульсная переходная характеристика, $g(t)$;
 - амплитудно-фазовая характеристика, $G(j\omega)$;

ной

- амплитудно-частотная характеристика, $A(\omega)$;
- совокупность амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик;
- передаточная функция, $G(S)$.

Частные динамические *метрологические характеристики* (для *средств измерения*, которые можно рассматривать как линейные) – любые функционалы или параметры полных динамических *метрологических характеристик*:

- время реакции, t_r ;
- коэффициент демпфирования, γ_{dam} ;
- постоянная времени, T ;
- значение амплитудно-частотной характеристики на резонансной частоте, $A(\omega_0)$;
- значение резонансной собственной круговой частоты, ω_0 .

Частные динамические характеристики аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и цифровых измерительных приборов (ЦИП), время реакции которых не превышает интервала времени между двумя измерениями (с учетом времени выполнения служебных операций, предусмотренных интерфейсом устройства обмена информацией), соответствующего максимальной частоте измерений:

- время реакции, t_r ;
- переходная характеристика АЦП, $h(t)$;
- погрешность t_d датирования отсчета;
- максимальная частота измерений, f_{max} .

Для цифровых *средств измерения* могут быть также установлены и другие частные *метрологические характеристики*, такие как время задержки запуска, время ожидания, время преобразования, время задержки выдачи результата и т.д.

Полную динамическую *метрологическую характеристику* аналоговых *средств измерений*, которые можно рассматривать как линейные, нормируют путем установления номинальной полной динамической *метрологической характеристики* и пределов допускаемых отклонений от нее. Предпочтительной является такая характеристика, контроль которой может быть осуществлен с необходимой точностью и наиболее простым методом.

Частные динамические *метрологические характеристики* аналоговых *средств измерений*, которые можно рассматривать как линейные, нормируют путем установления номинальных частных динамических *метрологических характеристик* и пределов допускаемых отклонений от них. Допускается нормировать только частную динамическую *метрологическую*

характеристику, когда эта характеристика достаточна для учета динамических свойств *средства измерений* при его применении.

Частные динамические *метрологические характеристики* АЦП и ЦИП, время реакции которых не превышает интервала времени между двумя измерениями, соответствующего максимальной частоте измерений, а также характеристики АЦП нормируют путем установления номинальных частных динамических *метрологических характеристик* и пределов (положительного и отрицательного) допускаемых отклонений от них.

Погрешность датирования отсчета нормируется путем установления предела допускаемого математического ожидания погрешности датирования и предела допускаемого среднего квадратического отклонения или предела допускаемого размаха случайной составляющей погрешности датирования.

Метрологические характеристики допускается нормировать для *рабочих* и для *нормальных условий* применения *средств измерений*. *Нормальные условия* и *рабочие условия* применения *средств измерений* указывают в нормативной документации на *средства измерений* конкретного типа.

Изменения значений *метрологических характеристик*, вызванные изменениями *влияющих величин*, нормируют путем установления пределов допускаемых изменений этих *метрологических характеристик* при изменении *влияющей величины* в заданных пределах.

Для *средств измерений*, у которых велик разброс динамических *метрологических характеристик* (полных и частных) по множеству экземпляров и в силу этого для которых в нормативной документации установлена необходимость определения и использования индивидуальных динамических *метрологических характеристик* каждого экземпляра этих *средств измерений*, нормируют граничные динамические *метрологические характеристики*. Допускаемые пределы метрологических характеристик представляют собой границы интервала, в котором значение конкретной *метрологической характеристики* любого экземпляра *средств измерений* данного типа должно находиться с заданной вероятностью.

Метрологические характеристики средств измерений, отражающие их способность влиять на *инструментальную составляющую погрешности* измерений вследствие взаимодействия *средств измерений* с любым из подключенных к их входу или выходу компонентов, нормируют путем установления *номинальных метрологических характеристик* и пределов допускаемых отклонений от них или граничных *метрологических характеристик*.

Методика выполнения измерений (МВИ). Измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным *методикам (методам) выполне-*

ния измерений, за исключением *методик (методов) выполнения измерений*, предназначенных для выполнения измерений, при которых искомое значение величины получают непосредственно от *средства измерений* (прямые измерения), с применением *средств измерений* утвержденного типа, прошедших поверку. *Методики (методы) выполнения измерений*, предназначенные для выполнения прямых измерений, вносятся в эксплуатационную документацию на *средства измерений*. Подтверждение соответствия этих *методик выполнения измерений* обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется в процессе утверждения *типов* данных *средств измерений*. В остальных случаях подтверждение соответствия *методик выполнения измерений* обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется путем аттестации этих *методик выполнения измерений*. Порядок аттестации *методик выполнения измерений*, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, определяет ФОГМН.

Методика выполнения измерений (МВИ) – совокупность конкретно описанных операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями *точности* (известной *погрешностью*)¹⁰⁸. *МВИ* разрабатывают и применяют с целью обеспечения выполнения измерений с *погрешностью*, не превышающей требуемую или *приписанную характеристику погрешности* измерений. Разработку *МВИ* осуществляют на основе исходных данных, которые включают назначение *МВИ*, требования к *погрешности* измерений, условия измерений и другие требования. Исходные данные излагаются в техническом задании, ТУ, отчетах о НИР и др. *МВИ* может быть изложена в документах разных видов – в отдельном документе (стандарте, инструкции, рекомендации и т.п.), либо в разделе или части документа (разделе стандарта, ТУ и пр.).

Документ на *МВИ* должен содержать следующие разделы:

1. Вводная часть.
2. Требования к *погрешности* измерений или *приписанные характеристики погрешности* измерений.
3. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы.
4. Метод измерений.
5. Требования безопасности, охраны окружающей среды.
6. Требования к квалификации операторов.
7. Условия измерения.
8. Подготовка к выполнению измерений.
9. Выполнение измерений.

¹⁰⁸ Сокращением «МВИ» также используют для понятия «межведомственные испытания».

10. Обработка (вычисление) результатов измерений.

11. Контроль точности результатов измерений.

12. Оформление результатов измерений.

Допускается исключать или объединять и добавлять новые разделы.

Во «**Вводной части**» указывают:

- область применения *МВИ* (объект измерений, в том числе наименование продукции и контролируемых параметров, область использования);
- наименование (при необходимости – определение) измеряемой величины;
- характеристики измеряемой величины (диапазон и частотный спектр, значения неинформативных параметров и т.п.);
- *характеристики объекта измерений, если они могут влиять на погрешность измерений (входное сопротивление, способ крепления датчика и т.п.).*

«**Вводная часть**» может излагаться в редакции: *«Настоящий документ (указывается конкретно вид документа на МВИ) устанавливает методику выполнения измерений (далее – наименование измеряемой величины, ее специфика и специфика измерений).*

Раздел «**Требования к погрешности измерений**» (или «**Приписанные характеристики погрешности измерений**») содержит числовые значения требуемых или *приписанных характеристик погрешности* измерений или ссылку на документ, в котором они приводятся.

В документах на *МВИ* указывают либо нормы погрешности измерений, либо *приписанные характеристики погрешности* измерений, которые относятся к любому результату измерений, получаемому по данной методике. Например: «*Пределы допускаемой относительной погрешности по данной методике $\pm 1,5\%$* » или «*Погрешность измерений должна соответствовать требованиям, указанным в (ссылка на нормативный документ)*». При указании *приписанных характеристик погрешности* вместо «*Пределы допускаемой погрешности...*» излагают «*Пределы погрешности...*», а вместо «*Погрешность измерения должна соответствовать требованиям, указанным в...*» записывают «*Погрешность измерения соответствует характеристикам, приведенным в ...*». Если случайная составляющая погрешности существенна, то вместо «*пределов*» указывают «*границы*», которые сопровождаются значением вероятности (например, «*при $P=0,95$* »).

Требования к *погрешности* измерений одной и той же величины могут быть различными для разных значений этой величины, разных *средств измерений*, разных условий измерений и использования результатов измерений. В этом случае требования к *погрешности* измерений приводят в форме таблиц, графиков или уравнений.

Раздел «**Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы**» содержит перечень *средств измерений* и других технических средств, применяемых при выполнении измерений. В перечне этих средств наряду с наименованием указывают обозначение ГОСТ или ТУ, обозначение типов, моделей средств измерений, их метрологические характеристики (*класс точности, пределы допускаемых погрешностей, пределы измерений* и др.). Если *МВИ* предназначена для использования в сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора, то типы выбранных *средств измерений* должны быть утверждены ФОГМН.

При большом объеме *метрологических характеристик* они могут приводиться в приложении наряду с чертежами, описаниями *средств измерений*.

Первый пункт раздела излагают в следующей редакции: «*При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и другие технические средства, приведенные в табл. 1.4.*»

Таблица 1.4

Перечень средств измерений и других технических средств

<i>Порядковый номер и наименование средства измерений (или технического средства)</i>	<i>Обозначение стандарта, ТУ и типа средства измерений, либо его метрологические характеристики, либо ссылка на приложение</i>	<i>Наименование измеряемой величины</i>

Раздел «**Метод измерений**» содержит описание приемов сравнения *измеряемой величины* с единицей в соответствии с принципом, положенным в основу метода, и излагается в виде: «*Измерения (наименование измеряемой величины) выполняют методом (описание физического принципа метода)*».

Раздел «**Требования безопасности, охраны окружающей среды**» содержит требования, выполнение которых обеспечивает при осуществлении измерений безопасность труда, нормы производственной санитарии и охрану окружающей среды. Формулировка требований раздела может быть следующей: «*При выполнении измерений (наименование измеряемой величины) соблюдают следующие требования (перечисляют требования безопасности, производственной санитарии, охраны окружающей среды)*».

Раздел «**Требования к квалификации операторов**» содержит сведения об уровне квалификации (профессии, образовании, практическом опыте и др.) лиц, допускаемых к выполнению измерений и излагается в следу-

ющей редакции: *«К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц (сведения об уровне квалификации)».*

Раздел **«Условия измерений»** содержит перечень *влияющих величин*, их *номинальных значений* и границ диапазонов возможных значений, а также другие характеристики влияющих величин, требования к объекту измерений. К числу *влияющих величин* относят также параметры сред (образцов), напряжение и частоту тока питания, внутренние импедансы объектов измерений и другие характеристики. Начало раздела излагают в редакции: *«При выполнении измерений соблюдают следующие условия (перечень условий)».*

Раздел **«Подготовка к выполнению измерений»** содержит описание подготовительных работ. К этим работам относят: предварительное определение значений *влияющих величин*, сборку схем, места расположения *средств измерений*, подготовку и проверку режимов работы *средств измерений* и других технических средств (установку нуля, выдержку во включенном состоянии и т.п.). Редакция начала раздела: *«При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы (перечень и описание работ)».*

Раздел **«Выполнение измерений»** содержит перечень, объем, последовательность операций, периодичность и число измерений, описание операций, требования к представлению промежуточных и конечных результатов (число значащих цифр и пр.), предельные скорости изменений и другие характеристики *влияющих величин*, ограничения на продолжительность измерений, требования о необходимости регистрации результатов промежуточных измерений и значений *влияющих величин*. Редакция раздела: *«При выполнении измерений (наименование измеряемой величины) выполняют следующие операции (описание операций)».*

Раздел **«Обработка (вычисление) результатов измерений»** содержит описание способов обработки и получения результатов измерений. Редакция раздела: *«Обработка результатов измерений (наименование измеряемой величины) выполняют способом (описание способа или ссылка на документ, устанавливающий способ)».*

Раздел **«Контроль точности результатов измерений»** содержит указания о нормативах, методах, средствах и плане проведения первичного (оперативного) и периодического (статистического) контроля *погрешности* результатов измерений, выполняемых по *МВИ*.

Раздел **«Оформление результатов измерений»** содержит требования к форме, в которой приводят полученные результаты измерений. В разделе указывают вид носителя полученной измерительной информации (документ, лента самопишущего прибора и т.п.). При необходимости приводят сведения о применяемых *средствах измерений* и других технических средствах, дате и времени получения результата измерения. Приводят требования об удостоверении документа или записи лицом, проводившим измере-

ния, а при необходимости – руководителем организации, подпись которого заверяют печатью. Редакция раздела: «*Результаты измерений оформляют записью в журнале по форме (образец формы) или протоколом, форма которого приведена в приложении (номер приложения). Результаты измерения хранят (указание о способах хранения)*».

Документы на *МВИ*, применяемые в сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора, подвергаются метрологической экспертизе. Необходимость и порядок такой экспертизы устанавливаются по согласованию между ФОГМН и разработчиком. При метрологической экспертизе *МВИ* проводится анализ и оценка выбора методов и *средств измерений*, операций и правил проведения измерений и обработки их результатов с целью установления соответствия *МВИ* предъявляемым метрологическим требованиям. Положительные результаты метрологической экспертизы являются основанием для аттестации *МВИ*. В случае положительного результата аттестации для *МВИ*, применяемых в сфере ГМН, а также для *МВИ*, применяемых с целью контроля состояния сложных технических систем, оформляют свидетельство об аттестации. *МВИ*, используемые вне сферы распространения государственного надзора, аттестуют в порядке, установленном разработчиком и заказчиком.

Глава 2. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ

2.1. Организация разработки продукции

Жизненный цикл продукции. При рассмотрении жизненного цикла¹⁰⁹ продукции условно можно выделить следующие основные процессы (периоды):

4. **Маркетинг. Изучение потребности в продукции.**
5. **Создание продукции.**
6. **Эксплуатация продукции.**
7. **Утилизация продукции.**

Каждый процесс может быть разделен из *стадии*. Например, процесс «**Создание продукции**», который включает в себя последовательность работ от формирования исходных требований к продукции до ввода ее в действие, может быть разделен на *стадии* «**Разработка продукции**» и «**Производство продукции**». Выполняемые на определенной *стадии* работы, как правило, регламентируются общими для этой *стадии* нормативными документами. *Стадия* «**Разработка продукции**» начинается с формирования требований к продукции и заканчивается выпуском оформленной в установленном порядке документации, содержащей все необходимые и достаточные данные для производства соответствующей заданным требованиям продукции.

В целях рационального планирования и организации работ *стадии* работы могут быть разделены на *этапы* работы, характеризующиеся определенным последовательным порядком выполнения работ, входящих в каждый *этап*, а также наличием определенных *исполнителей* этих работ и заданным результатом. *Этапы* работ выделяются по соображениям единства характера работ и завершающего результата или специализации *исполнителей*¹¹⁰.

¹⁰⁹ Жизненный цикл продукции – совокупность взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния этой продукции: от формирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации и утилизации этой продукции.

¹¹⁰ В зависимости от объема и требуемой степени детализации работ при их планировании одна и та же работа может обозначаться и как *стадия*, и как *этап*.

Иногда отдельные этапы объединяют в *виды* работ. Каждый *вид* работы характеризуется целевой направленностью и организационной законченностью. Например, на *стадии* «**Разработка продукции**» можно выделить *вид* работ «**Опытно-конструкторская работа по разработке продукции**». В этот *вид* работ входит, в частности, *этап* работ «Разработка *технического задания*».

Можно выделить следующую последовательность основных *стадий* работ по реализации жизненного цикла продукции: маркетинг; разработка продукции (в том числе проектирование, конструирование, испытание продукции); производство продукции (в том числе постановка продукции на производство, изготовление продукции); поставка; монтаж; пусконаладочные работы; сдача-приемка в эксплуатацию; эксплуатация и техническое обслуживание; снятие с эксплуатации и утилизация. Реализация каждой *стадии* работ требует довольно специфических умений. В общем случае работа начинается с изучения потенциального рынка сбыта продукции и исходных требований потенциальных потребителей, анализа собранных данных и разработки требований к продукции. Эффективность выполнения *стадии* разработки продукции во многом зависит от профессионально грамотного выбора технических решений. На *стадии* производства продукции большое значение имеет выбор качественного сырья и надежных комплектующих изделий, без которых невозможно создание качественной конечной продукции. Использование устаревших технологий при производстве продукции, отсутствие технологического контроля в процессе производства может привести к неконкурентоспособности продукции. Реализация продукции, как правило, не входит в обязанности инженерно-технических служб, но неумелое выполнение этой *стадии* работы может сделать все предыдущие усилия ненужными. Квалифицированные монтажно-наладочные работы на площадке пользователя этой продукции, техническое сопровождение ее эксплуатации позволят снизить число отказов и обеспечить эксплуатацию продукции в течение назначенного срока службы.

Как видно, ухудшение качества работ на любой из *стадий* жизненного цикла продукции как на *стадиях*, предшествующих разра-

Выделяют также *модули организации работ*, объединяющие *виды* работ на основе их состава и содержания.

ботке, так и на *стадиях*, последующих за ней, может привести к несуществности или ненужности самой разработки.

Важность *стадии* разработки продукции заключается в том, что именно на этой *стадии* определяются потенциальные пределы показателей и характеристик продукции, которые могут быть достигнуты при ее эксплуатации или же могут не реализоваться из-за ухудшения качества выполнения последующих *этапов* работы.

Участники процесса создания продукции. При создании продукции организации (предприятия) могут выступать в ролях *заказчика* или *исполнителя*. В зависимости от вида участия в процессе создания продукции *исполнители* могут выполнять соответственно функции *разработчика*, *изготовителя* и *поставщика*.

Заказчик – организация (предприятие), по договору с которой *исполнитель* (например, *разработчик*, *изготовитель* или *поставщик*) производит работы (разработку, изготовление, поставку продукции). *Заказчик* обеспечивает финансирование работы и участвует в ее приемке. *Заказчик* может являться и *потребителем* (*конечным пользователем*) этой продукции, обеспечивая, в частности, хранение, эксплуатацию, технологическое обслуживание и утилизацию продукции.

Исполнитель (например, *разработчик*, *изготовитель* или *поставщик*) – организация (предприятие), выполняющая работы по заказу *заказчика* и отвечающая за соответствие результатов этой работы технико-экономическим требованиям *заказчика*.

Разработчик – организация (предприятие), осуществляющая работы по разработке продукции, в том числе - разработку документации на вновь разрабатываемую или модернизируемую продукцию, и отвечающая за соответствие разработанной продукции техническому заданию, утвержденному в согласованном с *заказчиком* порядке.

Изготовитель (или *производитель*) – организация (предприятие), производящая продукцию в соответствии с утвержденной в установленном порядке технической документацией и отвечающая за соответствие произведенной продукции этой документации.

Поставщик – организация (предприятие), производящая поставку продукции *заказчику* и отвечающая за соответствие поставленной продукции требованиям *заказчика*. *Поставщик* осуществляет свои

полномочия по договору с *изготовителем*, уполномочивающим *поставщика* представлять его интересы по поставке продукции *заказчику* (осуществлять дилерские полномочия), и/или в соответствии с иным документом, устанавливающим границы полномочий *поставщика* и степень его ответственности перед *изготовителем* (например, в части гарантийного обслуживания продукции).

При выполнении разных работ функции *разработчика*, *изготовителя*, *поставщика* и *потребителя* продукции может выполнять одна и та же организация (предприятие), являясь в одних работах *заказчиком*, а в других *исполнителем*. Например, *исполнитель*, который является *изготовителем* продукции, может являться также *заказчиком* и *потребителем* комплектующих частей для этой продукции.

В зависимости от наличия или отсутствия *заказчика* разработку осуществляют по одной из 3-х следующих моделей организации работ:

Модель 1. Создание продукции по государственному заказу, то есть по заказу, финансируемому из федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации. Такие заказы размещаются *заказчиком* на конкурсной основе с использованием состязательного отбора между потенциальными *исполнителями* работы.

Модель 2. Создание продукции по заказу конкретного *заказчика* (заинтересованных организаций (предприятий), обществ, коммерческих структур и пр.). Такие заказы также могут быть размещены на конкурсной основе.

Модель 3. Инициативные разработки продукции без конкретного *заказчика* при коммерческом риске *разработчика* и *изготовителя*.

Следует отметить, что *заказчик* имеет очень широкие права в части выбора *исполнителя* работы, задания требований на разрабатываемую продукцию и условий, на основе которых он планирует осуществить приемку выполненной работы¹¹¹. С другой стороны, *заказчик*, являясь *потребителем* разработанной продукции, несет ответственность за результаты применения продукции, разработанной

¹¹¹ В случае нарушения разработчиком (изготовителем) своих обязательств заказчик обычно оставляет за собой право проведения процедуры рекламации, содержащей требование об устранении нарушений и/или уплате соответствующего возмещения.

в соответствии с его техническим требованиями. Если *заказчик* сформулировал свои требования неоднозначно или нечетко, то он рискует получить не ту продукцию, которая ему нужна.

При создании продукции по моделям организации работ 1 и 2 между *заказчиком* и *исполнителем* заключается договор (контракт) на выполняемые работы, оформленный с учетом требований законодательных и других нормативных документов, касающихся оформления договоров.

При заключении договоров на разработку, изготовление, поставку продукции, в согласованном с *заказчиком* порядке, разрабатываются требования к этой продукции. Требования к продукции могут быть описаны *заказчиком* с помощью указания им требуемых значений или определений различных показателей и характеристик продукции, таких, как:

- эксплуатационные показатели продукции;
- характеристики безопасности продукции при ее эксплуатации;
- характеристики надежности, определяемые через показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости;
- экономические характеристики;
- эстетические характеристики;
- экологические характеристики и т.п.

С другой стороны, *разработчик (изготовитель)* оценивает свои возможности по созданию продукции и дополнительно определяет показатели продукции, характеризующие ее создание, например:

- характеристики технологичности изготовления;
- характеристики экономичности – расход сырья, материалов, топлива, энергии, труда;
- характеристики безопасности процесса производства продукции;
- характеристики транспортабельности продукции;
- патентно-правовые характеристики и т.д.

Цели создания продукции, требования к продукции, основные исходные данные, необходимые для ее разработки, излагаются обычно в оформленном в установленном порядке отдельном документе - техническом задании (ТЗ) на разработку продукции. Разра-

ботка этого ТЗ может выполняться в виде отдельного *этапа* работ в рамках договора на разработку продукции¹¹².

Выполняемую по договору работу обычно разбивают на ряд планируемых, подлежащих финансированию этапов работы. В качестве выполняемых по договору этапов работы принято указывать *этапы* разработки продукции в соответствии с порядком разработки продукции, который подробнее рассмотрен в §§2.3-2.5 пособия.

По мере выполнения исполнителем этапов договора полученные результаты и показатели выполнения этапов работы оцениваются на соответствие требованиям *заказчика* путем письменного согласования с ним соответствия полученных результатов его требованиям. Оформленные в установленном порядке результаты работы служат основанием для оформления взаимопризнаваемых заказчиком и исполнителем отчетных документов по договору, на основе которых производится передача *заказчику* результатов выполнения *этапов* работы, а затем и результатов работы в целом.

Выбор *исполнителя* может производиться *заказчиком* на основе конкурсного квалификационного отбора – процедуры, в ходе которой на конкурсной основе оцениваются и отбираются *исполнители* на основе их способности выполнить работу в соответствии с требованиями и критериями *заказчика*. Цель квалификационного отбора – выявление и проверка возможностей и надежности *исполнителей* и снижение риска возможных издержек *заказчика* от недобросовестного исполнения *исполнителем* договорных обязательств.

С целью квалификационного отбора исполнителя *заказчик* может предусматривать определенные требования к потенциальным *исполнителям*. Для участия *исполнителя* в квалификационном от-

¹¹² В состав комплекта документов заключаемого между *заказчиком* и *исполнителем* договора может входить документ «Техническое задание к договору», содержащее общие исходные требования к работам, выполняемым в рамках договора, в том числе сроки проведения и объем работы, показатели качества продукции, экономические показатели работы и разрабатываемой продукции и пр. Документ «Техническое задание к договору» не является, вообще говоря, «Техническим заданием на разработку продукции».

При оформлении «Технического задания к договору» за основу может быть принята структура технического задания на НИР (см. § 2.2). В § 2.2 также подробно описаны структура и содержание документа «Техническое задания на разработку продукции».

боре с целью заключения договора на выполнение работ (например, на разработку, изготовление или поставку продукции) *заказчик* может потребовать предъявления наличия у *исполнителя* системы качества и подтверждение ее эффективности, в частности:

- предоставления *разработчиком* подтверждения возможности выполнения требований *заказчика* к официальному порядку одобрения продукции, процедур, процессов и оборудования (например, предоставления копий лицензий на соответствующий вид деятельности, выданных ФОГРБ, сертификатов на оборудование в Системе обязательной сертификации ОИТ); предоставление подтверждения по возможности выполнения требований *заказчика* к производственно-техническим возможностям *разработчика* (наличие необходимой документации, оборудования, квалификации персонала и т.п.);
- предоставления информации о подтверждении опыта разработки аналогичной продукции для объектов атомной энергетики (подтверждение референции¹¹³ опыта разработки); подтверждение качества ранее выполненных аналогичных разработок;
- предоставление информации о субподрядчиках, которые привлекаются для выполнения работ;
- предоставления подтверждений того, что у *разработчика* имеется программа обеспечения качества при выполнении заявленных работ и *разработчик* продукции осуществит контроль в рамках действующей системы качества за обеспечением требований *заказчика* к продукции при привлечении других организаций к процессу разработки или оказания услуг при разработке этой продукции.

При *квалификационном отборе исполнитель*, претендующий на выполнение работ, информирует *заказчика* об имеющихся у него возможностях для выполнения требований *заказчика*, затем предоставляет документы, подтверждающие эти сведения. При необходимости проводится *аудит* потенциального *исполнителя* работ с целью проверки и оценки его возможностей на месте. Под *аудитом*

¹¹³ Референтность оборудования – подтверждение соответствия оборудования какому-либо аналогу, имеющему сходные технические характеристики, назначение и условия эксплуатации, одинаковые или близкие к указанным в требованиях заказчика.

(проверкой) понимается независимый и документированный процесс получения свидетельств *аудита* и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев *аудита* (политики в области обеспечения качества¹¹⁴, процедур или требований).

Под свидетельствами *аудита* понимаются записи, изложение фактов или другая информация, которые имеют отношение к критериям *аудита* и могут быть проверены.

Под политикой в области обеспечения качества понимаются основные направления и цели организаций *заказчика* и *исполнителя* в области качества в целях безопасности, установленные руководством организаций заказчика и исполнителя.

Процедура – документ (например, стандарты системы качества организации, производственная инструкция, методика, специальная программа), регламентирующий способы и порядок действий, обеспечивающих выполнение работ, важных для безопасности, а также порядок и способы контроля результатов этих работ. Например, в процедуре выполнения (и контроля) работ отражаются:

- наименование процедуры с отметкой о ее важности для безопасности АС;
- цель процедуры;
- область действия процедуры;
- требования к качеству работ с указанием регламентирующих их нормативных документов или требований заказчика;
- корректирующие меры в случае выявления несоответствий;
- перечень материалов и оснастки, необходимых для выполнения работ;
- меры предосторожности при выполнении работ, исключающие их негативное влияние на безопасность АС;
- требуемая квалификация ответственного руководителя и исполнителей работ;
- порядок выполнения работ с указанием контрольных операций, по завершению которых требуется разрешение ответственного руководителя работ на продолжение работ, и контрольных точек;
- (перечень материалов, организационных мер и технических средств, необходимых для проведения контроля);
- (порядок проведения контрольных операций со ссылкой на утвержденные методики контроля);

¹¹⁴ Под политикой в области обеспечения качества понимаются основные направления и цели организаций *заказчика* и *исполнителя* в области качества в целях безопасности, установленные руководством организаций заказчика и исполнителя.

| - периодичность и порядок пересмотра процедуры.

Разработка продукции и постановка ее на производство. Общий порядок работ в процессе создания продукции можно представить в виде следующей последовательности работ:

<ul style="list-style-type: none">- стадия «Разработка продукции»:<ul style="list-style-type: none">- вид работ «Исследование и обоснование создания продукции (НИР)»;- вид работ «Опытно-конструкторская работа (ОКР) по разработке продукции»:<ul style="list-style-type: none">- этап работ «Разработка технического задания на ОКР»;- этап работ «Разработка технической документации: конструкторской (КД) и технологической (ТД)»;- этап работ «Изготовление и предварительные испытания опытных образцов»;	<p>Продукция единичного производства, монтируемая и налаживаемая на месте ее эксплуатации</p>
<ul style="list-style-type: none">- этап работ «Приемка ОКР»;- проведение приемочных испытаний;- часть стадии «Производство продукции»:<ul style="list-style-type: none">- вид работ «Постановка продукции на производство»:<ul style="list-style-type: none">- этап работ «Подготовка производства»;- этап работ «Освоение производства»:<ul style="list-style-type: none">- изготовление установочной серии;- проведение квалификационных испытаний.	<ul style="list-style-type: none">- этап работ «Приемка ОКР»;- проведение первого этапа приемочных испытаний на площадке разработчика (изготовителя);- приемочный контроль и отгрузка продукции заказчику;- стадия «Ввод продукции в действие»:<ul style="list-style-type: none">- этап работ «Строительно-монтажные работы»;- этап работ «Пусконаладочные работы»;- этап работ «Проведение предварительных (автономных, комплексных) испытаний на месте эксплуатации продукции»;- этап работ «Проведение опытной эксплуатации»;- этап работ «Проведение заключительного этапа приемочных испытаний продукции на месте ее эксплуатации».

В зависимости от цели выполняемых при создании продукции работ их можно разделить на две группы: *научно-исследовательские работы (НИР)* и *опытно-конструкторские работы (ОКР)*.

Научно-исследовательская работа (НИР) – комплекс теоретических и экспериментальных работ по исследованию и изысканию наиболее совершенных принципов построения и путей создания новых видов продукции или модернизации¹¹⁵ существующих видов продукции для вновь строящихся, реконструируемых, расширяющихся или технически перевооружаемых объектов. Если *НИР* разрабатывается отдельно от *ОКР*, то на проведение *НИР* разрабатывается отдельное *ТЗ*.

Результатом *НИР*, как правило, является комплект отчетной научно-технической документации по обоснованию исходных данных для последующего *этапа* работ по созданию продукции. Эта документация должна содержать информацию о полученных результатах и рекомендации по их использованию. Документация может состоять из технического отчета, проекта технических требований (ТТ) к разрабатываемой продукции, проекта *технического задания* на проведение *ОКР* или другого технического документа, позволяющего определить направление последующих конструкторских работ и внедрить результат выполненной *НИР*. Выполнение *НИР* может потребовать создания лабораторных макетов и экспериментальных образцов продукции. Такие образцы изготавливают (как правило, по эскизам) для выяснения и проверки эффективности выбранных принципов работы разрабатываемой продукции, а также для проверки предлагаемых основных конструкторских и технологических решений.

¹¹⁵ Работы по реконструкции объектов проводятся с целью восстановления или улучшения характеристик объекта (например, с целью продления срока эксплуатации энергоблоков) путем замены основного технологического оборудования при сохранении целевого назначения этого объекта. Реконструкция, как правило, включают в себя замену морально и физически устаревшего оборудования на модернизированное оборудование. Разработка модернизированной продукции проводится с целью создания продукции, обладающей улучшенными характеристиками надежности по сравнению с выпускаемой или ранее выпускавшейся однотипной продукцией.

Опытно-конструкторская работа (ОКР) – комплекс работ по экспериментально-теоретической разработке технических решений¹¹⁶ и отработке технологии производства вновь создаваемой или модернизированной продукции. В ОКР могут входить элементы исследования, присущие НИИР. В ходе ОКР разрабатывается документация, необходимая для изготовления и испытания *опытного образца* (или *опытной партии*) или *головного образца* продукции. Перечень, содержание и последовательность разрабатываемой на создаваемую продукцию документации зависит как от требований заказчика, так и от конкретного вида продукции.

Опытным образцом называется вновь разработанный в результате ОКР образец продукции, изготовленный по технологии опытного производства по вновь разработанной рабочей конструкторской документации, составленной с учетом технологических особенностей этого опытного производства. Под опытной партией (партией *опытных образцов*) понимается несколько (в том числе – значительное количество) *опытных образцов*, изготовленных в течение определенного промежутка времени по одной и той же технологической документации, одновременно предъявляемых на испытания и/или приемку. Количество образцов *опытной партии* определяется целью и задачами, которые необходимо решить для реализации последующих *этапов* работ по разработке продукции. *Опытный образец* предназначен для проверки соответствия характеристик и свойств этого *опытного образца* техническим требованиям к его характеристикам и свойствам, заданным в техническом задании и в разработанной технической документации, а также для выбора лучшего решения (при наличии вариантов). Проверка осуществляется путем испытаний *опытного образца* (или *головного образца*). Заканчивается ОКР документальным оформлением результатов испытаний *опытных образцов* продукции. По результатам ОКР в зависимости от потребного заказчика количества единиц разработанной продукции могут быть приняты решения о возможности постановки разработанной продукции на производство, о доработке и реализации заказчику *опытного образца* или об утилизации этого *образца* и т.п.

¹¹⁶ К ОКР могут быть отнесены проектные работы.

Виды продукции. Следующей после разработки *стадией* жизненного цикла продукции является *стадия* постановки продукции на производство, которая служит для отработки технологии серийного (или несерийного) производства продукции. На этой стадии *изготовитель* при технической помощи *разработчика* организует постановку продукции на производство, включающую подготовку и освоение разработанной продукции в производстве.

Вид производства продукции (серийное или несерийное производство) определяется необходимым *заказчику* количеством единиц этой продукции.

Под *серийной продукцией* понимается продукция серийного производства, изготавливаемая по одной и той же технологической документации и выпускаемая в виде последовательного ряда единиц (партий) для удовлетворения постоянной потребности в ней¹¹⁷.

Если предполагается изготовление лишь отдельных экземпляров или партий продукции ограниченного объема, то такая продукция относится к *мелкосерийной (малосерийной)*. Если не предполагается повторное изготовление отдельных экземпляров или партий продукции, то продукция относится к *несерийной продукции*¹¹⁸. К *несерийной продукции* относится и *единичная продукция*. *Единичная продукция* предназначена для одного *заказчика* и может состоять из одного уникального экземпляра этой продукции. Например, большие автоматизированные системы часто разрабатываются как *единичная продукция*¹¹⁹.

Процесс разработки документации на *мелкосерийную, несерийную и единичную продукцию* аналогичен, в основном, процессу разработки документации для *серийной продукции*.

¹¹⁷ Продукция, выпускаемая в соответствии с техническими требованиями стандартов, относится к *массовой продукции*.

¹¹⁸ Если отдельные экземпляры продукции или партии продукции изготавливаются время от времени, только по мере возникновения потребности в них, то такая продукция относится к *повторяющейся несерийной продукции*.

¹¹⁹ Автоматизированные системы, как правило, создаются так называемым «проектным путем» с последующей комплектацией изделиями серийного и единичного производства, проведением испытаний, монтажных, наладочных и пусковых работ, необходимых для ввода автоматизированной системы в действие.

В противном случае *единичная продукция* относится к *продукции разового изготовления*. Продукция разового изготовления изготавливается одновременно в количестве одного или более экземпляров, причем дальнейшее производство этой продукции не предусматривается. Например, без существенных изменений установившегося производства *серийной продукции* и технологического процесса ее изготовления требуется изготовление партии продукции, удовлетворяющей каким-либо дополнительным требованиям. Рабочим конструкторским документам продукции единичного производства, предназначенным для ее разового изготовления, присваивают литеру «И». Присвоению литеры может предшествовать выполнение отдельных работ, которые включены в *этапы* разработки *серийной продукции*.

Объектом разработки при проведении *ОКР*, нацеленной на выпуск *мелкосерийной* и *несерийной продукции*, может являться первый или *головной образец* продукции. *Головной образец* может выступать одновременно и как *опытный образец*, и как первый образец *мелкосерийной продукции*.

Головной образец изготавливается по вновь разработанной при проведении *ОКР* документации с одновременной отработкой конструкции и технической документации для производства, при необходимости, последующих образцов продукции данной партии или серии. После проведения испытаний и необходимых доработок по согласованию с заказчиком *головной образец* (как и *опытный образец*) может быть реализован *заказчику* на особых условиях поставки. При определении возможности использования подвергнутого испытаниям образца по назначению учитывается влияние проведенных испытаний на надежность характеристики этого образца.

§2.2. Техническое задание на разработку продукции.

Техническое задание (ТЗ) является необходимым исходным документом, в соответствии с которым определяют основное назначение продукции, производят разработку, испытания продукции и ее приемку заказчиком, а также осуществляют разработку технической документации на продукцию¹²⁰. *ТЗ* разрабатывается на основе ис-

¹²⁰ В качестве *ТЗ* может быть использован и иной документ, содержащий необходимые и достаточные требования для разработки продукции и взаимопризнаваемый заказчиком и разработчиком.

ходных требований заказчика, результатов выполненного анализа существующих разработок, экономических оценок, изучения патентной документации и т.п.

Следует отметить, что требования ТЗ относятся к постановке задачи по разработке и не ограничивают инициативу разработчика при поиске и выборе им оптимального решения поставленной задачи. В ТЗ должно быть указано, что необходимо делать, а не как делать. Требования должны быть недвусмысленными, поддающимися легко реализуемым испытаниям или проверке. Документ должен быть логичным, последовательным, достаточно подробным и выполненным на уровне современных требований.

В процессе проектирования продукции разрабатывают, в общем случае, следующие *виды обеспечений*: техническое, организационно-методическое, правовое, программное, информационное, метрологическое, математическое, лингвистическое и эргономическое. В ТЗ формулируются требования к каждому из *видов обеспечения*, необходимых для конкретной продукции.

Под техническим обеспечением понимается совокупность технических средств с соответствующей документацией. Например, для автоматизированной системы техническим обеспечением является совокупность технических средств, предназначенных для реализации воздействий, ввода, получения, подготовки, преобразования, обработки, хранения, регистрации, вывода, отображения, использования и передачи данных, а также соответствующая документация.

Организационно-методическое обеспечение – совокупность документов, определяющих:

- организационную структуру и объекта, на котором будет применена продукция, технологию функционирования продукции, необходимую для выполнения конкретных функций;
- методы выбора и применения технологических приемов в условиях функционирования, проверки и обеспечения работоспособности продукции;
- формы представления результатов этой деятельности.

Правовое обеспечение - совокупность правовых норм, регламентирующих правоотношения при функционировании продукции и юридический статус результатов ее функционирования.

Эргономическое обеспечение - совокупность взаимосвязанных требований, направленных на согласование психологических, психофизиологических, антропометрических, физиологических характеристик и возможностей оператора, технических характеристик продукции, параметров рабочей среды на рабочем месте.

Разрабатываемые виды обеспечения зависят от вида продукции (механическое изделие, автоматизированная система, средство измерений и пр.). Например, для автоматизированной системы разрабатываются также программное, математическое, лингвистическое и информационное обеспечение. Программное обеспечение - совокупность программных средств (программ) систем обработки информации с программной документацией, необходимой для эксплуатации этих программ. Математическое обеспечение – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при функционировании автоматизированной системы. Лингвистическое обеспечение - совокупность языковых средств и правил для формализации естественного языка, построения и сочетания информационных единиц, используемых для информационного обмена пользователей-специалистов и эксплуатационного персонала с комплексом средств автоматизации системы при ее функционировании. Информационное обеспечение – совокупность системно-ориентированных данных, описывающих принятый в автоматизированной системе словарь базовых описаний (классификаторов, типовых моделей, элементов автоматизации, форматов документации и т.д.) и актуализируемых данных о состоянии информационной модели объекта автоматизации.

Проектные решения по техническому, программному и информационному обеспечению реализуют как изделия с необходимой документацией. Проектные решения по остальным видам обеспечения входят в состав продукции в качестве организационно-методических и эксплуатационных документов или реализуются в компонентах соответствующего обеспечения. Например, проектные решения математического обеспечения реализуют, как правило, через программное или, в отдельных случаях, техническое обеспечение. Лингвистическое обеспечение реализуют в информационном или программном обеспечении.

Рассмотрим структуру ТЗ на проведение НИР и три варианта построения ТЗ на ОКР – на разработку продукции, разрабатываемую в соответствии с требованиями ЕСКД, ТЗ на разработку автоматизированной системы и ТЗ на разработку программного средства (программы).

Структура ТЗ к договору на проведение НИР. В техническом задании на проведение НИР, как правило, указывается:

- наименование работы;
- основание к выполнению работы;
- исполнители работы¹²¹;
- сроки выполнения работы;

¹²¹ Исполнители могут определяться на конкурсной основе.

- перечень заинтересованных организаций, с которыми согласовывается ТЗ;
- цель и назначение работы;
- содержание работы (основные этапы расчетных и экспериментальных работ);
- ожидаемые результаты;
- порядок приемки работы;
- перечень разрабатываемой технической документации, предъявляемый по окончанию отдельных этапов и всей работы в целом;
- количество экспериментальных образцов, предъявляемых по окончанию работы.

ТЗ на разработку продукции, разрабатываемой в соответствии с требованиями ЕСКД¹²². Техническое задание состоит из следующих разделов:

1. **Наименование и область применения. Общие сведения.**
2. **Основание для разработки.**
3. **Цель и назначение разработки.**
4. **Источники разработки.**
5. **Технические требования.**
6. **Экономические показатели.**
7. **Стадии и этапы разработки.**
8. **Порядок контроля и приемки.**
9. **Приложения.**

В разделе «**Наименование и область применения**» указывают:

- наименование и/или условное обозначение продукции и краткую общую характеристику области ее применения (использования, эксплуатации);
- общую характеристику объектов, на которых предполагается использование продукции или ссылки на документы, со-

¹²² Сам документ «Техническое задание» не относится к документам, оформляемым согласно требованиям ЕСКД. ТЗ оформляется на листах формата А4 без рамки, основной надписи и дополнительных граф к ней. Номера листов (страниц) могут проставляться начиная с первого листа, следующего за титульным листом (в верхней части листа над текстом посередине).

держащие такую информацию;

- общие сведения об условиях эксплуатации объектов, в которых предполагается применить разрабатываемую продукцию.

Например: «Настоящее ТЗ распространяется на разработку и испытание (*наименование продукции*), предназначенной для (*назначение продукции*) и использования (*наименование объекта, в составе которого или на котором будет использоваться эта продукция и/или характеристика области ее применения*)».

В разделе «**Основание для разработки**» указывают обоснования к выполнению работ:

- полные наименования документов, на основании которых разрабатывается продукция;
- организации и должностных лиц, утвердивших эти документы и даты их утверждения;
- наименование и/или условное обозначение (шифр) темы разработки, а также шифр (номер) договора на разработку продукции;
- наименования организаций разработчика и заказчика и их реквизиты¹²³;
- сведения об источнике и порядке финансирования работ;
- плановые сроки¹²⁴ начала и окончания работ по созданию продукции;
- перечень основных организаций, с которыми согласуется ТЗ.

Например: «(*Наименование и шифр продукции*) разрабатывают согласно (*полное наименование документа, служащего основанием для разработки*), утвержденного (*организация, утвердившая документ, дата утверждения*)».

В разделе «**Цели и назначение разработки**» указывают:

- цель разработки, назначение разработки (например, создание базового образца, модификация, проведение модернизации и пр.); перспективность и оценку преимуществ разрабатываемой продукции; краткую характеристику технического уровня в области разработки по отечественным и зарубеж-

¹²³ При конкурсной форме выбора разработчика продукции требования технического задания могут не содержать наименования конкретной организации разработчика.

¹²⁴ Окончательными сроками выполнения работ считаются сроки, установленные в договоре между заказчиком и исполнителем работ.

ным данным;

- задачи, решаемые разработкой;
- наименование продукции, на базе которой или взамен которой проводят разработку;
- перечень объектов, на которых предполагается использовать разрабатываемую продукцию.

В разделе «**Источники разработки**» приводят перечень:

- документов, определяющих обязательные требования к продукции, основные принципы проектирования, принципы и критерии безопасности;
- документов, определяющих проектные критерии, требования к компоновке и конструкции продукции, к программам и методикам контроля и испытаний;
- нормативных документов, регламентирующих порядок выполнения работ;
- документов и информационных материалов, обосновывающих возможность проведения разработки (технико-экономические обоснования, отчеты о НИР, результаты исследований по квалификации, информационные материалы на известные аналоги и пр.);
- документов по результатам ранее проведенных работ, которые необходимо использовать при разработке продукции.

Этот перечень может быть оформлен в виде приложения к *ТЗ*.

В разделе «**Технические требования**» указывают требования, определяющие показатели качества и эксплуатационные (потребительские) характеристики продукции с учетом действующих нормативных документов, а также современного технического уровня¹²⁵.

Подтверждением полноты требований, включенных в *ТЗ*, является его согласование с заказчиком заинтересованными организациями. Подтверждением соответствия требований *ТЗ* обязательным требованиям является согласование (одобрение) *технического задания* ФОГРБ.

Раздел «**Технические требования**» существенно зависит от вида разрабатываемой продукции. В общем случае данный раздел дол-

¹²⁵ Критерии оценки достижения требуемых значений технических, технологических, производственно-экономических и других показателей продукции, которые должны быть достигнуты в результате ее создания, конкретизируются обычно в отдельных документах (в программе и методике испытаний), но могут быть указаны и в *ТЗ*.

жен состоять из следующих подразделов, отражающих соответствующие требования:

1. Состав продукции и требования к ее конструктивному устройству.
2. Технические параметры, показатели назначения и экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии.
3. Требования к надежности.
4. Требования к технологическому обеспечению разработки, изготовления, монтажа, технического обслуживания и ремонта.
5. Требования к метрологическому обеспечению изготовления, производства и эксплуатации.
6. Требования к уровню унификации и стандартизации.
7. Требования безопасности и требования по охране окружающей среды.
8. Эстетические и эргономические требования.
9. Требования к патентной чистоте.
10. Требования к составным частям продукции, сырью, исходным и эксплуатационным материалам.
11. Условия эксплуатации (использования), требования к техническому обслуживанию и ремонту.
12. Дополнительные требования.
13. Требования к маркировке и упаковке.
14. Требования к транспортированию и хранению.
15. Требования к качеству продукции.

В подразделе «Состав продукции и требования к ее конструктивному устройству» в общем случае указывают:

- структуру продукции и ее границы (наименование, количество и назначение функциональных групп, составных частей основного исполнения продукции, ее компоновка, взаиморасположение и взаимодействие с сопрягаемыми изделиями)¹²⁶;
- обязательные требования к составу продукции и ее конструктивному устройству (соблюдение прин-

ципов единичного отказа, резервирования, разделения, независимости, требования к исключению отказов по общей причине и их последствий и т.д.); требования к конструкторским решениям по предотвращению нарушений нормальной эксплуатации продукции и предотвращению превышения проектных пределов; требования к способу обоснования конструкторских решений;

- требования к принципу работы продукции - описание работы продукции, выполняемые продукцией функции, взаимосвязи продукции со смежными системами и элементами (технологические, управленческие, информационные), например, требуемая схема организации потоков теплоносителя и тип циркуляции (вынужденная или естественная), уровень и давление; требования к ограничению влияния смежных систем (например, требование к степени герметичности продукции);

- требования к проектным режимам работы продукции; описание требуемых особенностей и ограничений динамических (переходных) режимов работы продукции, процессов теплопереноса и массопереноса, нейтронного и изотопного балансов, переноса радиоактивности и электромагнитного излучения;

- конструктивные требования к продукции и составным частям (габаритные, установочные, присоединительные размеры, способы раскрепления, регулировка органов управления, соответствие образцам-эталонам, виды покрытий, осевые прогибы, объемы и пр.);

- требования к видам соединений (сварных, резьбовых и пр.), видам креплений, герметизации соединений, допускам, посадкам;

- массовые показатели продукции и при необходи-

¹²⁶ При создании продукции в две и более очереди приводят перечень составных частей, вводимых в действие в первой и последующих очередях. Очередность ввода в действие составных частей продукции оговаривают в ТЗ на создание продукции в целом, устанавливая для каждой очереди набор реализуемых функций и сроки ввода.

мости массовые показатели ее составных частей;

- требования к виду и составу ЗИП¹²⁷;
- требования по контролю (входному, периодическому, неразрушающему, послереакторному и пр.) работоспособности продукции, ее составных частей и их соединений (например, по контролю протечек), а также связей со смежными системами и элементами (перечень контролируемых параметров продукции, периодичность, объем контроля, состав и размещение датчиков, диапазоны измерений параметров, допустимый перерыв потери информации, резервирование каналов информации, требования к питанию элементов измерительных каналов);
- требования по диагностике отказов продукции, ее составных частей и их соединений, а также связей со смежными системами и элементами;
- требования к уровню автоматизации технологических процессов; требования к интерфейсам взаимодействия со смежными системами и объектом;
- требования к сигнализации о нарушении режима нормальной эксплуатации продукции, о достижении предупредительных и аварийных уставок;
- требования к блокировкам, защитам, запасам до уставок, регуляторам, управлению (автоматическому и автоматизированному), например, управлению реактивностью;
- требования к защите продукции от непредусмотренных (ошибочных) действий и/или бездействия

¹²⁷ Комплект **ЗИП** – комплект **Запасных частей** (составных частей продукции, предназначенных для замены находившихся в эксплуатации таких же частей с целью поддержания или восстановления исправного или работоспособного состояния продукции), **Инструментов**, **Принадлежностей** и **материалов**, необходимых для технического обслуживания и ремонта продукции и скомплектованных в зависимости от назначения и особенностей использования. Продукция должна быть обеспечена запасными частями, инструментом и принадлежностями, составляющими виды ЗИП: одиночный комплект (ЗИП-О) и групповой комплект (ЗИП-Г). Комплект ЗИП-О поставляется с каждым комплектом продукции. Срок, на который должен быть рассчитан ЗИП-О, устанавливается в ТЗ на разработку продукции.

персонала, умышленных противоправных действий;

- требования к работоспособности разрабатываемой продукции в условиях нарушений режима ее нормальной эксплуатации (в том числе при отказах и при режимах нарушения нормальной эксплуатации с указанием продолжительности и условий этих режимов, видов и критериев отказов), например, при потере электропитания или водоснабжения, при разгерметизации твэлов; требования к обеспечению возможности использования смежной продукции в случае возникновения отказов, нарушения режима нормальной эксплуатации разрабатываемой продукции;

- параметры объекта, с которым должна взаимодействовать разрабатываемая продукция;

- рекомендуемые этапы модернизации продукции с учетом прогноза развития требований;

- другие требования, обусловленные спецификой продукции.

В подразделе «**Технические параметры, показатели назначения¹²⁸ и экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии**» указывают требования к значениям основных технических параметров продукции и ее составных частей; значениям ее свойств и эксплуатационных характеристик (например, мощность, энерговыделение, линейная нагрузка твэл, производительность, выработка, чувствительность, удельный расход сырья и материалов, топлива, энергии, коэффициент полезного действия, частота вращения, пусковой ток, точность, расход электроэнергии на собственные нужды, время срабатывания и другие характеристики быстродействия, маневренные и динамические характеристики, механические и прочностные характеристики во всех режимах функционирования, кампания топлива, остаточное тепловыделение, нейтронный поток, глубина выгорания топлива, коэффициенты реактивности, запасы до плавления, кипения, максимальная температура оболочек твэл, максимальная скорость теплоносителя в активной зоне, гид-

¹²⁸ Показатели, характеризующие степень соответствия продукции своему назначению и определяющие ее целевое использование и применение, например, мощность, чувствительность, точность.

равлические сопротивления, кавитационный запас ГЦН); требования к значениям параметров воздействия разрабатываемой продукции на сопрягаемую продукцию; требования к показателям качества выполнения каждой функции (например, показателям динамичности, быстродействия, одновременности) и пр.; требования по обоснованию параметров и показателей.

Каждый вид продукции характеризуется своим набором нормируемых параметров и показателей. Например, для рабочих органов системы управления и защиты (РО СУЗ) реакторов ВВЭР могут быть приведены требования к величине эффективности РО СУЗ, выгоранию и флюенсу РО СУЗ и поглощающих элементов (ПЭЛ), расходу теплоносителя, температурам поглощающих элементов (ПЭЛ), деталей стержней и чехловых труб СУЗ, перепаду давления на стержнях и действующих на них выталкивающей силе, к прочностным характеристикам РО СУЗ и гильз СУЗ, изменению размеров и формы ПЭЛ за счет распухания, ползучести, температуры, взаимодействия поглотителя с оболочной, взаимодействия пучка ПЭЛ с чехловой трубой, взаимодействия деталей РО СУЗ с чехловой трубой и т.д. (Требования к характеристикам надежности РО СУЗ, к их техническому обслуживанию и др. приводятся в соответствующих разделах ТЗ).

В подразделе «**Требования к надежности**» в общем случае называют:

- требования к показателям составляющих надежности - долговечности, безотказности, сохраняемости, ремонтпригодности, восстанавливаемости (время восстановления). При необходимости перечень (номенклатуру), а также количественные значения и вероятностные характеристики неопределенности показателей надежности определяют не только для продукции в целом, но и для ее частей (например, контактов реле), подсистем, технических средств, программного обеспечения;
- требования к учету режимов с нарушением нормальной эксплуатации; требование к анализу последствий отказов, влияющих на надежность, требования к обоснованию надежности;
- требования к перечням исходных событий (предварийных ситуаций, проектных аварий и учитываемых в проекте запроектных аварий), ошибочных действий/бездействия персонала; требования к перечням отказов, в том числе отказов по общей

причине; требования к перечням отказов, вызывающих частичную потерю работоспособности (обусловленных, например, усталостными эффектами, пластическими деформациями, коррозией, их сочетанием и пр.); требования к критериям отказов, при которых должны быть регламентированы требования к показателям надежности и значения соответствующих показателей;

- требования к сроку службы, проектному ресурсу, гарантийному сроку, гарантийному ресурсу; требования к порядку переопределения и переназначения проектных характеристик надежности продукции.

В подразделе **«Требования к технологическому обеспечению разработки, изготовления, монтажа, технического обслуживания и ремонта»** в общем случае приводят требования к монтажной, производственной и эксплуатационной технологичности при остановках, пусках, испытаниях, проверках, техническом обслуживании и ремонте; требования к виду поставки продукции (например, поставка в собранном виде, не требующая разборки и ревизии при монтаже и пр.); требования, определяющие возможность достижения заданных показателей качества продукции в условиях ее изготовления (например, особенности технологического изготовления продукции из аустенитной нержавеющей стали, предотвращающие ее растрескивание вследствие коррозии под напряжением), монтажа, технического обслуживания, ремонта и регламентных работ (обходов, осмотров, проверок и опробований, вывода в плановый ремонт и ввода в работу после ремонта); требования по минимизации затрат (временных, материальных и пр.) при выполнении работ.

В подразделе **«Требования к метрологическому обеспечению разработки, производства и эксплуатации»** приводят:

- перечень работ по метрологическому обеспечению на всех этапах создания продукции;

- основные контролируемые параметры объекта контроля, на котором планируется применить разрабатываемую продукцию; диапазоны изменения контролируемых параметров; требования к точности измерений параметров объекта, периодичности контроля, составу и размещению датчиков;

- перечень измерительных каналов для измерения

параметров объекта, на котором планируется применить разрабатываемую продукцию; перечень управляющих и вычислительных каналов разрабатываемой продукции, для которых необходимо оценивать метрологические характеристики; требования к метрологическим характеристикам измерительных каналов разрабатываемой продукции (погрешности измерений, в том числе динамические); требования к метрологическому обеспечению технических и программных средств, входящих в состав измерительных каналов; требования к программам и методикам выполнения измерений, критериям оценки измерений;

- требования к первичной и периодической поверке; требования к нестандартизованным средствам измерений, если они необходимы при поверке (калибровке);

- требования к метрологическим характеристикам измерительных каналов и средств измерений, используемых при наладке и испытаниях продукции; условия контроля и испытания продукции;

- требования к метрологическим характеристикам средств встроенного контроля и диагностики работоспособности разрабатываемой продукции;

- требования к утверждению типа средств измерений, аттестации методик выполнения измерений;

- требования к метрологической экспертизе разрабатываемой документации, метрологической аттестации разрабатываемой продукции с указанием порядка их выполнения и, при необходимости, организаций, проводящих экспертизу и аттестацию.

В подразделе «**Требования к уровню унификации и стандартизации**» приводят:

- требования к использованию стандартных, унифицированных и заимствованных сборочных единиц и деталей;

- требования к взаимозаменяемости составных частей продукции;

- требования к использованию типовых рабочих

мест, компонентов и комплексов;
- требования по использованию стандартных, унифицированных методов реализации функций (задач), выполняемых разрабатываемой продукцией;
- требования по унификации программных средств, типовых математических методов и моделей;
- требования по использованию типовых проектных решений, унифицированных форм документов и классификаторов.

В подразделе «Требования безопасности и требования по охране окружающей среды» указывают:

- класс безопасности продукции¹²⁹; другие обязательные требования к классификации продукции категории в соответствии с классификациями по безопасности, сейсмостойкости, группа по [13] и т.д.);
- требования по обеспечению безопасности персонала при монтаже продукции, ее наладке, эксплуатации (обслуживании, ремонте), снятии с эксплуатации, хранении - требования к мерам и средствам защиты персонала от опасных и/или мешающих

¹²⁹ Класс безопасности оборудования, предназначенного для АЭС, определяется главным конструктором РУ или проектантом АС применительно к конкретному проекту РУ или АС на основе требований к классификации систем (элементов) по влиянию их на безопасность (подробнее см. §1.4). Однотипное оборудование, примененное в разных проектах или даже в разных частях одного проекта может оказывать разное влияние на безопасность и, следовательно, может относиться к разным классам безопасности.

Так как требования к однотипному оборудованию одного класса безопасности могут различаться в зависимости от проекта РУ и АС, то в ТЗ, при задании необходимого класса безопасности разрабатываемого оборудования, требуется, вообще говоря, привязка этого оборудования к конкретному проекту РУ или АС либо определение значений всех значимых внешних воздействий на это оборудование в определенных проектом режимах его работы.

Более высокому классу безопасности соответствуют более жесткие требования, которые предъявляются к надежности оборудования. Эти требования влияют на выбор технических, схемных и программных решений при разработке оборудования.

воздействий электрического тока (например, требования к заземлению, электроизоляции); теплового воздействия, в том числе исключения возможности распространения задымления и пожаров; высокочастотных полей; ядовитых веществ; взрывчатых паров; пыли; газов; акустических шумов; радиоактивных веществ; ионизирующего излучения и т.п.); допустимые уровни воздействий продукции на персонал по условиям безопасности труда и санитарной гигиены при ее монтаже, наладке, эксплуатации (обслуживании, ремонте), снятии с эксплуатации, хранении - уровни освещенности, вибрационных и шумовых нагрузок, напряженности электрического и магнитного полей, радиочастотной помехоэмиссии и пр.;

- требования к движущимся механическим частям продукции, представляющим опасность для персонала, и требования по контролю опасной зоны или пространства;

- требования к разрабатываемой продукции по исключению попадания вредных веществ и излучений за установленные границы; требования по обеспечению безопасности окружающего населения и по обеспечению охраны окружающей среды при изготовлении, нормальном режиме эксплуатации продукции, ее транспортировании, хранении и утилизации (допустимые значения показателей создаваемых продукцией воздействий на смежное оборудование и природную среду – радиоактивных веществ, ионизирующего излучения, токсичных газов и аэрозолей, акустического воздействия, теплового загрязнения, вибрации, электромагнитных воздействий, радиочастотной помехоэмиссии и пр.); требования по сбросам и удалению отходов (масел, технической воды и др.) и пр.;

- требования к допустимым уровням воздействий разрабатываемой продукции на персонал, население, оборудование и окружающую среду при нарушении нормального функционирования продукции

(в том числе при возникновении отказов и нарушений нормального режима ее эксплуатации);

- требования к перечням отказов, являющихся исходными событиями нарушений нормальной эксплуатации, при которых должны быть регламентированы требования к показателям безопасности и требования к номенклатуре соответствующих показателей; требования к перечням исходных событий, ошибочных действий/бездействия персонала, умышленных противоправных действий, предаварийных ситуаций, проектных аварий и учитываемых в проекте запроектных аварий;

- требования к анализу последствий отказов, влияющих на безопасность, мерам по исключению отказов или ограничению их последствий, к обоснованию безопасности; требования к обоснованию достаточности мер по предотвращению возможных отказов, в том числе отказов по общей причине;

- другие требования, обусловленные спецификой продукции.

В подразделе «**Эстетические и эргономические требования**» указывают требования технической эстетики, а также эргономические требования и показатели, задающие необходимое качество взаимодействия персонала с продукцией (удобство обслуживания, комфортабельность, требуемые для управления усилия, требования к человеко-машинному интерфейсу).

В подразделе «**Требования к патентной чистоте**» указывают перечень стран, в отношении которых должна быть обеспечена патентная чистота разрабатываемой продукции. Указание о патентной чистоте в отношении Российской Федерации является обязательным.

В подразделе «**Требования к составным частям продукции, сырью, исходным и эксплуатационным материалам**» указывают:

- обязательные требования;

- требования к используемым комплектующим элементам, к условиям их поставки, хранения и входному контролю;

- требования к составным частям продукции (стан-

дартным, унифицированным, заимствованным, импортным, несерийным);

- требования к совместимости материалов, физико-химическим, теплофизическим, механическим и другим свойствам (марки и свойства сталей и сплавов, химический и изотопный состав, обогащение, активация под действием облучения, сорбционные свойства, влагостойкость, радиационная стойкость, допустимый флюенс быстрых нейтронов, плотность, количество и состав примесей, теплоемкость, теплопроводность, температура плавления, термическое расширение, предел твердости, характеристики сопротивления хрупкому разрушению, циклическая и длительная прочность и ползучесть, шероховатость поверхности и пр.) составных частей продукции;

- требования к допустимым изменениям свойств материалов при изготовлении, испытаниях, эксплуатации, транспортировке и хранении продукции (пределы текучести и прочности, остаточная пластичность, ползучесть, распухание, коррозионный и эрозионный износ и отложения, радиационные повреждения, сдвиг критической температуры хрупкости, дефекты усталостной природы в зависимости от внешних условий и внутренних факторов – температуры, дозы облучения, флюенса, выгорания, числа циклов нагружения и пр.);

- требования к контролю свойств составных частей и материалов (методам контроля свойств); требования к контролю химических элементов и соединений, неблагоприятно влияющих на эксплуатационные характеристики продукции и объекта, на котором планируется применить продукцию;

- требования к аттестации (сертификации) составных частей продукции и материалов;

- ограничения в применении составных частей (включая покупные), сырья, материалов (содержащихся в составных частях или используемых при обслуживании составных частей продукции);

- перечень сырья и материалов, применение которых недопустимо или нежелательно по разным причинам (например, из-за ограничения в применении дефицитных материалов);
- требования к сырью, сварочным и наплавочным материалам, жидкостям, смазкам, моющим и дезактивирующим средствам, топливу, маслам, краскам и другим материалам, намечаемым для применения в составе продукции, а также при ее изготовлении и эксплуатации (обслуживании);
- требования к покупной продукции в части ее модернизации.

В подразделе **«Условия эксплуатации (использования), требования к техническому обслуживанию и ремонту»** в зависимости от вида и назначения продукции в общем случае указывают:

- обязательные требования;
- требования к входному контролю;
- условия и режим эксплуатации, при которых должно обеспечиваться использование продукции с заданными техническими показателями;
- требования к эксплуатационным пределам, пределам и условиям безопасной эксплуатации (например, по удельной нагрузке твэлов, активности теплоносителя, соотношению мощность-расход, по повреждению твэлов и пр.); требования к уставкам срабатывания защит и блокировок;
- требования к площадям, параметрам среды обитания, помещениям для размещения продукции и персонала, к параметрам рабочих и резервных (аварийных) сетей и систем (аварийной сигнализации, радиационного контроля, сжигания водорода, энергоснабжения, водоснабжения, подачи пара на собственные нужды, газоснабжения, вакуумирования, вентиляции, охлаждения, кондиционирования, сбора, очистки и переработки радиационных отходов, приготовления и подачи химических реагентов, связи и оповещения, отопления, протелевидения, дезактивации, дренажа, канализации) этих помещений, качеству электроизоляции, заземления, гид-

роизоляции, звукоизоляции, теплоизоляции, экранированию от электромагнитных воздействий, защите от конденсата, пожарной безопасности, огнестойкости, взрывобезопасности и т.д.;

- требования к качеству электроснабжения продукции (допустимые уровни помех, наводок), к надежности ее электропитания (допустимые перерывы электропитания); к защите продукции (в том числе автоматической) от коротких замыканий, обрывов проводов, частичной потери изоляции и других факторов;

- допустимые уровни и характеристики воздействия на продукцию электромагнитных волн и полей (в том числе динамических, импульсных), грозовых разрядов;

- допустимые уровни, динамические и интегральные характеристики воздействия на продукцию климатических природных и техногенных внешних воздействующих факторов (температуры, влажности, атмосферного давления, солнечной радиации, коррозионных и агрессивных сред, пыли, затопления, обледенения и т.д.);

- допустимые уровни, динамические и интегральные характеристики воздействия на продукцию внешних природных и техногенных механических нагрузок (шумовых, вибрационных, ударных), в том числе сейсмических, скручивающих, ветровых, вызванных разрывами трубопроводов, сосудов под давлением, летящими предметами, падением самолета и др.;

- требования к параметрам и количеству допустимых циклов экстремальных воздействий (например, ураганов, смерчей, пыльных бурь);

- допустимые уровни, динамические и интегральные характеристики воздействия на продукцию радиоактивных веществ и ионизирующей радиации;

- требования к допустимым уровням совместного или последовательного любого возможного, в том числе самого неблагоприятного сочетания воздей-

ствий факторов, вызванных разными причинами или имеющих разную природу (тепловых, циклических, сейсмических, ударных, вибрационных, радиационных, коррозионных и пр.);

- требования по доступу к оборудованию, с учетом воздействий предельных внешних факторов, при возникновении отказов (например, при течах);

- требования к возможной эксплуатации подвергшейся предельным воздействиям продукции;

- требования по временам подготовки продукции к использованию после ее транспортировки, хранения и пр.;

- требования к видам обслуживания (постоянное, периодическое), к периодичности или допустимости работы без обслуживания; к ориентировочной трудоемкости ремонта, регламенту обслуживания (сроки, объем и последовательность работ); требования по восстановлению работоспособного состояния продукции после отказа; допустимые усилия при монтаже, уплотнении, извлечении; требования к перечню ядерноопасных работ при эксплуатации, обслуживании и ремонте продукции;

- требования к входному контролю, испытаниям и проверкам продукции после монтажа, при ее эксплуатации, после ее ремонта, которые должны выполняться для проверки и подтверждения функциональных характеристик (например, для определения характеристик быстродействия и эффективности СУЗ) и показателей надежности продукции, в том числе ресурсных показателей – регламент, периодичность, сроки, объем испытаний, перечень контролируемых характеристик;

- требования к размещению и условиям хранения сервисного оборудования, запаса расходуемых материалов и комплекта ЗИП;

- необходимое количество, квалификация, зоны ответственности и режим работы персонала при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте продукции, порядок подготовки персонала и поря-

док аттестации персонала, контроля его знаний, умений и навыков¹³⁰; требования к порядку допуска персонала к самостоятельной работе;

- требования к обеспечению возможности функционирования объекта при остановках, пусках, испытаниях, проверках, техническом обслуживании и ремонте продукции;
- требования по поддержанию режима нормальной эксплуатации объекта (к защите объекта, на котором планируется применить разрабатываемую продукцию от внешних и внутренних воздействий природного и техногенного происхождения и событий, внешних по отношению к объекту и не связанных с эксплуатацией продукции);
- требования к допустимым уровням и продолжительности внешних природных и техногенных воздействий на разрабатываемую продукцию со стороны окружающей среды и/или смежного оборудования при нарушении режима нормальной эксплуатации объекта, в котором применяется разрабатываемая продукция (в том числе при возникновении аварийных режимов эксплуатации объекта);
- требования к характеристикам информации, необходимой для анализа нарушений;
- требования к способам и порядку дезактивации разрабатываемой продукции, к особенностям обслуживания, связанным с радиацией;
- требования к документированию операций по техническому обслуживанию продукции, регистрации неисправностей, отказов;
- требования по выводу из эксплуатации и утилизации продукции;
- другие требования, обусловленные спецификой продукции.

В подразделе «**Дополнительные требования**» указывают:

¹³⁰ Требования к разрабатываемой продукции должны учитывать также требования к персоналу, обеспечивающему ее функционирование, и требования к специалистам, использующим результаты ее функционирования.

-требования к учебной продукции, устройствам для обучения персонала (тренажерам) и к документации на них;
-требования к сервисной аппаратуре, а также стендам для проверки продукции в целом и ее составных частей;
специфические и специальные требования по изготовлению и эксплуатации продукции, например, предназначенной для экспорта.

В подразделе **«Требования к маркировке и упаковке»** указывают:

- требования к маркировке, наносимой на продукцию и тару (место, способ нанесения, содержание маркировки);
- возможные варианты консервации, антикоррозионной защиты перед упаковыванием и варианты упаковки продукции в зависимости от условий транспортирования и хранения; требования к таре, упаковочным материалам, способам упаковки;
- количество и массу продукции, упаковываемой в одно транспортное место.

В подразделе **«Требования к транспортированию и хранению»** указывают:

- условия транспортирования и виды транспортных средств (авиасредства, крытые или открытые вагоны, трюмы, отапливаемые автомашины, допустимые расстояния транспортирования, скорости передвижения и пр.);
- необходимость и способы крепления при транспортировании;
- требования к необходимой защите от ударов, повреждений, коррозии при транспортировании, погрузке и выгрузке; требования по предотвращению повреждений, деформаций, разрушений при падении;
- требования к месту хранения (открытая площадка, навес, отапливаемый склад и пр.); условия хранения;
- способы и нормы складирования продукции (в

штабели, стеллажи, группы, допустимое число упаковок или чехлов в группе или штабеле и пр.);

- возможность и сроки обслуживания продукции во время хранения (сроки инвентаризации, переконсервации, переосвидетельствования, периодичность замены и др.)
- сроки хранения продукции при различных условиях хранения и требования к сохраняемости показателей назначения и показателей надежности продукции после истечения срока ее хранения.

В подразделе «**Требования к качеству продукции**» указывают требования к программам обеспечения качества при разработке и изготовлении продукции; требования к деятельности участников работ по созданию продукции, которая подтверждает возможность этих организаций обеспечить необходимое качество работ и услуг.

В разделе «**Экономические показатели**» указывают требования по технико-экономическому обоснованию целесообразности разработки, в том числе:

- лимитную (верхнюю) цену продукции;
- ориентировочную эффективность применения продукции;
- срок окупаемости затрат на разработку и освоение производства продукции;
- предполагаемую потребность в продукции;
- экономические сравнительные преимущества разрабатываемой продукции.

В разделе «**Стадии и этапы разработки**» устанавливают порядок выполнения работ, перечень организаций – соисполнителей, ссылки на документы, подтверждающие согласие этих организаций на участие в создании продукции, при необходимости ориентировочные сроки выполнения работ, потенциальных изготовителей продукции и пр.

В разделе «**Порядок контроля и приемки**» приводят:

- общие требования к приемке работы по этапам разработки и по завершению разработки: количество изготавливаемых опытных образцов продукции, предъявляемых на предварительные и приемочные испытания, и пр.;
- требования к экспериментальным работам, выполняемым в обоснование проекта и безопасности разрабатываемой продукции (к используемым методикам, стендам, полигонам, к

анализу полученных результатов); требования к расчетным работам (к перечню расчетов, к критериям расчетов, методикам и программам, базам данных, константам со сведениями от их аттестации, требования к анализу результатов расчетов);

- требования к референтности и обоснованию применяемых технических решений;

- перечни разрабатываемой конструкторской, технологической и иной¹³¹ документации и требования к ней;

- перечни требуемой по результатам разработки эксплуатационной, ремонтной, материально-балансовой, учетной документации и требования к ней;

- перечень комплектов и перечень видов документов, подлежащих экспертизе (например, метрологической), согласованию и утверждению (с указанием отдельных этапов, разработки документов); перечень документов, выпускаемых на машинных носителях; требования к документированию составных частей продукции;

- порядок оформления и предъявления заказчику результатов работы;

- статус приемочной комиссии (государственная, межведомственная, ведомственная);

- перечень участвующих в приемке предприятий и организаций, место и сроки проведения приемки, порядок взаимодействия заинтересованных организаций, согласования и утверждения приемочной документации;

- форму подтверждения соответствия продукции и ее составных частей обязательным требованиям;

- общие требования к проведению испытаний продукции – к порядку, виду, объему, методам испытаний, к программам и методикам испытаний, мерам по предотвращению аварий при проведении испытаний;

- перечень организаций (предприятий), с которыми следует согласовывать разрабатываемые документы;

¹³¹ К иной документации относится, например, пояснительная записка разработчика с ориентировочной экономической оценкой продукции, оценкой состояния с обеспеченностью комплектующими составными частями продукции и пр.

- требования по изготовлению, монтажу и наладке отдельных составляющих продукции и продукции в целом;
- требования по сопровождению опытно-промышленной эксплуатации со стороны разработчика и изготовителя продукции.

В «**Приложении**» приводят чертежи, схемы, описания, (например, изобретений), расчеты и другие документы, которые должны быть использованы при разработке продукции; расчет ожидаемой эффективности продукции, оценку научно-технического уровня продукции; обоснование показателей продукции, включенных в ТЗ, в сопоставлении с аналогами; перечень НИР, обосновывающих необходимость разработки, перечень заинтересованных организаций; перечень требуемого оборудования, в том числе подлежащего разработке; справочные данные.

ТЗ на разработку автоматизированной системы. В этом случае в ТЗ выделяют следующие разделы:

- 1. Общие сведения.**
- 2. Назначение и цели создания (развития) системы.**
- 3. Характеристика объектов автоматизации.**
- 4. Требования к системе.**
- 5. Состав и содержание работ по созданию системы.**
- 6. Порядок контроля и приемки системы.**
- 7. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие.**
- 8. Требования к документированию.**
- 9. Источники разработки.**

В качестве примера, иллюстрирующего содержательное отличие требований ТЗ на разработку автоматизированной системы от ТЗ на разработку изделия по требованиям ЕСКД, рассмотрим подробнее раздел ТЗ «**Требования к системе**», который по своему смыслу аналогичен разделу ТЗ «**Технические требования**», рассмотренному в предыдущем пункте пособия.

В общем случае раздел «**Требования к системе**» состоит из подразделов:

- 1. Требования к системе в целом.**
- 2. Требования к функциям (задачам), выполняемым системой.**

| 3. Требования к видам обеспечения.

Состав требований к системе, включаемых в данный раздел ТЗ, устанавливаются в зависимости от вида, назначения, специфических особенностей и условий функционирования конкретной автоматизированной системы¹³².

В подразделе «Требования к системе в целом» указывают:

- требования к структуре и функционированию системы;
- требования к численности и квалификации персонала, обслуживающего автоматизированную систему, и режиму его работы;
- показатели назначения автоматизированной системы;
- требования к надежности;
- требования безопасности;
- требования к эргономике и технической эстетике;
- требования к транспортабельности (для передвижных систем);
- требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению;
- требования к защите информации от несанкционированного доступа;
- требования к сохранности информации при авариях;
- требования к защите от влияния внешних воздействий;
- требования к патентной чистоте;
- требования по стандартизации и унификации.

В частности, в пункте «Требованиях к структуре и функционированию системы» этого подраздела приводят:

- перечень подсистем, их назначение и основные характеристики;
- требования к классификациям, обусловленным обязательными требованиями,

¹³² При конкурсной форме выбора разработчика автоматизированной системы требования технического задания должны допускать возможность использования различных типов программно-технических средств и видов обеспечений для реализации этой автоматизированной системы.

например, перечень функциональных групп, разделенных на категории (для управляющих систем, важных для безопасности);

- требования к числу уровней иерархии и степени централизации системы;

- требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы;

- требования к характеристикам взаимосвязей создаваемой системы со смежными системами, требования к совместимости системы, в том числе указания о способах обмена информацией со смежными системами;

- требования к режимам функционирования системы; требования к адаптивности¹³³ системы;

- требования к диагностированию системы;

- возможности для развития, модернизации системы;

- другие требования, обусловленные спецификой разрабатываемой автоматизированной системы.

В пункте «**Требования к защите информации от несанкционированного доступа**» этого подраздела приводят требования, установленные в нормативно-технической документации, действующей в отрасли (ведомстве) заказчика и предусматривающие организационные меры и/или программные и технические средства защиты для предупреждения несанкционированного доступа, а также для предупреждения неправильных действий персонала.

В пункте «**Требования по сохранности информации при авариях**» приводят перечень событий: аварий, отказов технических средств (в том числе из-за потери питания) и т.п., при которых должна быть обеспечена сохранность информации в системе.

¹³³ Адаптивность автоматизированной системы – способность этой системы изменяться для сохранения своих эксплуатационных показателей в заданных пределах при изменении внешних воздействий.

В пункте «**Требования к защите от внешних воздействий**» приводят требования к радиоэлектронной защите средств автоматизированной системы, а также требования по стойкости, помехоустойчивости¹³⁴, прочности к внешним воздействиям в среде применения при работе в нормальных условиях, а при необходимости – при аварийных условиях.

В подразделе «**Требования к функциям (задачам), выполняемым системой**» приводят:

- по каждой подсистеме перечень функций и задач (в том числе обеспечивающих взаимодействие частей системы), подлежащих автоматизации;
- при создании системы в две и более очереди – перечень функциональных подсистем, отдельных функций или задач, вводимых в действие в первой и последующих очередях;
- временной регламент реализации каждой функции (задачи);
- требования к качеству реализации каждой функции (задачи) и форме представления выходной информации, характеристики необходимой точности и времени выполнения, требование одновременности выполнения группы функций, достоверности выдачи результатов;
- требования по точности поддержания единого времени в системе;
- перечень и критерии отказов для каждой функции, по которой задаются требования по надежности; требования по живучести системы.

В подразделе «**Требования к видам обеспечения**» в зависимости от вида системы приводят требования к видам обеспечения:

- математическому;
- информационному;
- лингвистическому;
- программному;
- техническому;
- метрологическому;

¹³⁴ Помехоустойчивость автоматизированной системы характеризуется способностью этой системы выполнять свои функции в условиях воздействия помех, в частности электромагнитных.

- организационному;
- методическому;
- другим видам обеспечения (правовому, эргономическому и пр.).

В пункте «**Требования к математическому обеспечению**» этого подраздела приводят требования к составу, области применения (ограничения), к способам использования в системе математических методов и моделей, типовых алгоритмов и алгоритмов, подлежащих разработке.

В пункте «**Требования к информационному обеспечению**» автоматизированной системы приводят требования к:

- составу, структуре и способам организации данных в системе;
- информационному обмену между компонентами системы;
- информационной совместимости со смежными системами;
- использованию отраслевых классификаторов, унифицированных документов и классификаторов, действующих на предприятии;
- применению систем управления базами данных;
- структуре процессов сбора, обработки, передачи данных в системе и требования по представлению данных;
- защите данных от разрушений при авариях, отказах (например, сбоях в электропитании системы);
 - контролю, хранению, обновлению и восстановлению данных;
- процедуре придания правового статуса документам, продуцируемым техническими средствами автоматизированной системы.

В пункте «**Требования к лингвистическому обеспечению**» автоматизированной системы приводят требования к:

- применению в системе языков программирования высокого уровня;

- применению в системе языков взаимодействия пользователей и технических средств системы;
- кодированию и декодированию данных;
- языкам ввода-вывода данных;
- языкам манипулирования данными;
- средствам описания предметной области (объекта автоматизации);
- способам организации диалога.

В пункте «**Требования к программному обеспечению**» автоматизированной системы приводят перечень покупных программных средств, а также требования к:

- независимости программных средств от используемых средств вычислительной техники и операционной среды;
- качеству программных средств, а также к способам обеспечения и контроля этого качества;
- согласованию при необходимости вновь разрабатываемых программных средств с ФОГРБ.

В пункте «**Требования к техническому обеспечению**» автоматизированной системы приводят требования к:

- видам технических средств, в том числе к видам комплексов технических средств, программно-технических комплексов и других комплектующих изделий;
- функциональным, конструктивным и эксплуатационным характеристикам средств технического обеспечения автоматизированной системы.

В пункте «**Требования к организационному обеспечению**» приводят требования к:

- структуре и функциям подразделений, участвующих в функционировании автоматизированной системы или обеспечивающим ее эксплуатацию;
- организации функционирования системы и порядку взаимодействия персонала

автоматизированной системы и персонала объекта автоматизации;
- защите от ошибочных действий персонала системы.

В пункте «**Требования к методическому обеспечению**» системы автоматизации приводят требования к составу нормативно-технической документации системы (перечень применяемых при функционировании системы стандартов, нормативов, меток и т.п.).

Кратко остановимся на содержании еще двух разделов *ТЗ*. В разделе «**Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие**» приводят перечень основных мероприятий (и, при необходимости, указывают их исполнителей), которые следует выполнить при подготовке объекта автоматизации к вводу автоматизированной системы в действие. В перечень основных мероприятий, в частности, включают:

- приведение поступающей в систему информации к виду, пригодному для машинной обработки;
- изменения, которые необходимо осуществить в объекте автоматизации;
- создание условий функционирования объекта автоматизации, при которых гарантируется соответствие создаваемой автоматизированной системы требованиям, содержащимся в *ТЗ* на эту систему;
- создание необходимых для функционирования системы подразделений и служб;
- сроки и порядок комплектования штатов и обучения персонала.

В разделе «**Требования к документированию**» приводят:

- согласованный разработчиком и заказчиком перечень подлежащих разработке комплектов и видов документов, соответствующих требованиям нормативно-технической документации отрасли заказчика, перечень документов, выпускаемых на машинных носителях;
- требования по документированию комплектующих элементов межотраслевого применения в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСПД;
- требования к документированию элементов системы (состав и содержание документов).

ТЗ на разработку программы. *Техническое задание* на разработку программы оформляют по правилам ЕСПД с оформлением листа утверждения и титульного листа.

Техническое задание должно содержать следующие разделы:

1. **Введение.**
2. **Основание для разработки.**
3. **Назначение разработки.**
4. **Требования к программе или программному изделию.**
5. **Требования к программной документации.**
6. **Технико-экономические показатели.**
7. **Стадии и этапы разработки.**
8. **Порядок контроля и приемки.**

В разделе «**Введение**» указывают наименование, краткую характеристику области применения программы и объекта, в котором используют программу.

В разделе «**Основания для разработки**» указывают:

- документы, на основании которых ведется разработка;
- организацию, утвердившую этот документ, и дату его утверждения;
- наименование и/или условное обозначение темы разработки.

В разделе «**Назначение разработки**» указывают функциональное и эксплуатационное назначение программы.

Раздел «**Требования к программе или программному изделию**» содержит следующие подразделы:

- требования к функциональным характеристикам;
- требования к надежности;
- условия эксплуатации;
- требования к составу и параметрам технических средств;
- требования к информационной и программной совместимости;
- требования к маркировке и упаковке;
- требования к транспортированию и хранению;
- специальные требования.

В подразделе «**Требования к функциональным характеристикам**» приводят требования к составу выполняемых функций, орга-

низации входных и выходных данных, временным характеристикам и т.п.

В подразделе «**Требования к надежности**» указывают требования к обеспечению надежного функционирования (обеспечение устойчивого функционирования, контроль входной и выходной информации, время восстановления после отказа и т.п.).

В подразделе «**Условия эксплуатации**» указывают условия эксплуатации (температура окружающего воздуха, относительная влажность и т.п. для выбранных типов носителей данных) при которых должны обеспечиваться заданные характеристики; вид обслуживания; необходимое количество и квалификацию персонала.

В подразделе «**Требования к составу и параметрам технических средств**» приводят требования к необходимому составу технических средств с указанием их основных технических характеристик.

В подразделе «**Требования к информационной и программной совместимости**» указывают требования к входным и выходным информационным структурам, исходным кодам, языкам программирования и программным средствам, используемым программой.

При необходимости указывают требования по обеспечению защиты информации и программ.

В подразделе «**Требования к маркировке и упаковке**» в общем случае указывают требования к маркировке программного изделия, варианты и способы упаковки.

В подразделе «**Требования к транспортированию и хранению**» для программного изделия указывают условия транспортирования, места хранения, условия хранения, условия складирования, сроки хранения в различных условиях.

В разделе «**Требования к программной документации**» указывают предварительный состав программной документации и, при необходимости, специальные требования к ней.

В разделе «**Технико-экономические показатели**» указывают ориентировочную экономическую эффективность, предполагаемую годовую потребность, экономические преимущества разработки по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными образцами и аналогами.

В разделе «**Стадии и этапы разработки**» устанавливают необходимые стадии разработки, этапы и содержание работ (перечень программных документов, которые должны быть разработаны, согласо-

ваны и утверждены), а также, как правило, сроки разработки и при необходимости определяют исполнителей.

В разделе «**Порядок контроля и приемки**» указывают виды испытаний и общие требования к приемке работы.

В «**Приложениях**» к техническому заданию 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.

Порядок разработки, правила оформления, согласования и утверждения ТЗ. В зависимости от вида, назначения, особенностей продукции и условий ее функционирования допускается уточнять содержание разделов, вводить новые разделы, исключать или объединять отдельные из них, оформлять дополнительные разделы в виде приложений к ТЗ.

В ТЗ на части продукции не включают разделы, которые дублируют разделы ТЗ на продукцию в целом.

Значения показателей, норм и требований указывают, как правило, с предельными отклонениями или максимальными и минимальными значениями. Если эти показатели однозначно регламентированы в нормативно-технической документации, то следует приводить ссылки на эти документы.

Если конкретные значения показателей, норм и требований не могут быть установлены в процессе разработки ТЗ на продукцию и подлежат уточнению в процессе разработки, в нем делается запись о порядке установления и согласования этих показателей, норм и требований «*Окончательное требование к (значение величины, характеристики) уточняется в процессе разработки и согласовывается с (заинтересованные организации) на этапе...*». При этом само ТЗ в процессе разработки не меняется.

ТЗ разрабатывает, как правило, исполнитель (разработчик) с участием заказчика на основе исходных требований (заявки, тактико-технического задания и т.п.) заказчика, результатов предшествовавшей НИР (если такая работа проводилась), обязательных требова-

ний. К разработке *ТЗ* могут привлекаться другие заинтересованные организации (предприятия).

В *ТЗ* предусматривают реализацию всех обязательных требований, относящихся к данной продукции, а также указывают установленную форму подтверждения соответствия продукции обязательным требованиям. При наличии обязательных требований в *ТЗ* по усмотрению разработчика могут указываться только те требования, которые превышают соответствующие обязательные требования, установленные в федеральных нормах и правилах, или подлежат конкретизации. При этом в *ТЗ* должно оговариваться соответствие остальных обязательных требований указанным федеральным нормам и правилам и могут дополнительно устанавливаться необходимые требования, не содержащиеся в них. Полнота необходимых требований *ТЗ* к разрабатываемой продукции подтверждается согласованием его с заинтересованными организациями и его утверждением¹³⁵.

ТЗ согласовывается с заинтересованными организациями и утверждается в порядке, установленном заказчиком и разработчиком. Как правило, *ТЗ* согласовывается с основным потребителем (конечным пользователем), изготовителем продукции и, при необходимости, с ФОГРБ. Необходимость согласования *ТЗ* с другими организациями определяют совместно заказчик и разработчик *ТЗ*. Возможен порядок одновременной рассылки на согласование экземпляры проекта *ТЗ* (копии) одновременно во все заинтересованные организации.

Если согласование оформлено отдельным документом (письмом, протоколом), то под грифом «СОГЛАСОВАНО» делается ссылка на этот документ, который прикладывается к *ТЗ*. Такой оформленный документ (протокол) в этом случае является неотъемлемой частью *ТЗ*, на титульном листе которого записывают «*Действует совместно с протоколом №... от...*».

¹³⁵ Достаточность требований *ТЗ* к разрабатываемой продукции определяется в основном разработчиком на основе анализа накопленного опыта эксплуатации аналогичной продукции, случаев ее отказов и ложных срабатываний, в том числе редких. (Например, на практике имели место остановки энергоблоков из-за ложного срабатывания электромагнитного реле при его сотрясении, вызванном падением массы снега с верхних конструкций, из-за срабатывания системы антисейсмической защиты при грозе и пр.).

Решения по замечаниям должны быть приняты разработчиком и заказчиком до утверждения *ТЗ*. Разногласия при согласовании *ТЗ* между заинтересованными организациями и исполнителем (разработчиком) рассматриваются организациями, утверждающими *ТЗ*, с участием разработчика и заинтересованных организаций. В случае, если по разногласиям соглашение достигнуто, *ТЗ* утверждается с учетом разногласий. Если согласие не достигнуто, то возможно составление протокола разногласий (в произвольной форме). Исполнителю дается указание о проработке разногласных вопросов на следующем этапе работ, например, при эскизном проектировании. Окончательное решение по этим вопросам принимается по результатам рассмотрения материалов эскизного проекта организациями, утвердившими *ТЗ*.

ТЗ утверждается руководителями организаций заказчика и исполнителя (разработчика), если не установлены иные требования. Утверждение заказчиком *ТЗ* и заключение договора на выполнение этого *ТЗ* является необходимым и достаточным основанием для выполнения ОКР по данному *ТЗ*.

Копии утвержденного *ТЗ* высылаются разработчиком *ТЗ* организациям, утвердившим *ТЗ*, и заинтересованным организациям. Регистрацию, учет, хранение *ТЗ* и дополнений проводят в установленном порядке.

При необходимости титульный лист оформляют на нескольких страницах. Подписи разработчиков *ТЗ* и должностных лиц, участвующих в согласовании и рассмотрении проекта *ТЗ*, помещают на последнем листе. Допускается на титульном листе помещать установленные коды, грифы, номера. Формы титульного листа, установленные в ЕСКД, ЕСПД и в комплексе стандартов на автоматизированные системы, несколько различаются.

На любом этапе разработки продукции в *ТЗ* могут быть внесены изменения, не нарушающие условия выполнения обязательных требований¹³⁶. При необходимости внесения в *ТЗ* изменений эти изменения могут быть оформлены в виде протокола или «Дополнения к *ТЗ*», которые являются неотъемлемой частью *ТЗ*. «Дополнение к *ТЗ*» подлежит согласованию и утверждению в порядке, определенном заказчиком и разработчиком для самого *ТЗ*, если не оговорены

¹³⁶ Изменение к *ТЗ* не допускается утверждать после представления продукции на приемочные испытания.

иные требования. Титульный лист «Дополнения к ТЗ» оформляют аналогично. Вместо наименования «Техническое задание» записывают: «Дополнение №... к ТЗ на ...». На последующих листах дополнения к ТЗ помещают основание для изменения, содержание изменения и ссылки на документы, в соответствии с которыми вносятся эти изменения. В тексте дополнения к ТЗ указывают номера соответствующих пунктов, таблиц основного ТЗ, применяя слова «заменить, дополнить, исключить, изложить в новой редакции».

§2.3. Порядок разработки проектной документации

Разработка документации при создании продукции. На стадии разработки продукции можно, в общем случае выделить следующие основные этапы работ по разработке документации:

- исследование и обоснование создания продукции;
- разработка технического задания;
- разработка *технического предложения*;
- разработка *эскизного проекта*;
- разработка *технического проекта*;
- разработка *рабочей документации*.

На каждом этапе работ разрабатывается соответствующая документация. В этом параграфе будет рассмотрен порядок документации, разрабатываемой на этапах разработки *технического предложения, эскизного и технического проектов*, которая относится к проектной документации. Порядок разработки *рабочей документации* рассмотрен в следующем параграфе, а порядок разработки документации, необходимой для приемки продукции, – в §2.5 и §2.6.

Обязательность выполнения этапов разработки, а также порядок приемки результатов выполненных этапов работы устанавливаются *техническим заданием* на разработку продукции и могут быть также оговорены в договоре на ее выполнение. В разработанной в рамках какого-либо этапа документации, а также в протоколе рассмотрения результатов выполнения работ по данному этапу могут быть оговорены особенности выполнения последующих этапов работы.

По согласованию с заказчиком допускается объединять, исключать этапы работ и/или их содержание, а также вводить другие этапы работ. Например, допускается исключать этап «*Эскизный проект*», объединять этапы «*Технический проект*» и «*Рабочая до-*

кументация» в один этап «Технорабочий проект»¹³⁷, при выполнении которого разрабатывается, в частности, комплект проектных документов, утверждаемый в установленном порядке и содержащий решения в объеме *технического проекта и рабочей документации* на продукцию.

Следует отметить, что, в зависимости от специфики создаваемой продукции и условий ее создания, допускается выполнять отдельные этапы работ до завершения предшествующих этапов. В рамках одного *этапа* работы по разработке документации, изготовлению и испытанию образцов продукции могут вестись параллельно. Эти испытания проводятся для выбора, уточнения и проверки технических решений, закладываемых в конструкторскую, технологическую и иную требуемую документацию, которая, в свою очередь, корректируется по результатам этих испытаний.

Испытания проводят на основе имеющихся типовых либо специально разработанных программ и методик испытаний.

Для планирования и согласования взаимоувязанных работ используются «*планы-графики работ*», устанавливающие перечень работ, сроки выполнения и исполнителей работ, связанных с созданием продукции. «*План-график работ*» может быть выполнен в форме сетевого графика. Для каждой работы, включенной в перечень, «*План-график работ*» может содержать информацию о:

- наименовании работы;
- дате начала и окончания работы;
- наименовании подразделения-участника работы;
- фамилии и должности ответственного исполнителя;
- форме представления результатов работы.

Исследование и обоснование создания продукции. Работой по исследованию и обоснованию создания продукции начинается стадия разработки продукции. Эта работа может быть оформлена в виде самостоятельной НИР, в ходе которой проводятся следующие этапы работы:

- 1. Исследование и обоснование создания продукции.**
- 2. Формирование требований к продукции.**
- 3. Оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку продукции.**

¹³⁷ Порядок выполнения работы должен найти отражение в документированных процедурах программы обеспечения качества организации разработчика.

На первом этапе **«Исследование и обоснование создания продукции»** проводится:

- разработка, согласование и утверждение технического задания на проведение НИР;
- обследование объекта (сбор данных об объекте), на котором планируется применить разрабатываемую продукцию; оценка качества функционирования объекта;
- обоснование необходимости создания разрабатываемой продукции; выявление проблем, решение которых возможно путем применения этой продукции;
- оценка (технико-экономическая, социальная и т.п.) целесообразности создания продукции.

На втором этапе **«Формирование требований к продукции»** проводится:

- подготовка исходных данных для формирования требований к продукции (определение характеристик объекта, на котором планируется применить продукцию);
- теоретические исследования и расчетные работы;
- проектирование, изготовление и испытания экспериментальных образцов¹³⁸ продукции (для изделий);
- определение направления для проведения последующих работ;
- прогноз развития требований на данную продукцию на предполагаемый период ее выпуска;
- определение предельно допустимых затрат на разработку, ввод в действие и эксплуатацию продукции; эффект, ожидаемый от ее внедрения; условия создания и функционирования продукции;
- формулировка и оформление требований заказчика к создаваемой продукции.

На третьем этапе **«Оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку продукции»** проводят оформление технического отчета о выполненных на данном этапе работах и оформле-

¹³⁸ *Лабораторный макет, экспериментальный образец* продукции изготавливаются (возможно по эскизам) для выяснения и проверки принципов работы, а также для подтверждения основных конструкторских и технологических решений по создаваемой продукции и ее основным частям.

ние заявки на разработку продукции (тактико-технического задания) или другого заменяющего ее документа с аналогичным содержанием.

Проведение работы «**Исследование и обоснование создания продукции**» может различаться по содержанию и оформлению в зависимости от вида продукции и требований заказчика.

Например, при создании автоматизированной системы технический «Отчет» и заявку на разработку автоматизированной системы разрабатывают на этапе «**Формирование требований к автоматизированной системе**». Основная часть «*Отчета*» содержит разделы:

1. **Характеристика объекта и результатов его функционирования.**
2. **Описание существующей информационной системы.**
3. **Описание недостатков существующей информационной системы.**
4. **Обоснование необходимости совершенствования информационной системы объекта.**
5. **Цели, критерии и ограничения создания автоматизированной системы.**
6. **Функции и задачи создаваемой автоматизированной системы.**
7. **Выводы и приложения.**

В разделе «**Характеристика объекта и показателей его функционирования**» описывают требования к объему, номенклатуре и качеству показателей функционирования объекта, а также характер взаимодействия объекта с внешней средой. При выявлении фактических показателей функционирования определяют существующие показатели и тенденции их изменения.

Раздел «**Описание существующей информационной системы**» содержит описание функциональной и информационной *структуры* системы, качественных и количественных характеристик, раскрывающих взаимодействие ее компонентов в процессе функционирования.

Под *структурой* системы понимается следующее. Внутреннее строение системы может быть охарактеризовано при помощи различных видов *структур*, описывающих устойчивые связи между частями и элементами этой системы. При описании этих связей используют следующие виды *структур*, отличающихся типами элементов и связей между ними:

- технические (элементы – устройства, компоненты и комплексы, связи – линии и каналы связи, трубопроводы, воздуховоды и пр.);
- функциональные (элементы – функции, задачи, процедуры; связи – каналы управления, измерительные каналы);
- организационные (элементы – коллективы и отдельные исполни-

- тели, связи – информационные, соподчинения и взаимодействия);
- документальные (элементы – неделимые составные части и документы на продукцию, связи – взаимодействия, входимости и соподчинения);
- алгоритмические (элементы – алгоритмы, связи – информационные);
- программные (элементы – программные модули, связи – управляющие);
- информационные (элементы – формы существования и представления информации, связи – операции преобразования информации в системе).

В разделе «**Описание недостатков существующей информационной системы**» приводят результаты диагностического анализа, при котором оценивают качество функционирования и организационно-технологический уровень системы, выявляют недостатки в организации и технологии функционирования информационных процессов и определяют степень их влияния на качество функционирования системы.

В разделе «**Обоснование необходимости совершенствования информационной системы объекта**» анализируют соответствие показателей функционирования объекта предъявляемым требованиям и оценивают степень соответствия прогнозируемых показателей требуемым; выявляют необходимость совершенствования информационной системы путем создания автоматизированной системы.

В разделе «**Цели, критерии и ограничения создания автоматизированной системы**» приводят производственно-хозяйственные, научно-технические и экономические цели и критерии создания автоматизированной системы, а также характеристику ограничений по созданию автоматизированной системы.

Раздел «**Функции и задачи создаваемой автоматизированной системы**» содержит:

- обоснование выбора перечня автоматизированных функций и комплексов задач¹³⁹ с указанием очередности внедрения;
- требования к характеристикам реализации функций и задач в соответствии с действующими нормативно-техническими документами, определяющими общие техни-

¹³⁹ *Функция автоматизированной системы* – совокупность действий автоматизированной системы, направленная на достижение определенной цели. *Задача автоматизированной системы* – функция или часть функции, представляющая собой формализованную совокупность автоматических действий, выполнение которых приводит к результату заданного вида.

ческие требования к автоматизированной системе конкретного вида;

- дополнительные требования к автоматизированной системе в целом и ее частям, учитывающие специфику создаваемой автоматизированной системы.

Раздел «**Ожидаемые технико-экономические результаты создания автоматизированной системы**» содержит:

- перечень основных источников экономической эффективности, получаемых в результате создания автоматизированной системы (экономия производственных ресурсов, улучшения качества продукции, повышения производительности труда и т.д.);

- оценку ожидаемых изменений основных технико-экономических и социальных показателей производственно-хозяйственной деятельности объекта (например, показателей по номенклатуре и объемам производства, себестоимости продукции, рентабельности и т.д.);

- оценку ожидаемых затрат на создание и эксплуатацию автоматизированной системы с распределением их по очередям создания этой системы и по годам;

- ожидаемые обобщающие показатели экономической эффективности автоматизированной системы.

В разделе «**Выводы и предложения**» могут быть разделены следующие подразделы:

1. Выводы о производственно-хозяйственной необходимости, технической и экономической целесообразности создания автоматизированной системы.

2. Предложения по совершенствованию организации и технологии процесса деятельности.

3. Рекомендации по созданию автоматизированной системы.

Подраздел «**Выводы о производственно-хозяйственной необходимости и технико-экономической целесообразности создания автоматизированной системы**» содержит:

- сопоставление ожидаемых результатов создания автоматизированной системы с заданными целями и критериями создания этой системы (по целевым показателям и нормативным требованиям);

- принципиальное решение вопроса о создании автоматизированной системы (положительное или отрицательное).

Подраздел «**Предложения по совершенствованию организации и технологии процесса деятельности**» содержит предложения по совершенствованию производственно-хозяйственной деятельности, а также по совершенствованию организационной и функциональной структур системы и видов обеспечения автоматизированной системы.

Подраздел «**Рекомендации по созданию автоматизированной системы**» содержит рекомендации:

- по виду создаваемой автоматизированной системы, ее совместимости с другими автоматизированными системами и неавтоматизируемой частью объекта;
- по организационной и функциональной структуре создаваемой автоматизированной системы;
- по составу и характеристикам подсистем и по видам обеспечения автоматизированной системы;
- по организации использования имеющихся и по приобретению дополнительных средств вычислительной техники;
- по рациональной организации разработки внедрения автоматизированной системы;
- по определению основных и дополнительных, внешних и внутренних видов и объемов финансирования и материального обеспечения разработки;
- по обеспечению производственных условий создания автоматизированной системы.

«*Заявка на разработку автоматизированной системы*» составляется в произвольной форме и содержит исходные требования заказчика к системе, условия и ресурсы на создание этой системы.

Проведение работы «**Исследование и обоснование создания продукции**» при разработке такого вида продукции, как программное средство (программа), подразделяется на этапы:

- 1. Обоснование необходимости разработки программы.**
- 2. Научно-исследовательские работы.**

На этапе «**Обоснование необходимости разработки программы**» проводят работы по

- выбору и установлению критериев эффективности и качества разрабатываемой программы;
- обоснованию необходимости проведения научно-исследовательских работ.

На этапе «**Научно-исследовательские работы**» проводят работы по:

- определению структуры входных и выходных данных;
- предварительному выбору методов решения задач;
- обоснованию целесообразности применения ранее разра-

- ботанных программ;
- определению требований к техническим средствам;
- обоснованию принципиальной возможности решения поставленной задачи.

Разработка концепции автоматизированной системы. При разработке такого вида продукции, как автоматизированные системы, выделяют последующий этап работы «**Разработка концепции создаваемой автоматизированной системы**», в ходе которой, в частности, осуществляется выбор варианта концепции автоматизированной системы, который удовлетворяет требованиям заказчика. На этой стадии разработчик проводит:

- детальное изучение объекта, для которого предназначена автоматизированная система;
- разработку альтернативных вариантов концепции создаваемой автоматизированной системы и планов их реализации;
- оценку ресурсов, необходимых для создания автоматизированной системы и обеспечение ее функционирования;
- оценку преимуществ и недостатков каждого варианта плана;
- сопоставление требований заказчика и характеристик предлагаемых вариантов автоматизированной системы и выбор оптимального варианта;
- определение порядка оценки качества и условий приемки автоматизированной системы;
- оценку эффектов, получаемых от внедрения автоматизированной системы.

Результатом выполнения работ на этом этапе является технический отчет, оформленный в согласованном с заказчиком порядке и содержащий описание выполненных работ, концептуальное описание и обоснование предлагаемого варианта создания автоматизированной системы.

В основной части «*Отчета*» приводят:

- описание результатов изучения объекта автоматизации;
- описание и оценку преимуществ и недостатков разработанных альтернативных вариантов концепции создания автоматизированной системы;
- сопоставительный анализ требований заказчика к автоматизированной системе и вариантов концепции этой системы на предмет удовлетворения требованиям заказчика;
- обоснование выбора оптимального варианта концепции и описание предлагаемого варианта автоматизированной системы;
- ожидаемые результаты и эффективность реализации выбранного варианта концепции автоматизированной системы;
- ориентировочный план реализации выбранного варианта концепции

- ции автоматизированной системы;
- необходимые затраты ресурсов на разработку, ввод в действие и обеспечение функционирования;
- требования, гарантирующие качество автоматизированной системы;
- условия приемки системы.

Разработка технического задания. На этом этапе работ проводят разработку, оформление, согласование и утверждение технического задания (ТЗ) на разработку продукции и при необходимости технических заданий на части разрабатываемой продукции (подсистемы, комплексы, компоненты и т.п.).

В техническом задании на разработку продукции устанавливаются технические и экономические требования к продукции, требования к разработке, изготовлению и приемочному контролю, включая объем заводской контрольной сборки и испытаний, требования к комплектности поставки, а также требования к строительной части, наладке, испытаниям на объекте, приемке, техническому обслуживанию и ремонту, также могут быть указаны ориентировочные сроки разработки, изготовления, монтажа и сдачи ее в эксплуатацию. Подробней структура и содержание ТЗ изложены в §2.2 пособия.

ТЗ на разработку продукции разрабатывают на основании исходных данных, в том числе содержащихся в итоговой документации, разработанной на этапе **«Исследование и обоснование создания продукции»**, исходных требований заказчика, на основе результатов предшествующих НИР.

Требования какого-либо документа (например, стандарта) становятся обязательными для разработчика, если на требования, изложенные в этом документе, имеется ссылка в ТЗ (или в договоре между заказчиком и разработчиком).

Исходная информация для разработки технического задания предоставляется основными участниками разработки. Вариант распределения ответственности за предоставление различной исходной информации приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1.

Ответственные за представление исходной информации
для разработки технического задания.

Содержание информации	Исполнители
1. Общие сведения о разработке (основание, область применения, цель, назначение, объем партии, сроки изготовления, монтажа и сдачи в эксплуатацию); техническое обоснование невозможности использования ранее разработанной продукции; ориентировочная годовая потребность в количестве экземпляров заявляемой для разработки продукции на первые два года серийного производства и дальнейшая перспектива использования таких изделий	Заказчик
2. Сведения о мировом уровне данного типа продукции (в том числе результаты патентных исследований)	Разработчик
3. Технические требования к продукции	Заказчик, разработчик
4. Экономические требования к продукции	Разработчик, заказчик, изготовитель
5. Требования к разработке (стадии и этапы, комплектность документации и порядок контроля и приемки результатов разработки и пр.)	Разработчик, заказчик
6. Требования к изготовлению и приемочному контролю	Изготовитель, монтажные организации
7. Требования к поставке (очередность и сроки поставки)	Заказчик, разработчик, изготовитель, монтажные организации
8. Требования к строительной части	Разработчик, проектировщик
9. Требования к монтажу	Разработчик, изготовитель, монтажные организации
10. Требования к испытаниям и приемке изделия	Разработчик, заказчик
11. Требования к техническому обслуживанию и ремонту	Заказчик, разработчик, ремонтные предприятия

При необходимости на этапе разработки ТЗ выделяют этапы работ. Например, при разработке ТЗ для создания программных средств можно выделить следующие работы:

- определение требований к программному средству;
- разработка технико-экономического обоснования разработки программного средства;
- определение стадий, этапов и сроков разработки программного средства и документации на него;
- выбор языков программирования;
- определение необходимости проведения научно-исследовательских работ на последующих стадиях;
- согласование и утверждение технического задания на разработку программного средства.

Этап разработки технического задания заканчивается согласованием ТЗ с заинтересованными организациями (научно-исследовательскими, конструкторскими, проектными, строительными, монтажными, наладочными, с потенциальным изготовителем, а также с ФООГРБ) и утверждением ТЗ в согласованном с заказчиком порядке.

Разработка технического предложения. *Техническое предложение* разрабатывается в случае, если это предусмотрено ТЗ. В ТЗ же предусматривается перечень работ, которые необходимо выполнить на этапе разработки *технического предложения*.

Под техническим предложением понимается совокупность конструкторских и технологических документов, которые должны содержать сравнительные технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки вариантов продукции. *Техническое предложение* разрабатывается на основании анализа технического задания на разработку продукции и сравнительной оценки применимости различных вариантов возможных технических решений с учетом предварительных проработок конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемой продукции и аналогичной существующей продукции.

Одна из целей разработки *технического предложения* - выявление дополнительных или уточненных требований к продукции (технических характеристик, показателей качества и др.), которые не могли быть указаны в *техническом задании*, так как для их конкретиза-

ции требовалась предварительная конструкторская проработка и анализ различных вариантов продукции.

Например, при разработке *технического предложения* для изделий, разрабатываемых по требованиям ЕСКД, выполняют следующие работы:

- выявляют дополнительные или уточняются заданные в ТЗ требования к продукции, к показателям ее качества и характеристикам, которые не могли быть окончательно указаны в техническом задании в связи с необходимостью проведения предварительных конструкторских проработок и анализа различных вариантов решений;
- выявляют возможные варианты технических решений продукции, устанавливают конструктивные и эксплуатационные особенности этих вариантов по показателям качества (надежности, экономичности, пр.), по технологичности (ориентировочной удельной трудоемкости изготовления, ориентировочной удельной материалоемкости и пр.), по принципу действия, по компоновке составных функциональных частей,
- анализируют существующие аналоги, проверяют варианты технических решений на патентную чистоту и конкурентоспособность;
- проверяют варианты на соответствие требованиям техники безопасности и производственной санитарии;
- выбирают и обосновывают оптимальный вариант (варианты) продукции и уточняют требования к продукции (технические характеристики, показатели качества и пр.) и требования к последующему этапу работы.

Глубина проработки на стадии разработки *технического предложения* должна быть достаточной для сравнительной оценки рассматриваемых вариантов.

Необходимые данные по аналогичной продукции (если она существует) могут быть получены, например, из патентного исследования.

При необходимости экспериментального сравнения вариантов продукции, например, по принципу их действия, по эстетическим и эргономическим показателям на этапе *технического предложения* могут быть разработаны и испытаны макеты и экспериментальные образцы этой продукции.

Разработка *технического предложения* может быть разбита на этапы работ.

Например, для изделий, разрабатываемых в соответствии с требованиями ЕСКД, можно выделить этапы:

- подбора материалов;
- разработки перечня комплектующих изделий;
- разработки технического предложения с присвоением разработанным документам литеры «П»;
- согласования и утверждения *технического предложения*.

Для рассмотрения результатов работ по разработке *технического предложения* представляют:

- утвержденное ТЗ на разработку продукции;
- данные обзора аналогичных видов продукции, известных в отечественной и зарубежной практике, сравнение характеристик разрабатываемой продукции с характеристиками аналогов;
- общий вид разрабатываемой продукции в оптимальном варианте; описание ее устройства, компоновки и принципа действия.

Техническое предложение после его согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки *эскизного проекта*.

Разработка эскизного проекта (ЭП). *Эскизный проект* разрабатывают, если это предусмотрено ТЗ или протоколом рассмотрения *технического предложения*.

Под эскизным проектом (ЭП) понимается совокупность конструкторских и технологических документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные и технологические решения, дающие общие представления об устройстве и принципе работы продукции, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемой продукции.

Эскизный проект разрабатывают с целью предварительного установления принципиальных (конструктивных, схемных и др.) технических решений продукции и ее частей, дающих общее представление о принципах работы и/или устройстве продукции, когда это целесообразно сделать до разработки *технического проекта* или *рабочей документации*.

Для изделий, разрабатываемых в соответствии с требованиями ЕСКД, на этом этапе:

- выполняют предварительную конструкторскую проработку с обоснованием выбора направления разработки оптимального варианта изделия и его основных составных частей (с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемой и существующей продукции, основных вопросов технологии изготовления, а также тенденций и перспектив развития техники);
- проводят предварительные расчеты конструкции;
- разрабатывают документацию на создаваемое изделие и его части;
- разрабатывают лабораторную технологию изготовления изделия;
- изготавливают и испытывают макеты и экспериментальные образцы изделия с целью проверки принципов работы изделия и его частей¹⁴⁰, готовят протоколы испытаний;
- уточняют общий вид и параметры изделия, разрабатывают габаритный чертеж и необходимые схемы;
- подтверждают или уточняют требования к изделию, уста-

¹⁴⁰ Конструкторская документация для изготовления материальных или электронных макетов, а также экспериментальных образцов разрабатывается с целью:

- выявления и проверки вариантов основных конструктивных решений разрабатываемого изделия или его составных частей, анализа различных вариантов, выявления дополнительных или уточненных требований к изделию на этапе *технического предложения*;
- проверки принципов работы изделия или его составных частей, условий размещения в отведенном пространстве, условий эргономичности и использования изделия на этапе *эскизного проекта*;
- проверки основных конструкторских решений разрабатываемого изделия или его составных частей по пространственно-кинематическому взаимодействию с другими изделиями и составных частей между собой, а также условий эргономичности на этапе *технического проекта*;
- предварительной проверки целесообразности изменения отдельных частей изготавливаемого изделия до внесения этих изменений в рабочие конструкторские документы *опытного образца (опытной партии)*.

Конструкторская документация, разрабатываемая для изготовления макетов и экспериментальных образцов, в комплекты проектных документов не включается.

новленные в ТЗ и в *техническом предложении* (требования к техническим характеристикам, показателям качества);

- определяют дополнительные технико-экономические характеристики и показатели качества изделия и его частей (показатели назначения, надежности, технологичности при изготовлении и эксплуатации; показатели стандартизации и унификации, а также экономические, эстетические, эргономические и др. показатели);

- проверяют выбранный вариант (варианты) на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформляют заявки на изобретения;

- проверяют соответствие выбранных вариантов требованиям безопасности и производственной санитарии;

- оценивают метрологическое обеспечение изделия (возможности выбора средств и методов измерений), разрабатывают рекомендации по объему и методике испытаний образца изделия;

- предварительно решают вопросы упаковки и транспортирования изделия;

- на основе принятых принципиальных решений выявляют новые изделия, средства измерения и материалы, которые необходимы при разработке и должны быть разработаны другими организациями и предприятиями; определяют технические требования к этим изделиям и материалам; разрабатывают технические задания на разработку необходимого основного технологического, испытательного и измерительного оборудования;

- прорабатывают основные вопросы технологии и изготовления, определяют перечень специальных технологических процессов, подлежащих разработке, и перечень ссылок на стандартные технологические процессы;

- определяют возможность использования разработанных ранее составных частей, унифицированных, стандартизированных, покупных изделий и материалов и соответствие технических характеристик, режимов работы, гарантийных сроков и условий эксплуатации этих изделий требованиям, обеспечивающим высокое качество разрабатываемого изделия;

- составляют перечень работ, которые следует провести на последующих этапах разработки, в дополнение и уточнение

к работам, предусмотренным ТЗ и *техническим предложением*;

- согласовывают и утверждают *эскизный проект*.

При разработке программных средств на этом этапе можно выделить следующие работы:

- предварительная разработка структуры входных и выходных данных;

- уточнение методов решения задачи;

- разработка общего описания алгоритма решения задачи;

- разработка технико-экономического обоснования;

- разработка пояснительной записки;

- согласование и утверждение эскизного проекта.

При разработке автоматизированной системы на этом этапе проводят работы по:

- разработке концепции информационной базы и ее укрупненной структуры;

- определению состава вычислительных средств;

- составлению описания функций и параметров основных программных средств.

На стадии *эскизного проекта* не повторяют работы, проведенные на стадии *технического предложения*, если они не могут дать дополнительных данных. Вместе с тем, результаты ранее проведенных работ отражают в *пояснительной записке к эскизному проекту*.

В комплект документации *эскизного проекта* включают документы, предусмотренные ТЗ и протоколом рассмотрения *технического предложения*. Для рассмотрения *эскизного проекта* представляются следующие материалы:

- утвержденное ТЗ на разработку продукции;

- разработанную пояснительную записку (материалы по обоснованию выбора направления разработки, предварительные расчеты конструкции);

- габаритный чертеж продукции;

- рекомендации по объему и методике испытаний;

- перечень специальных технологических процессов, подлежащих разработке, и перечень ссылок на стандартные технологические процессы;

- технические задания на разработку необходимого основного технологического, испытательного и измерительного оборудования.

После согласования и утверждения в установленном порядке разработанной документации *эскизного проекта* присваивается литеры «Э», и она служит основанием для разработки *технического проекта*.

Разработка *технического проекта (ТП)*. *Технический проект* разрабатывается, если это предусматривается ТЗ или протоколом рассмотрения *технического предложения* или *эскизного проекта*.

Под *техническим проектом (ТП)* понимается разработанный и утвержденный в установленном порядке комплект конструкторских и технологических документов, которые должны содержать основные проектные и технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемой продукции, ее функциях, принципах работы и видах обеспечений, а также содержать достаточные исходные данные для разработки *рабочей документации*.

Технический проект разрабатывается с целью выявления окончательных технических решений, дающих полное представление о конструкции продукции, если это целесообразно сделать до разработки *рабочей документации*. *Технический проект* может предусматривать разработку вариантов составных частей продукции. В этих случаях выбор оптимального варианта осуществляется на этапе разработки *рабочей документации* на основании результатов испытаний опытных образцов продукции.

В *техническом проекте* должно быть обеспечено соответствие показателей и характеристик продукции *техническому заданию*, доказан высокий уровень технологичности и ремонтпригодности продукции (например, легкость разборки и сборки продукции с наиболее удобным доступом к часто сменяемым деталям и узлам), удобство эксплуатации продукции с использованием современных достижений технической эстетики, возможность транспортирования и т.д.

Например, для изделий, разрабатываемых по требованиям ЕСКД, а также для автоматизированных систем на этапе разработки *технического проекта* в общем случае можно выделить следующие работы:

1. **Разработка проектных решений по создаваемой продукции и ее частям.**
2. **Разработка документации на продукцию и ее части.**
3. **Разработка, изготовление и испытание эксперимен-**

тальных образцов продукции.

4. Разработка и оформление документации на поставку комплектующих изделий для комплектования продукции и/или технических требований (технических заданий) на их разработку.

5. Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта, для которого разрабатывается продукция.

6. Рассмотрение технического проекта. Согласование и утверждение технического проекта».

7. Приемка технического проекта.

При «Разработке проектных решений по создаваемой продукции и ее частям» проводят:

- разработку общих решений для продукции и ее основных составных частей: для изделий – конструктивных решений; для автоматизированных систем – разработку функционально-алгоритмической структуры системы, структуры технических средств, решений по алгоритмам и применяемым языкам, по организации и ведению информационной базы, системе классификации и кодирования информации, по программному обеспечению;
- разработку решений по функциям персонала и организационной структуре;
- выполнение расчетов, в том числе подтверждающих технико-экономические показатели, установленные в ТЗ;
- выполнение принципиальных схем, схем соединений и др.;
- разработку и обоснование технических решений, обеспечивающих установленные в ТЗ (и на предшествующих этапах разработки) показатели надежности;
- анализ конструкции изделия на технологичность;
- разработку метрологического обеспечения (выбор методов и средств измерения);
- оценку изделия в отношении его соответствия требованиям эргономики, технической эстетики;
- проверку соответствия принимаемых решений тре-

бованиям техники безопасности и производственной санитарии;

- проведение мероприятий по обеспечению заданного в техническом задании уровня стандартизации и унификации;

- оценку возможности транспортирования, хранения, а также монтажа продукции на месте ее применения;

- оценку эксплуатационных данных продукции (взаимозаменяемости, удобства обслуживания, устойчивости против внешних воздействующих факторов, возможности быстрого устранения отказов, контроля качества работы изделия и др.);

- оценку технического уровня и качества изделия.

При «**Разработке документации на продукцию и ее части**» проводят:

- разработку, оформление, согласование и утверждение документации в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию продукции;

- разработку чертежей сборочных единиц и деталей (если это вызвано необходимостью ускорения выдачи задания на разработку специализированного оборудования);

- проверку продукции на патентную частоту и конкурентоспособность, оформление заявок на изобретения.

При «**Разработке, изготовлении и испытании экспериментальных образцов продукции**» в соответствии с разработанной или типовой программой и методикой испытаний для проверки и подтверждения конструктивных и схемных решений проводят разработку, изготовление и испытание макетов, экспериментальных образцов

При «**Разработке и оформлении документации на поставку комплектующих изделий для комплектования продукции и/или технических требований (технических заданий) на их разработку**» проводят:

- выявление необходимого для производства нового оборудования (обоснование разработки или приобретения);

- выявление номенклатуры покупных изделий, согласование применения покупных изделий;
- окончательное оформление заявок на разработку новых изделий и материалов, применяемых в разработке;
- подготовку и оформление документации на поставку изделий для комплектования продукции, определение технических требований и составление технических заданий на разработку этих изделий, не изготавливаемых серийно.

При «**Разработке заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта, для которого разрабатывается продукция**» проводят:

- согласование габаритных, установочных и присоединительных размеров с заказчиком;
- составление перечня работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документации;
- разработку, оформление, согласование и утверждение технических заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта, в котором будет применена разрабатываемая продукция, например, технических заданий для проведения строительных, электротехнических, санитарно-технических и других подготовительных работ, связанных с созданием продукции.

Содержание работ по «**Рассмотрению технического проекта, согласованию и утверждению технического проекта**» понятно из самого названия работ.

При «**Приемке технического проекта**» производится комиссия приемка *технического проекта* с присвоением документации литеры «Т».

Для программных средств на стадии разработки *технического проекта* можно выделить следующие работы:

- уточнение структуры входных и выходных данных;
- разработка алгоритма решения задачи;
- определение формы представления входных и выходных данных;
- определение семантики и синтаксиса языка;
- разработка структуры программного средства;

- окончательное определение конфигурации технических средств;
- разработка плана мероприятий по разработке и внедрению программного средства;
- разработка пояснительной записки;
- согласование и утверждение *технического проекта*.

На стадии *технического проекта* не повторяются работы, проведенные на предыдущих стадиях, если они не могут дать дополнительных данных. Результаты ранее проведенных работ отражают в *пояснительной записке*.

На комиссионное рассмотрение *технического проекта* представляется ТЗ и оформленный в согласованном заказчиком и разработчиком порядке комплект документов *технического проекта*. В *технический проект* включают документы, предусмотренные ТЗ и протоколами рассмотрения *технического предложения* и *эскизного проекта*. При рассмотрении документации оценивают ее соответствие всем требованиям ТЗ, требованиям и нормам нормативных документов, а также технический уровень продукции, заложенный в *техническом проекте*. По результатам рассмотрения принимают решение об утверждении *технического проекта* с присвоением документации литеры «Т» или о доработке *технического проекта*. Комплект документов *технического проекта* утверждается в согласованном заказчиком и разработчиком порядке¹⁴¹.

Согласованный и утвержденный в установленном порядке *технический проект* является основанием для разработки *рабочей документации*, а также разрешением для включения разрабатываемой продукции в технологическую часть проекта на строительство (или реконструкцию) промышленного объекта или технологического процесса.

Важность этапа разработки *технического проекта* состоит, в частности, в том, что в материалах *технического проекта* обосновывается безопасность разрабатываемой продукции. Ядерная безопасность РУ обосновывается в разделе *технического проекта* РУ «Техническое обоснование безопасности РУ (ТОБ РУ)», который составляется разработчиком проекта РУ и согласовывается в установленном порядке разработчиками проекта АС. В ТОБ РУ при-

¹⁴¹ Проектная и рабочая документация на продукцию, важную для безопасности, должна пройти экспертизу безопасности и получить одобрение ФОГРБ или организаций, имеющих соответствующие лицензии ФОГРБ.

водятся и обосновываются эксплуатационные пределы и условия, пределы и условия безопасной эксплуатации, а также проектные пределы, установленные для проектных аварий, которые не должны превышать с учетом действия систем безопасности. Технический проект должен содержать анализ реакций СУЗ на внешние и внутренние воздействия (пожары, затопления, электромагнитные наводки и др.), на возможные неисправности (короткие замыкания, потерю качества изоляции, падения и наводки напряжения, ложные срабатывания, потери управления и т.д.), доказывающий отсутствие опасных для РУ реакций. Используемые при составлении ТООБ РУ программы и методики должны быть аттестованы в установленном порядке.

Для получения лицензии (разрешения) ФООГРБ на строительство или эксплуатацию АС заявителем на основе проектных материалов разрабатывается и представляется в ФООГРБ комплект документов, содержащий отчет по обоснованию безопасности (ООБ) АС, в котором содержится, в частности, детерминистический и вероятностный анализ безопасности АС. Вероятностный анализ безопасности (ВАБ) основан на расчетном анализе деревьев отказов и деревьев событий для определения безотказности работы систем АС.

Основное содержание отчетов по обоснованию безопасности (ООБ) может быть проиллюстрировано на примере введенных в 1995 году требований к ООБ АС с реакторами типа ВВЭР, состоящих из следующих разделов:

- Общие требования.
- Введение.
- Глава 1. Общее описание атомной станции.
- Глава 2. Характеристика района и площадки АС.
- Глава 3. Общие положения и подходы к проектированию зданий, сооружений, систем и элементов.
- Глава 4. Реактор.
- Глава 5. Первый контур и связанные с ним системы.
- Глава 6. Паротурбинная установка.
- Глава 7. Контроль и управление.
- Глава 8. Электроснабжение.
- Глава 9. Вспомогательные системы энергоблока.
- Глава 10. Обращение с радиоактивными отходами.
- Глава 11. Защита от радиации.
- Глава 12. Системы безопасности.
- Глава 13. Эксплуатация.
- Глава 14. Ввод в эксплуатацию.

- Глава 15. Анализ аварий.
- Глава 16. Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы.
- Глава 17. Обеспечение качества.
- Глава 18. Вывод из эксплуатации.

Работа по поддержке *ООБ* в актуальном состоянии должна вестись на всех этапах жизненного цикла *АС*.

Для энергоблоков *АС*, спроектированных до ввода требований к *ООБ*, в 1997 году введено руководство с рекомендациями по разработке отчета по углубленной оценке безопасности (ОУОБ) этих действующих энергоблоков *АС*. Основная задача *ОУОБ АС* – продемонстрировать на основе опыта эксплуатации действующих энергоблоков, что фактическое влияние энергоблока на персонал, население и окружающую среду не превышает установленных пределов безопасности.

Для каждого энергоблока многоблочной *АС* разрабатывается самостоятельный *ООБ АС*.

В составе заявки на получение лицензии на строительство *АС* представляется предварительный *ООБ* (ПООБ), который базируется на материалах проекта *АС*, технических проектов *РУ* и систем, важных для безопасности. Для получения лицензии на эксплуатацию *АС* представляется окончательный *ООБ* (ОООБ), соответствующий фактическому состоянию *АС* по результатам строительства, монтажа, предпусковых наладочных работ и проверок, физического и энергетического пусков. (К первой загрузке топлива в реактор для получения соответствующей лицензии на эксплуатацию должна быть готова предварительная редакция *ООБ* (ПРООБ), которая по мере ввода энергоблока в эксплуатацию должна превратиться в ОООБ).

При продлении срока эксплуатации энергоблока *АС*, установленного ранее в проекте, в состав комплекта документов, обосновывающих безопасность в период дополнительного срока эксплуатации этого энергоблока, должен входить, в частности, *отчет об углубленной оценке безопасности*, отчет о результатах комплексного обследования энергоблока и другая документация.

На основании *технического проекта* реакторной установки (*РУ*) разработчик проекта *РУ* составляет технологический регламент эксплуатации *РУ*, регламент технического обслуживания и ремонта оборудования *РУ*, а также регламент проверок и испытаний систем *РУ*, важных для безопасности. Технологический регламент эксплуатации *РУ* является основным документом, определяющим безопасную эксплуатацию *РУ*. Он содержит правила и основные приемы безопасной эксплуатации, общий порядок выполнения операций, связанных с безопасностью, а также пределы и условия безопасной эксплуатации. На основании проектно-конструкторской документа-

ции и технологического регламента эксплуатации РУ (откорректированных по результатам физического и энергетического пусков и опыта эксплуатации) администрацией АС разрабатываются инструкция по эксплуатации РУ, инструкция по ликвидации аварий на блоке АС, руководство по управлению запроектными авариями, инструкции по эксплуатации систем и оборудования РУ и другая эксплуатационная документация, согласованная с разработчиками проектов РУ и АС и утвержденная главным инженером АС.

§2.4. Разработка рабочей документации и дальнейшая последовательность работ по созданию продукции

Разработка рабочей документации. На этом этапе разработки осуществляют разработку (оформление, согласование, утверждение) комплекта *рабочей документации*, содержащей все необходимые и достаточные взаимоувязанные сведения и решения по продукции, ее функциям и видам обеспечений для обеспечения выполнения работ по вводу продукции в действие (изготовления, строительства, монтажа, наладки, испытаний) и эксплуатации; для поддержания уровня эксплуатационных характеристик (качества) продукции в соответствии с принятыми проектными решениями¹⁴².

Технологическая документация. Одновременно с разработкой *рабочей* конструкторской *документации* на опытный образец производят технологическую подготовку производства, заключающуюся в отработке изделий на технологичность, разработке временных технологических процессов для изготовления опытной партии, проектировании и изготовлении технологического оснащения, а также разрабатывают *технологическую документацию*. В технологическую документацию¹⁴³ на продукцию, в частности, включается:

¹⁴² *Эксплуатационная документация* на продукцию представляет собой часть *рабочей документации*, предназначенной для использования при эксплуатации продукции, определяющей правила действия обслуживающего персонала и пользователей продукции при ее функционировании, проверках и обеспечении работоспособности (паспорта, инструкции, регламенты, руководства и пр.). К *эксплуатационной документации* относится, в частности, документация для технического обслуживания и ремонта продукции. Содержание отдельных эксплуатационных документов для некоторых видов продукции рассмотрено в §3.2 и §3.3.

- карта эскизов, содержащая эскизы, схемы, таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса изготовления и ремонта продукции;
- маршрутная карта – описание технологического процесса изготовления или ремонта продукции по всем операциям различных видов в технологической последовательности, содержащее данные об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативах, анализ и оценку выбора инструмента, приспособлений, указание контролируемых параметров и видах средств измерений;
- карты технологического процесса и типового технологического процесса, содержащие описания технологических процессов изготовления или ремонта группы деталей и сборочных единиц в технологической последовательности с указанием операций и переходов, а также данные о средствах технологического оснащения и материальных нормативах;
- операционная карта и типовая операционная карта, содержащие описание технологических операций с указанием переходов, данные о режимах обработки и средствах технологического оснащения;
- технологическая инструкция, содержащая описания приемов работы или ремонта продукции (изделий), физических и химических явлений, возникающих при отдельных операциях; правила эксплуатации средств технологического оснащения;
- ведомость оснастки, содержащая перечень технологической оснастки, необходимой для выполнения данного технологического процесса или операции;
- спецификация технологических документов, определяющая состав технологической документации.

Разработка основных положений технологии серийного производства на принципиально новые, ранее не освоенные изготовителями технологические процессы или их части, содержащие элементы новой техники (методики, режимы, макеты спецоборудования), может выполняться на опытном заводе разработчика или у изготовителя, у которого организуется серийное производство продукции.

Представители потенциального изготовителя¹⁴⁴ могут участвовать в ведении разработки. Организация, намеченная в качестве будущего изгото-

¹⁴³ Разработка *технологической документации* проводится в соответствии с установленными в Единой системе технологической документации (ЕСТД) формами и правилами.

¹⁴⁴ Конкурсная форма размещения заказа на разработку продукции не накладывает принципиальных препятствий для участия потенциальных изготовителей в процессе разработки продукции.

товителя по согласованию с разработчиком и заказчиком, выделяет своих представителей для участия в разработке с целью оценки технологичности серийного производства продукции и ее частей. Представители изготовителя участвуют в разработке технологии опытного производства (составлении технологической документации, проектировании и изготовлении необходимого технологического и контрольно-измерительного оснащения для опытного производства); изготовлении и испытании опытных образцов (партий); в отработке конструкторских и технологических документов по результатам изготовления и испытаний опытных образцов (партий); в изготовлении и испытании опытной партии продукции по отработанной технологии опытного производства, в том числе и для предъявления комиссии на испытания; в составлении проектов временных технических условий на изделия¹⁴⁵; в предъявлении результатов работы к приемке.

При этом представители изготовителя оценивают:

- соответствие технической документации на разрабатываемую продукцию нормам и руководящим техническим материалам, действующим у изготовителя;
- возможность использования в разрабатываемой продукции узлов и деталей, производимых изготовителем;
- возможность использования для производства разрабатываемой продукции существующей у изготовителя оснастки и нестандартного оборудования;
- возможность своевременной подготовки производства и освоения производства продукции у изготовителя;
- выявляют необходимое для серийного производства специальное оборудование, инструмент и новые материалы.

Разработчик оказывает изготовителю техническую помощь по освоению разработанной продукции в серийном производстве. Окончание работ по этому этапу фиксируется подписанием согласительного протокола между разработчиком и изготовителем о завершении освоения.

Конкретные обязательства по участию изготовителя и разработчика в совместной работе по разработке продукции, технологии, чертежей на тех-

¹⁴⁵ В случае необходимости применения вновь создаваемого изделия в разрабатываемой продукции до приемки этого изделия комиссией и утверждения технических условий (ТУ) допускается в виде исключения поставка этого изделия после приемки его представителями заказчика по временным ТУ главного конструктора, согласованным с разработчиком продукции и утвержденным руководством организации - изготовителя этого изделия. Указанные временные ТУ действуют в течение года, при этом не приостанавливается работа комиссии, назначенной для приемки опытных образцов (партии), по отработке временных ТУ по результатам испытаний этих образцов (партий).

нологическое, испытательное оборудование и инструмент для серийного производства, а также по изготовлению этого оборудования и инструмента определяются договорами между разработчиком (заказчиком) и изготовителем.

При разработке *рабочей документации* (рабочей конструкторской документации – РКД) в соответствии с ЕСКД для опытного образца (опытной партии) продукции, предназначенной для серийного производства, или для головного образца продукции при ее мелко-серийном и несерийном производстве могут проводиться следующие работы:

- разработка технологии опытного производства (составление технологической документации, проектирование и изготовление необходимого технологического и контрольно-испытательного оснащения для опытного производства);
- разработка *рабочей конструкторской документации* (чертежей деталей, монтажных и сборочных чертежей и пр.), предназначенной для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии) или головного образца продукции без присвоения литеры этой документации;
- проектирование и изготовление нестандартного оборудования, без которого невозможна проверка основных параметров опытного (головного) образца;
- разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний опытного (головного) образца продукции;
- изготовление, сборка, монтаж и предварительные испытания опытного образца (опытной партии) или головного образца продукции по отработанной технологии опытного производства или изготовление и испытание уникальных единичных образцов продукции;
- корректировка *рабочей конструкторской и технологической документации* по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (опытной партии) или головного образца с присвоением документации по результатам комиссионного решения литеры «О»;
- согласование документации на создаваемую продукцию с заинтересованными предприятиями и организациями;
- выпуск опытной серии продукции – первой серии продукции на предприятии – изготовителе серийного производства,

изготовленной по конструкторской документации с literой «О»;

- приемочные испытания опытного образца (опытной партии, опытной серии) или головного образца с участием представителей заказчика, участвовавших в согласовании ТЗ заинтересованных организаций, и, если необходимо, – ФОГРБ;
- корректировка *рабочей* конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытного образца (опытной партии) или головного образца с присвоением рабочей документации литеры «О₁».

Дальнейшие работы и их содержание отличаются спецификой, обусловленной как видом самой продукции, так и требуемым видом ее производства (серийное или единичное производство) и особенностями ввода ее в эксплуатацию.

Рассмотрим два варианта проведения дальнейших работ – первый, обусловленный необходимостью серийного (массового) выпуска разработанной продукции или ее единичного производства (кроме разового изготовления), и второй, при котором окончательная сборка, наладка, испытания и доводка продукции единичного производства могут быть проведены только на месте эксплуатации в составе конкретного производственного объекта.

В первом случае продукция выпускается изготовителем в виде законченных укомплектованных изделий, для установки которых на месте эксплуатации достаточно указаний, приведенных в эксплуатационной документации.

Во втором случае продукция проектируется для конкретных объектов (группы объектов) на основе компонентов, выпускаемых, как правило, различными производителями, и принимается как законченное изделие непосредственно на объекте эксплуатации. Установку такой продукции на объекте осуществляют в соответствии с проектной документации на нее и эксплуатационной документацией на ее компоненты.

Постановка на производство серийной продукции. На этапе подготовки производства изготовитель выполняет работы, обеспечивающие технологическую готовность предприятия к изготовлению продукции в соответствии с конструкторской документацией и в оговоренные контрактом (договором) сроки в заданных объемах. Подготовку производства считают оконченной, когда изгото-

телем получена вся необходимая документация, разработана (отработана) технологическая документация, опробованы и отлажены средства технологического оснащения и технологические процессы, подготовлен персонал, занятый при изготовлении, испытаниях и контроле продукции и установлена готовность к освоению производства продукции.

Следует отметить, что заказчик через своих представителей или уполномоченных им организаций имеет право проверить готовность производства к началу изготовления продукции и убедиться в наличии:

- нормативной документации, включающей действующие нормы и правила по безопасности, стандарты и пр.;
- необходимой проектной и рабочей конструкторской документации соответствующей литеры и ее соответствие требованиям нормативной документации, а также решений о постановке продукции на производство;
- ТУ, согласованных с заказчиком, ТЗ или общих технических требований (ОТТ), устанавливающих требования заказчика к продукции;
- согласованной с разработчиком и заказчиком документации, определяющей условия и порядок проведения испытаний;
- технологической документации, определяющей условия изготовления продукции, согласованной с головной технологической и материаловедческой организациями;
- плана качества¹⁴⁶, разработанного изготовителем, согласованного в установленном порядке;
- документации изготовителя, определяющей требования к контролю качества поставляемых изготовителю субподряд-

¹⁴⁶ План качества является документом, который определяет, какие процедуры и ресурсы, кем и когда должны применяться к конкретному проекту, продукции, процессу или контракту. План качества включает описательное перечисление процессов и контрольных операций (точек), подлежащих надзору, и требования к ним. В контрольных точках надзор может осуществляться путем наблюдения или участия в контрольной операции, либо с остановкой технологического процесса и его продолжением только после получения удовлетворительного результата наблюдения, либо без остановки производственного процесса путем проверки отчетной документации по результатам проведения контрольной операции.

ными организациями комплектующих изделий и материалов (перечни продукции, подлежащие входному контролю¹⁴⁷, инструкции и отчетная документация по проведению входного контроля и т.п.);

- процедур, устанавливающих условия учета, хранения, внесения изменений и выдачи документации в производство;
- форм отчетных документов (актов и протоколов испытаний);
- наличие персонала, подготовленного, прошедшего проверку знаний и аттестованного;
- наличие проверенного должным образом оборудования для проведения контрольных операций.

В случае серийного производства продукции, при ее постановке на производство (освоении производства) в соответствии с требованиями ЕСКД можно выделить следующие работы:

- изготовитель принимает от разработчика комплект конструкторской и технологической документации литеры «О₁» или более высокой, специальные средства контроля и испытаний, опытный образец продукции (при необходимости), документы о согласовании применения комплектующих изделий, заключение по проведенным экспертизам (метрологической, экологической и т.п.), копию акта приемочных испытаний, документы, подтверждающие соответствие продукции обязательным требованиям;
- повторное (при необходимости) изготовление по документации с литерой О₁ и испытания опытного образца (опытной партии), и корректировка конструкторских документов с присвоением литеры О₂;
- разработка документации на установочную серию продукции¹⁴⁸; изготовление по документации с литерой О₁ или О₂ и

¹⁴⁷ Входной контроль должен предусматривать документальный контроль и (при необходимости) подтверждение качества поставляемых комплектующих изделий, полуфабрикатов и материалов в форме испытаний).

¹⁴⁸ *Установочная серия* – одна из серий продукции после опытной серии, изготавливаемая по конструкторской документации с литерой О₁ и технологическому процессу серийного производства изготовителем, который будет вести серийное производство этой продукции. Единица продукции *установочной серии* не относится к товарной продукции, вследствие чего ОТК осуществляет только их контроль, а приемку для поставки – только

- квалификационные испытания установочной серии;
- корректировка конструкторской и технологической документации по результатам изготовления и испытания установочной серии продукции с присвоением документам литеры «А» и их утверждением;
- разработка *рабочей документации* для серийного изготовления продукции; изготовление и испытание (при необходимости) головной (контрольной) серии по документации с литерой «А»;
- отработка по результатам изготовления и испытания головной (контрольной) серии технологических процессов и оснащения; корректировка *технологической документации*, проверка готовности приспособлений, штампов, пресс-форм и другого технологического оснащения перед сдачей в производство; корректировка нормативов расхода материалов и рабочего времени;
- корректировка *рабочей документации* с присвоением документации литеры «Б».

При положительных результатах квалификационных испытаний освоение производства считается законченным.

Во время постановки продукции на производство изготовитель (поставщик) проводит все необходимые работы для последующей обязательной сертификации продукции.

Полностью изготовленная и принятая изготовителем продукция может подвергаться входному контролю заказчика в объеме:

- проверки отчетной документации технического контроля изготовителя, документации о положительных результатах испытаний, проведенных в установленные сроки в соответствии с планом качества;
- визуального и при необходимости измерительного контроля продукции;
- проверки комплектности и содержания технической и эксплуатационной документации, направляемой заказчику согласно требованиям договора;
- проверки соответствия консервации, упаковки, маркировки продукции и тары требованиям договора;
- проверки соответствия комплектности продукции требова-

по просьбе потребителя.

ниям договора;

- проверки технического состояния продукции;
- проверки правильности оформления паспортов на продукцию.

Принятым считают образец (партию) продукции, который выдержал приемо-сдаточные испытания, промаркирован, укомплектован и упакован в соответствии с требованиями стандартов и условиями договора на его поставку и на который оформлен документ, удостоверяющий его приемку. Принятая заказчиком продукция подлежит отгрузке или передаче на ответственное хранение. Изготовитель (поставщик) должен обеспечить соответствие качества продукции после приемо-сдаточных испытаний и приемки вплоть до поставки к месту назначения, если это определено условиями договора.

Ввод в действие продукции единичного производства.

Рассмотрим вариант ввода продукции в действие в случае, когда доработка продукции единичного производства, окончательная ее сборка, наладка, испытания и доводка могут быть проведены только на месте эксплуатации в составе конкретного производственного объекта.

В этом случае исходным документом для создания, изготовления, приемки и поставки продукции является техническое задание. Действие ТЗ распространяется на все этапы создания продукции, включая сдачу ее в эксплуатацию и достижение проектных показателей. (Технические условия (ТУ) на изделие (партию), как правило, не составляют. По согласованию с заказчиком при повторении индивидуального заказа также допускается не составлять ТУ, а изготовление, приемку и поставку продукции осуществлять по ранее разработанному ТЗ.)

Проводимые для такой продукции работы по ее вводу в действие могут быть разделены на следующие работы:

- 1. Подготовка объекта, на котором планируется применить продукцию, к вводу этой продукции в действие.**
- 2. Подготовка персонала.**
- 3. Комплектация продукции поставляемыми изделиями.**
- 4. Строительно-монтажные работы.**
- 5. Пусконаладочные работы.**
- 6. Проведение предварительных испытаний.**

7. Проведение опытной эксплуатации.

8. Проведение приемочных испытаний.

При «Подготовке объекта, на котором планируется применить продукцию, к вводу этой продукции в действие» проводят работы по организационной подготовке объекта к вводу продукции в действие, в том числе: реализацию проектных решений по организационной структуре, обеспечению персонала объекта инструктивно-методическими материалами.

При «Подготовке персонала» проводят обучение персонала и проверку его способности обеспечить функционирование продукции.

При «Комплектации продукции поставляемыми изделиями» обеспечивают получение комплектующих изделий серийного и единичного производства, материалов и монтажных изделий, технических и программных средств, программно-технических комплексов, информационных изделий. Проводят входной контроль качества полученных изделий, средств и комплексов.

При «Строительно-монтажных работах» проводят выполнение работ по строительству специализированных зданий (помещений) для размещения технических средств и персонала; выполнение работ по сооружению кабельных каналов, по монтажу технических средств и линий связи, по испытанию смонтированных технических средств, а также работы по сдаче смонтированных технических средств для проведения пусконаладочных работ.

Состав «Пусконаладочных работ» существенно зависит от вида разработанной продукции. (См. ниже пример состава работ для автоматизированной системы.)

При «Проведении предварительных испытаний» осуществляют:

- предварительные *автономные*¹⁴⁹ *испытания* продукции на работоспособность и соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой предварительных испытаний;
- проведение *комплексных*¹⁵⁰ *испытаний* продукции в соот-

¹⁴⁹ Под автономными испытаниями понимаются испытания, при которых исключена возможность влияния разработанной продукции на объект.

¹⁵⁰ Под комплексными испытаниями понимаются испытания, при которых проверяется совместная работоспособность разработанной продукции и объекта. (Понятие «комплексные испытания» иногда применяют также к

ветствии с программой и методикой комплексных испытаний;

- устранение неисправностей и внесение изменений в документацию на продукцию, в том числе эксплуатационную в соответствии с протоколами испытаний;

- оформление акта о приемке продукции в опытную эксплуатацию.

Документ «*Акт приемки в опытную эксплуатацию*» содержит:

- наименование разработанной продукции, принимаемой в опытную эксплуатацию, и соответствующего объекта ее применения;

- наименование документа, на основании которого разработана продукция;

- состав приемочной комиссии и основание для ее работы (наименование, номер и дату утверждения документа, на основании которого создана комиссия);

- период времени работы комиссии;

- наименование организации-разработчика, организации-соисполнителя и организации заказчика;

- состав продукции (или ее части), принимаемой в опытную эксплуатацию;

- перечень составляющих технического, программного, информационного и организационного обеспечений, проверяемых в процессе опытной эксплуатации;

- перечень документов, предъявленных комиссии;

- оценку соответствия принимаемой продукции техническому заданию на ее создание;

- основные результаты приемки в опытную эксплуатацию;

- решение комиссии о принятии продукции в опытную эксплуатацию.

При «**Проведении опытной эксплуатации**» осуществляют:

- опытную эксплуатацию продукции;

- анализ опытной эксплуатации продукции;

- доработку (при необходимости) продукции (например, программного обеспечения автоматизированных систем);

- дополнительную наладку продукции (при необходимости);

- оформление акта о завершении опытной эксплуатации продукции.

испытаниям, при которых проводится проверка совместной работоспособности и взаимодействия различных составляющих сложной, состоящей из частей продукции.)

При «**Проведении приемочных испытаний**» выполняют:

- испытание продукции на соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой приемочных испытаний;
- анализ результатов испытаний продукции и устранение недостатков, выявленных при испытаниях;
- оформление акта о приемке продукции в промышленную эксплуатацию.

В качестве примера ниже приводится перечень работ по вводу в действие разработанной для энергоблока АС автоматизированной системы, которые проводятся начиная с этапа пусконаладочных работ¹⁵¹:

- экспертиза проектной документации на размещение и монтаж;
- проверка прокладки кабельных трасс, спецзаземления, электропитания, разделки разъемов, размещения оборудования на штатных местах;
- входной контроль оборудования: расконсервация, проверка комплектности поставки оборудования и технической документации, проверка сохранности оборудования; устранение замечаний по результатам входного контроля и оформление протокола;
- предмонтажная проверка оборудования: проверка готовности помещений, проверка составных частей комплекса на работоспособность, проверка блоков, внесение изменений в аппаратуру по опыту проведения пусконаладочных работ на предыдущих энергоблоках;
- монтаж оборудования: надзор за монтажом, установка блоков и устройств на штатные места, монтаж кабельных связей; проверка наличия питания, спецзаземления, освещения, вентиляции, телефонной связи, переговорных устройств, подачи электропитания для проведения монтажных работ; проверка распайки и монтажа разъемов, клеммников, проходок, прозвонка кабельных линий связи, проверка отсутствия короткого замыкания между шинами электропитания и конструкциями;
- загрузка информации в базу данных и проверка системы ее ведения;
- приемка из монтажа, оформление документации по приемке;
- автономная наладка технических и программных средств;
- послемонтажная проверка и настройка: настройка и регулировка

¹⁵¹ Пуско-наладочные работы (ПНР) – комплекс работ по контролю, настройке и испытаниям, обеспечивающий надежную и безопасную работу, достижение проектных параметров, ввод в эксплуатацию оборудования, систем и энергоблока АС в целом.

сигнальных и измерительных каналов, устройства управления и представления информации; проверка автоматизированной системы на испытательных программах; отладка программ и приработка аппаратуры;

- корректировка базы данных автоматизированной системы для учета особенностей энергоблока и технических решений, принятых после изготовления автоматизированной системы;
- тестирование программного обеспечения;
- опытная эксплуатация программного обеспечения;
- проверка надежности электропитания и его подключения к автоматизированной системе, проверка работоспособности аппаратуры, проверка наличия сигнализации исправности и неисправностей;
- комплексная наладка всех средств системы;
- определение границ диапазонов, уровней срабатывания пороговых схем, проверка выдачи сигналов, проверка работы средств визуализации информации;
- разработка и согласование рабочей программы испытаний;
- проведение испытаний;
- испытание оборудования на этапах гидравлических испытаний, циркуляционной промывки, горячей обкатки¹⁵²;
- испытание и отладка схем управления механизмами перемещения, рабочими органами;
- комплексное опробование¹⁵³ работоспособности автоматизированной системы по программе испытаний;
 - оформление результатов испытаний;
- проверка аппаратуры на этапе физического пуска¹⁵⁴;
- проверка аппаратуры на этапе энергетического пуска и режимная настройка оборудования;
- проверка метрологических характеристик измерительных кана-

¹⁵² *Обкатка* – проверка работоспособности систем и оборудования в течение установленного времени согласно требованиям нормативно-технической и конструкторской документации. (Опробование – проверка работоспособности систем и оборудования).

¹⁵³ *Комплексное опробование* – взаимосвязанное опробование элементов системы в режимах, предусмотренных проектом.

¹⁵⁴ *Физический пуск* – этап ввода энергоблока АС в эксплуатацию, включающий загрузку реактора ядерным топливом, достижение критического состояния реактора и выполнение необходимых физических экспериментов на уровне мощности, при которой теплоотвод осуществляется за счет естественных тепловых потерь (процессов рассеяния). *Энергетический пуск* – этап ввода энергоблока АС в эксплуатацию от завершения физического пуска до начала выработки электроэнергии.

лов;

- испытание автоматизированной системы в переходных режимах работы энергоблока;
- проверка работоспособности автоматизированной системы при 72-х часовой непрерывной работе энергоблока на номинальной мощности;
- сдача автоматизированной системы в эксплуатацию¹⁵⁵ и оформленные акты сдачи в эксплуатацию.

Документ «*Акт приемки в промышленную эксплуатацию*» содержит:

- наименование объекта применения продукции и самой продукции, принимаемой в промышленную эксплуатацию;
- сведения о статусе приемочной комиссии (государственная, межведомственная, ведомственная), ее составе и основание для ее работы,
- период времени работы комиссии;
- наименования организации-разработчика, организаций-соисполнителей и организации заказчика;
- наименование документа, на основании которого разработана продукция;
- состав функций продукции, принимаемой в промышленную эксплуатацию;
- перечень составляющих технического, программного, информационного и организационного обеспечений, принимаемых в промышленную эксплуатацию;
- перечень документов, предъявляемых комиссии;
- заключение о результатах опытной эксплуатации продукции;
- оценку соответствия принимаемой продукции техническому заданию на ее создание;
- краткую характеристику и основные результаты выполненной работы по созданию продукции;
- оценку научно-технического уровня продукции (по проектным данным);
- оценку экономической эффективности от внедрения продукции (по проектным данным);
- решение комиссии;
- рекомендации комиссии по дальнейшему развитию продукции.

К «*Акту приемки в промышленную эксплуатацию*» прилагают программы и протоколы испытаний, протоколы заседания комиссии, акты приемки в промышленную эксплуатацию принятых ранее частей продукции, перечень технических и иных средств, которые использовала комиссия при

¹⁵⁵ Перед сдачей в промышленную эксплуатацию возможно проведение этапа опытно-промышленной эксплуатации.

приемке продукции. По усмотрению комиссии допускается включать в приложение дополнительные документы.

Для организации работ по созданию продукции выпускаются организационно-распорядительные документы, например:

- *приказ о готовности объекта, на котором планируется применить разработанную продукцию, к проведению строительно-монтажных работ;*
- *приказ о готовности этого объекта к проведению наладочных работ;*
- *приказ о начале опытной эксплуатации разработанной продукции;*
- *приказ о вводе продукции в промышленную эксплуатацию.*

Документ «Приказ о готовности объекта, на котором планируется применить разработанную продукцию, к проведению строительно-монтажных работ» содержит, в частности:

- сообщение о готовности объекта к проведению строительно-монтажных работ;
- определение зоны строительства и монтажа;
- порядок допуска к проведению работ;
- список представителей организации-заказчика, ответственных за проведение работ и сохранность смонтированного оборудования;
- список ответственных представителей строительных и монтажных организаций, проводящих работы.

Документ «Приказ о готовности объекта к проведению наладочных работ» содержит:

- сообщение о готовности объекта автоматизации к проведению наладочных работ;
- перечень технических средств, подлежащих наладке;
- указание о порядке проведения наладочных работ;
- порядок допуска к проведению наладочных работ;
- список представителей организаций заказчика, ответственных за обеспечение проведения наладочных работ;
- список ответственных представителей организаций, выполняющих наладочные работы;
- указание о порядке устранения ошибок монтажа и лицах, ответственных за выполнение этих работ.

Документ «Приказ о начале опытной эксплуатации продукции» содержит:

- наименование продукции, проходящей опытную эксплуатацию;
- наименование организации разработчика, организаций-соисполнителей;
- сроки проведения опытной эксплуатации;
- список должностных лиц организации заказчика, участвующих в

| проведении опытной эксплуатации.

Документ «Приказ о вводе продукции в промышленную эксплуатацию» содержит:

- состав функций продукции, технических и программных средств, принимаемых в промышленную эксплуатацию;
- список должностных лиц и перечень подразделений организации заказчика, ответственных за работу продукции;
- порядок и сроки введения новых форм документов (при необходимости);
- порядок и сроки перевода персонала на работу в условиях функционирования продукции.

Сопровождение эксплуатации продукции. На этом этапе могут быть выделены следующие работы:

- 1. Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами.**
- 2. Послегарантийное обслуживание.**

При «**Выполнении работ в соответствии с гарантийными обязательствами**» осуществляют работы по устранению недостатков, выявленных при эксплуатации продукции в течение установленных гарантийных сроков, внесению необходимых изменений в документацию на продукцию.

При «**Послегарантийном обслуживании**» осуществляют работы по:

- анализу функционирования продукции; выявлению отклонений фактических эксплуатационных характеристик продукции от проектных значений; установлению причин этих отклонений;
- устранению выявленных недостатков и обеспечению стабильности эксплуатационных характеристик продукции; внесению необходимых изменений в документацию на продукцию.

§2.5. Испытания при разработке продукции

Виды испытаний. Испытанием называется определение при заданных условиях в соответствии с экспериментальной установленной процедурой количественных или качественных характеристик свойств объекта *испытаний*. Объектами *испытаний* могут являться продукция (в том числе макеты, модели, экспериментальные и опытные образцы, образцы серийной продукции и пр.) или процессы производства продукции. По результатам *испытаний* может быть принято решение о дальнейшем использовании объекта испы-

таний, например, о возможности и условиях использования объекта испытаний по назначению.

В процессе *испытаний* объект *испытаний* находится в определенных заданных условиях, а именно: заданы воздействия на этот объект, определены режимы функционирования и значения параметров объекта, при которых проводятся *испытания*. Условия *испытания* могут предусматривать, например, сохранение в заданных пределах характеристик свойств объекта.

Экспериментальное определение характеристик свойств продукции может проводиться в соответствии с установленной технической процедурой (то есть в соответствии с *методом испытания*) путем измерений этих характеристик.

Цель испытаний – нахождение с определенной точностью фактического значения какой-либо характеристики свойства продукции в заданных номинальных условиях *испытаний*¹⁵⁶ и установление с определенной достоверностью соответствия этой характеристики заданным требованиям.

Испытания позволяют экспериментально обосновать и подтвердить показатели надежности продукции, то есть подтвердить, что требуемые показатели и характеристики продукции находятся в пределах установленных для эксплуатации допустимых значений. Поэтому уже на стадии разработки продукции экспериментальные макеты и модели, опытные образцы продукции испытываются в условиях, максимально имитирующих реальные условия будущей эксплуатации этой продукции.

Увеличение объема (и трудоемкости) *испытаний* повышает достоверность их результатов, но приводит к росту затрат на сами *испытания*. Однако при уменьшении объема и интенсивности *испытаний* уменьшается достоверность результатов этих *испытаний*, что может привести к еще большему росту затрат на исправление дефектов, обнаруживаемых впоследствии при эксплуатации продукции.

Для доказательства соответствия достигнутых характеристик разработанной продукции требованиям к этим характеристикам, уста-

¹⁵⁶ В качестве номинальных могут быть приняты нормальные условия испытаний, которые определяются в документации на конкретную продукцию. Реальные условия испытаний могут отличаться от номинальных, поскольку нельзя абсолютно точно поддерживать параметры условий испытаний.

новленным в ТЗ, могут привлекаться и расчетные методы. В этом случае требуется специальное обоснование (в том числе и экспериментальное) представительности самих расчетных методов.

Необходимость разработки, изготовления различных образцов для *испытания* продукции; перечень и количество этих образцов могут быть определены в ТЗ и договоре на проведение разработки продукции. Достаточность объема и *видов испытаний* для подтверждения требований ТЗ определяется в *программах и методиках испытаний*. *Программа и методика испытаний* играют при приемке продукции довольно важную роль, поэтому более подробному раскрытию их структуры и содержания специально посвящен §2.6 данного пособия.

Результаты *испытаний* признаются положительными и достоверными, если:

- отклонения характеристик испытываемых единиц продукции от заданных значений находятся в пределах установленных допустимых значений отклонений;
- разброс характеристик испытываемых единиц продукции не превосходит установленных допустимых значений разброса.

Испытания могут проводиться *последовательным, параллельным и комбинированным способами*.

При *последовательном способе* осуществляется поочередное раздельное воздействие на продукцию различных воздействий. К недостаткам этого способа относится продолжительность *испытаний*, а также зависимость результатов *испытаний* только от одного воздействующего фактора, что снижает достоверность выводов о поведении объекта *испытаний* в реальных условиях эксплуатации.

При проведении *испытаний параллельным способом* воздействию подвергается сразу несколько однотипных образцов продукции. В этом случае с помощью привлечения вероятностно-статистических гипотез по методам планирования эксперимента и обработки результатов испытаний удастся уменьшить продолжительность *испытаний* при сохранении расчетной достоверности их результатов.

При *комбинированном способе* на образец продукции производится одновременное воздействие ряда различных факторов, что сокращает время *испытаний*. Следует учитывать, что при *комбинированном способе испытаний* затруднено выявление причин отказов испытываемых образцов продукции. Кроме того, при *комбинированном способе испытаний* возрастает сложность испытательной аппаратуры. *Комбинированный способ* испытаний предпочтителен на последних стадиях разработки продукции, так как он приближает условия *испытания* к реальным условиям эксплуата-

ции продукции и позволяет более точно оценить ее характеристики. Например, комбинированное воздействие температуры и влажности приводит к ускорению коррозии под напряжением¹⁵⁷.

В течение жизненного цикла продукции она может быть подвergнута целому ряду различных *испытаний* (проверок). Некоторые *виды испытаний* применимы для всех видов продукции, а некоторые – только для продукции отдельных видов¹⁵⁸. Существуют следующие классификации *видов испытаний*:

- по назначению – исследовательские, контрольные, сравнительные, определительные;
- по уровню проведения испытаний: государственные, межведомственные, ведомственные;
- по этапам разработки продукции: доводочные, предварительные, приемочные;
- по испытаниям готовой продукции: квалификационные, предъявительские; приемо-сдаточные, периодические, инспекционные, типовые, аттестационные, сертификационные;
- по условиям и месту проведения испытаний: лабораторные, стендовые, полигонные, натурные, с использованием моделей, эксплуатационные;
- по продолжительности испытаний: нормальные, ускоренные, сокращенные;
- по виду внешнего воздействующего фактора: механические, климатические, термические, радиационные, электрические, электромагнитные, магнитные, химические, биологические и др.;
- по результату воздействия: неразрушающие, разрушающие, испытания на прочность, испытания на устойчивость;
- по определяемым характеристикам объекта: функциональные, испытания на надежность, испытания на безопасность, испытания на транспортабельность, технологические испытания и др.

¹⁵⁷ Не всегда *испытания комбинированным способом* с заданными предельными значениями воздействий приводят к ужесточению условий *испытаний*. Например, низкие температуры замедляют скорость коррозии в морской воде, активность насекомых и грызунов.

¹⁵⁸ Например, средства измерений подвергают специальным *испытаниям* с целью утверждения типа средств измерений.

При приемочных испытаниях производится проверка и подтверждение соответствия образца продукции и разработанной документации техническому заданию по всем определенным в ТЗ значениям показателей продукции в условиях, максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации, применения, использования) продукции; определение соответствия продукции обязательным требованиям; оценка ее технического уровня; принятие решения о возможности промышленного производства и реализации продукции, а также подготовка рекомендаций по совершенствованию продукции и правильной ее эксплуатации.

Головные образцы несерийной продукции подвергают испытаниям с целью решения вопроса о допустимости их использования по назначению, а для повторяющейся несерийной продукции и для решения вопроса о целесообразности постановки продукции на несерийное производство.

В случае невозможности проверки на площадке разработчика (изготовителя) всех требований ТЗ, предъявляемых к продукции, *приемочные испытания* или отдельные этапы этих *приемочных испытаний* могут быть проведены на месте эксплуатации разработанной продукции, что оговаривается в ТЗ. В этом случае *приемочные испытания* проводятся поэтапно. На первом этапе *приемочных испытаний* составные части разрабатываемой продукции, как и сама продукция в целом, подвергаются приемочному контролю на площадке разработчика (изготовителя), которые проводит служба технического контроля изготовителя. При необходимости, установленной в ТЗ, в этом этапе испытаний участвуют представители заказчика, заинтересованных организаций и ФОРГБ. Положительные результаты приемочного контроля являются основанием для отгрузки продукции заказчику. Второй этап *приемочных испытаний* продукции проводится на месте эксплуатации продукции.

Квалификационные испытания проводятся для определения готовности производства к серийному выпуску продукции на основе отработанного технологического процесса, обеспечивающего стабильное качество продукции и выпуск ее в необходимых количествах, с целью решения вопроса об окончании освоения серийного производства и начале серийного выпуска. Испытанию подвергается продукция из установочной серии (первой промышленной партии).

Необходимость изготовления установочной серии указывается в *акте приемки* опытного образца. Испытания установочной серии (первой промышленной партии) проводит изготовитель при участии разработчика с приглашением при необходимости заказчика и представителей заинтересованных организаций.

Приемо-сдаточные испытания – испытания выпускаемой продукции с целью контроля соответствия продукции обязательным требованиям, требованиям ТУ, а также контрольному образцу или образцу-эталону для определения возможности приемки продукции заказчиком. Порядок и объем *приемо-сдаточных испытаний* указывается в технической документации на продукцию. Контроль выпускаемой продукции осуществляют службы технического контроля изготовителя, после чего продукцию предъявляют представителю заказчика, если это определено соответствующими документами о порядке приемки и поставки продукции¹⁵⁹. Результаты испытаний отражают в сопроводительной документации на продукцию. В формуляре (паспорте) на принятую продукцию дается заключение, свидетельствующее о годности продукции и ее приемке; на продукцию, тару и сопроводительную документацию ставятся пломбы, клейма, печати.

Проведения *приемо-сдаточных испытаний* (а также *периодических испытаний*) может потребовать заказчик (потребитель), оговорив это в условиях контракта (договора) на поставку продукции. Задачи *периодических* и *приемо-сдаточных испытаний* заключаются в подтверждении соответствия качества передаваемой потребителю партии продукции установленным в ТУ требованиям, а также в демонстрации этого соответствия заказчику (потребителю).

Периодические испытания проводятся изготовителем для периодического подтверждения качества продукции и подтверждения стабильности технологического процесса в течение установленного периода выпуска этой продукции. Целью этих испытаний является подтверждение возможности продолжения изготовления продукции по действующей документации и подтверждение возможности продолжения ее приемки службой технического контроля изготовителя.

¹⁵⁹ Продукция, входящая в состав систем безопасности АС или могущая стать причиной нарушения пределов и условий безопасной эксплуатации АС, может подвергаться приемке с участием представителей ФГОРБ.

Периодическим испытаниям подвергают продукцию, выдержавшую *приемо-сдаточные испытания*¹⁶⁰. Первые *периодические испытания* носят статус *квалификационных испытаний*. Они предшествуют приемке продукции, выпуск которой начат изготовителем впервые.

Необходимость *периодических испытаний*, периодичность, условия проведения, а также объем продукции, подвергаемой испытаниям, устанавливаются в технической документации (ТУ) на продукцию. *Периодические испытания* проводит изготовитель с приглашением на них при необходимости представителей заказчика и разработчика.

Инспекционные испытания проводятся по поручению ФОГРБ (ФОГМС) с целью проверки стабильности качества, выполнения мероприятий по повышению характеристик надежности и безопасности продукции.

Сертификационные испытания – определение соответствия продукции требованиям, установленным в Системе сертификации, например, установление ее соответствия федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии, международным или национальным стандартам и т.п. Например, сертификационные испытания на утверждение типа средств измерений, которым могут подвергаться опытные образцы (или установочная серия образцов) средств измерений. *Сертификационные испытания* проводятся при принятии решения о выдаче сертификата соответствия, а также при определении целесообразности импорта. При сертификации продукции, подлежащей импорту, устанавливается соответствие импортируемых изделий отечественным нормам и правилам. Для целей сертификации продукции могут быть использованы результаты и других *видов испытаний* (например, приемочных) в порядке, установленном правилами Системы сертификации.

Имеется еще ряд видов испытаний, которым может подвергаться разработанная и уже выпускаемая продукция. В частности, *типовые испытания* продукции проводят с целью оценки эффективности

¹⁶⁰ *Периодические испытания* могут не проводиться в тех случаях, когда все требования ТУ и нормативных документов проверяют при *приемо-сдаточных испытаниях*, причем результаты последних признаются достаточным для контроля качества в течение всего времени выпуска и приемки продукции, а также в случае, если не требуется периодического подтверждения качества изготовленной продукции.

и целесообразности предлагаемых изменений в конструкции или технологии изготовления этой продукции. Задачей этих испытаний является установление влияния предлагаемых изменений на технические характеристики продукции, связанные с безопасностью, а также оценка влияния предлагаемых изменений на эксплуатационные характеристики этой продукции. Необходимость внесения изменений и проведение *типовых испытаний* определяют разработчик и изготовитель продукции.

В качестве вида испытаний можно рассматривать и *технологический прогон*, который является составной частью и заключительным этапом технологического процесса изготовления продукции. *Технологический прогон*, представляющий собой работу продукции в эксплуатационных (или в более тяжелых) условиях, созданных на испытательном оборудовании предприятия -изготовителя. *Технологический прогон* производится с целью своевременного выявления и отбраковки изделий с дефектами и обеспечивает выявление некачественных элементов и неправильно подобранных режимов работы, а также стабилизацию технических характеристик изделия. Включение *технологического прогона* в процесс изготовления продукции приводит к ее удорожанию, и поэтому *технологический прогон* предусматривается в основном при изготовлении особо ответственных видов продукции.

Технологическому прогону подвергаются все экземпляры изготовленной продукции после производственных испытаний перед приемкой отделом технического контроля (ОТК). Во время прогона продукция должна выполнять функции, предусмотренные в документации на нее, и проработать без отказов на конечном этапе испытаний в течение оговоренного в программе прогона времени. При возникновении отказов продукция подвергается повторному *технологическому прогону*, при этом его длительность может увеличиваться.

Технологический прогон предусматривается в программе обеспечения качества, в технологической документации (маршрутных операционных картах, картах технологического процесса), в ТУ на продукцию. Для оценки эффективности *технологического прогона* в период пуско-наладочных работ и в течение первого года эксплуатации продукции изготовитель проводит *подконтрольную эксплуатацию продукции*, собирая и анализируя информацию обо всех ее отказах и повреждениях.

Рассмотрим более подробно порядок проведения *испытаний* продукции на стадии ее разработки, разделив все *испытания* на две категории в зависимости от целей этих *испытаний*. Для оценки и контроля качества результатов, получаемых при выполнении разработки, опытные образцы (для серийной продукции) и головные об-

разцы (для несерийной и мелкосерийной продукции) подвергают контрольным *испытаниям* по следующим категориям:

- *предварительные испытания*;
- *приемочные испытания*.

Предварительные испытания. *Предварительные испытания (проверки)* проводят с целью предварительной оценки соответствия опытного (головного) образца продукции требованиям технического задания, а также для определения готовности опытного (головного) образца к *приемочным испытаниям*. Предварительные испытания могут служить и для выбора лучшего технического решения. Для проведения испытаний разрабатывают приемочную документацию, в которой фиксируют сведения, подтверждающие готовность продукции к приемке ее в эксплуатацию или постановке на производство, а также соответствие этой продукции требованиям нормативных документов и технического задания на ее разработку. По результатам *предварительных испытаний* корректируют техническую документацию и дорабатывают опытный (головной) образец. *Предварительные испытания* опытного образца продукции организует и проводит разработчик с привлечением при необходимости организаций – соисполнителей и изготовителя. При отсутствии у разработчика необходимых установок и приборов разработчик и заказчик обеспечивают проведение испытаний в других организациях, располагающих нужной аппаратурой.

К началу проведения испытаний должны быть завершены мероприятия по их подготовке, предусматривающие, в частности:

- определение перечня оцениваемых характеристик (свойств, показателей) продукции;
- разработку и согласование *программы и методики испытаний*;
- наличие, годность и готовность на месте проведения испытаний средств материально-технического и метрологического обеспечения, гарантирующих создание условий и режимов испытаний, соответствующих указанным в программе испытаний;
- обучение и при необходимости аттестацию персонала, допускаемого к испытаниям;
- назначение комиссии для рассмотрения и оценки результатов испытаний либо (если комиссия не назначается) определение

организаций и их служб, ответственных за проведение испытаний;

- своевременное представление к месту испытаний образцов продукции с комплектом конструкторской, нормативной, справочной и другой документации, предусмотренной программой испытаний.

Результаты предварительных испытаний оформляются в виде *протоколов испытаний*. В *протоколе испытаний* указывают:

- организацию, проводящую испытания и ее реквизиты;
- характеристику испытываемого образца (наименование, тип, номер образца, дата изготовления, класс безопасности продукции, краткое ее описание, разработчик, изготовитель образца продукции, почтовые адреса);
- цель испытаний (категория испытаний, наименование и обозначение документа, на соответствие которому проводятся испытания, с указанием пунктов, устанавливающих требования и методы испытаний);
- дату проведения испытаний, место проведения;
- наименования, типы или основные характеристики испытательного оборудования, эталонов и средств измерений, использованных при испытаниях; сведения об их аттестации и поверке;
- испытательные воздействия (регламентируемые и фактические параметры воздействий);
- характеристики условий испытаний; заданные в ТЗ и фактические показатели режимов функционирования образца при проведении испытаний;
- значения контролируемых характеристик и параметров образца, которые заданы в ТЗ (номинальные значения и их предельные отклонения)¹⁶¹, и фактические значения этих характеристик и параметров, полученные при испытаниях; характеристики погрешности полученных результатов; воспроизводимость¹⁶² результатов испытаний;

¹⁶¹ Для отдельных параметров вместо номинальных значений с предельными отклонениями могут предусматриваться требования в виде предельных значений (например: *не более...*, *не менее...*).

¹⁶² Понятия *воспроизводимости* и *повторяемости (сходимости)* результатов испытаний вводят аналогично понятиям воспроизводимости и повто-

- заключение о соответствии испытываемого образца требованиям ТЗ;
- сведения о проводивших испытания и присутствовавших.

Пример оформления *протокола предварительных испытаний* приведен на рис.2.1.

ПРОТОКОЛ							
испытаний (наименование или обозначение образца продукции) № _____							
Наименование параметра (показателя)	Обозначение документа		Значение параметра		Данные испытания	Дата проведения испытаний	Подпись лица, проводившего испытания
	Номер пункта		Но-мин.	Пред.откл.			
	Технического задания	Методики испытаний					
<p style="text-align: center;">ЗАКЛЮЧЕНИЕ</p> <p>(Наименование и обозначение испытываемого образца продукции) за № _____ соответствует (не соответствует) требованиям (обозначения документов).</p> <p>(Подписи лиц, проводивших испытания, расшифровка подписей с указанием должностей).</p>							

Рис.2.1. Пример оформления *протокола предварительных испытаний*.

Приемочные испытания. Приемочные испытания в зависимости от заказчика разработанной продукции могут, в свою очередь, быть разделены на государственные, ведомственные и межведомственные.

При создании продукции по модели организации работ 1 (см. §2.1) проводятся государственные *приемочные испытания*, которые организует и несет ответственность за их проведение государственный заказчик, если иное не оговорено договором.

При создании продукции по моделям 2 и 3 проводятся ведомственные или межведомственные *приемочные испытания*.

Приемочные испытания по моделям создания продукции 2 и 3 с участием заинтересованных организаций¹⁶³, согласовавших ранее

рjemости результатов измерений.

¹⁶³ Основными заинтересованными организациями являются предприятия-смежники, выполняющие разработку продукции, предприятия, на которых будет впервые применяться разрабатываемая продукция, и предприятия –

ТЗ, организует и несет ответственность за их проведение заказчик работы, если иное не оговорено в договоре или в документах, являющихся неотъемлемой частью договора.

Возможен следующий порядок организации *приемочных испытаний*. Для организации *приемочной комиссии* разработчик извещает заказчика о готовности к предъявлению результатов работы к приемке и направляет ему на рассмотрение краткий технический отчет о выполненной работе, проект технических условий (ТУ), *программу и методику испытаний*, а также предложения по составу *приемочной комиссии* и проект программы работы *приемочной комиссии*, содержащий регламент работы, сроки начала и окончания работы комиссии. Заказчик рассматривает проект ТУ, программу работы *приемочной комиссии*, *программу и методику испытаний* и определяет степень участия своих представителей в этих испытаниях (например, в качестве председателя *приемочной комиссии* и/или членов комиссии). Далее заказчик (или по поручению заказчика - разработчик¹⁶⁴) заблаговременно направляет в заинтересованные организации и ФООГРБ (при необходимости) предложения об участии полномочных представителей этих организаций в работе *приемочной комиссии*, а также для согласования программу работы *приемочной комиссии*. Заинтересованные организации (письменно) извещают заказчика (разработчика) о кандидатурах своих представителей, направляемых для участия в работе *приемочной комиссии*, и согласуют программу работы *приемочной комиссии*. Программа работы *приемочной комиссии* рассматривается *приемочной комиссией* и утверждается руководством организации, проводящей приемочные испытания.

Разработчик не позднее установленного срока до начала работы *приемочной комиссии* направляет в заинтересованные организации *программу и методику испытаний* и проект ТУ.

Программа и методика испытаний утверждается организацией, ответственной за проведение *приемочных испытаний*.

Состав *приемочной комиссии* может быть сформирован и утвержден заказчиком (как правило, приказом). По согласованию с заказ-

будущие изготовители продукции в серийном производстве.

¹⁶⁴ Заказчик, например, может поручить разработчику организацию работы по приемке результатов работы. В этом случае разработчик издает свой распорядительный документ (например, приказ), определяющий вопросы организации приемки результатов работы.

чиком формировать и утверждать состав *приемочной комиссии* может разработчик. Документ «Приказ о приемочной комиссии» содержит:

- наименование принимаемой продукции в целом и ее частей;
- сведения о составе комиссии;
- основание для организации комиссии;
- наименование организации заказчика;
- наименование организации разработчика, организаций соисполнителей;
- назначение и цели работы комиссии;
- сроки начала и завершения работы комиссии;
- указание о форме завершения работы комиссии.

В состав комиссии, как правило, включают представителей заказчика (по требованию заказчика – в качестве председателя *приемочной комиссии*), разработчика, изготовителя, проектной организации, монтажной, наладочной и ремонтной и других согласовавших ТЗ заинтересованных организаций, а также, в зависимости от назначения продукции (при наличии обязательных требований к продукции), и представителей ФОГРБ. В работе комиссии могут участвовать приглашенные эксперты из сторонних организаций, не входящие в состав комиссии.

Разработчик при приемке результатов НИР предъявляет:

- программу приемки работ;
- утвержденное ТЗ;
- технический отчет, утвержденный руководителем организации разработчика;
- техническую документацию, предусмотренную ТЗ;
- экспериментальные образцы и протоколы их предварительных испытаний, согласно ТЗ;
- проект ТЗ на последующие ОКР (если это предусмотрено ТЗ на НИР);
- предложения по реализации результатов НИР.

При приемке ОКР разработчик предъявляет комиссии:

- программу приемки работ;
- утвержденное ТЗ на ОКР;
- изготовленные образцы продукции;
- комплект конструкторской, технологической, программной и пр. документации (включая проект ТУ);

- справку о проценте выхода годных образцов продукции в опытной партии;
- технико-экономическое обоснование целесообразности производства разработанной продукции (в том числе справку об ожидаемой трудоемкости и себестоимости продукции в серийном производстве);
- *программу и методику испытаний*;
- протоколы испытаний предъявленных образцов продукции на соответствие всем пунктам ТЗ (в том числе испытаний на долговечность¹⁶⁵ и безотказность) с достоверностью, указанной в ТЗ;
- справку об унифицированных и нормализованных деталях и узлах, габаритных и присоединительных размерах, а также отступлениях от базовых конструкций, нормализованных деталей и узлов;
- разработанную конструкторскую и технологическую документацию;
- перечень испытательного и измерительного оборудования и аппаратуры;
- технический отчет, утвержденный руководителем организации разработчика, содержащий сопоставление с зарубежными аналогами;
- справку об использованных патентах и патентной чистоте;
- утвержденные технические условия на материалы и комплектующие, примененные в разработанной продукции;
- предложения по организации производства новых материалов, примененных при изготовлении образцов разработанной продукции.

Приемочная комиссия. Для проведения *приемочных испытаний* и руководства ими, как правило, назначается *приемочная комиссия*¹⁶⁶.

¹⁶⁵ Полномасштабные испытания на срок службы не серийной, уникальной продукции могут проводиться в процессе эксплуатации этой продукции.

¹⁶⁶ При согласии заказчика допускается проводить испытания без назначения *приемочной комиссии*, но с возложением ее функций и обязанностей на соответствующие службы организации, проводящей испытания. Все особенности и формы участия сторон в проведении *приемочных испытаний* определяют в ТЗ, условиях договора на выполнение разработки или

Приемочная комиссия контролирует полноту, достоверность, объективность результатов испытаний, а также полноту информации, соблюдение сроков испытаний и документальное оформление их результатов.

Приемочная комиссия определяет:

- соответствие опытного образца или партии (головного образца) требованиям ТЗ и нормативных документов;
- соответствие разработанной документации требованиям ТЗ и нормативных документов;
- рекомендации по корректировке разработанной документации;
- рекомендации по возможности постановки продукции на производство; рекомендации по доработке образцов продукции и рекомендации по выводу продукции на проектные показатели (например, проектную мощность);
- рекомендации по дальнейшему использованию опытного (головного) образца;
- рекомендации по изменению и дополнению проекта ТУ.

До начала *приемочных испытаний* *приемочная комиссия* определяет степень завершенности монтажных и пусконаладочных работ, рассматривает *программу* и *методику испытаний*, оценивает возможность воспроизведения заданных режимов испытаний и в случае необходимости вносит изменения и дополнения в *программу* и *методику испытаний*.

С целью определения соответствия разработанной продукции техническому заданию, а также с целью разработки рекомендаций по постановке продукции на производство *приемочная комиссия* проводит экспертизу разработанной технической документации и составляет *протокол проверок документации*. При этом проверяется (и отмечается в *протоколе проверки документации*) соответствие технической документации техническому заданию, комплектность документации, соблюдение нормативных требований безопасности, использование изобретений и пр.

При рассмотрении и оценке *приемочной комиссией* соответствия требований ТЗ результатам протоколов имеющихся испытаний по иным совместным документам.

Если решение о постановке продукции на производство принимается без создания *приемочной комиссии*, то на согласование заказчику и в заинтересованные организации направляют проект ТУ.

решению *приемочной комиссии*, в случае признания ею достаточности материалов по отдельным пунктам ТЗ, испытания на установление соответствия образцов продукции указанным пунктам ТЗ повторно могут не проводиться.

При проведении испытаний члены *приемочной комиссии* составляют и подписывают *протоколы испытаний*¹⁶⁷, примерная форма которых приведена на рис. 2.2.

На основании рассмотрения результатов испытаний *приемочная комиссия* составляет *ведомость соответствия* продукции техническому заданию. Пример оформления *ведомости соответствия* показан на рис. 2.3.

Если отдельные виды испытаний проводятся специализированной испытательной организацией, то *приемочной комиссии* предоставляются результаты этих испытаний.

Результаты испытаний считаются положительными, а продукция выдержавшей испытания, если она испытана в объеме и последовательности, которые установлены для данной категории испытаний в ТЗ и *программе и методике испытаний*, а результаты испытаний подтверждают соответствие продукции заданным требованиям и надлежащим образом оформлены.

Если к продукции предъявляются обязательные требования, подлежащие обязательному подтверждению соответствия (сертификации), то *приемочной комиссии* предоставляются результаты подтверждения соответствия обязательным требованиям (сертификаты), полученные в установленном порядке.

Во время работы *приемочной комиссии* члены *приемочной комиссии* составляют, рассматривают и подписывают документы *приемочных испытаний*. К таким документам относятся программа работы приемочной комиссии, содержащая регламент и порядок работы комиссии, протоколы заседаний приемочной комиссии, *протоколы испытаний* и *протоколы проверок документации*, а также и составленный на основе этих документов *акт приемки* и, при необходимости, *протокол согласования*.

¹⁶⁷ Аналогичный протокол составляется при проверке разработанной документации.

ПРОТОКОЛ

№ _____

приемочных испытаний (или проверки документации)
опытного образца (партии) № _____
(наименование или обозначение продукции)

Приемочная комиссия в составе
председателя (фамилия, инициалы, должность, организация)
и членов комиссии:

1. (фамилия, инициалы, должность, организация)

2. ...

назначенная приказом (распоряжением) по (наименование предприятия, организации) №... от (дата) провела приемочные испытания (проверку документации) (наименование или условное обозначение продукции, обозначение продукции в соответствии с основным документом) в соответствии с программой и методикой испытаний (проверок) (наименование и обозначение документа) в период с (дата) по (дата).

В результате приемочных испытаний комиссия установила следующее.

Раздел 1. В этом разделе приводятся результаты проверки разработанной технической документации (состава, комплектности, содержания) и ее соответствия требованиям ТЗ.

Раздел 2. В этом разделе приводятся: перечень пунктов ТЗ, на соответствие которым проведены испытания; данные и результаты испытаний (проверок) образцов продукции согласно программе и методике испытаний; сведения о результатах наблюдений за правильностью функционирования продукции; сведения об отказах, сбоях и аварийных ситуациях, возникших при испытаниях.

Раздел 3. В этом разделе дается общая оценка показателей качества продукции по результатам испытаний (проверок) и соответствия ее требованиям ТЗ.

Раздел 4. В этом разделе приводятся сведения о корректировках параметров образца продукции и технической документации. Дополнительные данные.

(По усмотрению комиссии можно объединять разделы или вводить новые.)

Председатель комиссии (личная подпись, расшифровка подписи).

Члены комиссии (личные подписи, расшифровки подписей).

Рис. 2.2. Пример оформления приемочной комиссией протокола испытаний образца продукции или проверки документации.

ВЕДОМОСТЬ СООТВЕТСТВИЯ

№	Наименование проверяемого параметра или содержание пункта ТЗ	Требование по ТЗ	Результаты испытаний	Заключение о соответствии ТЗ	Рекомендуемые нормы проекта ТУ

Рис. 2.3. Пример оформления *ведомости соответствия* продукции техническому заданию.

На основе рассмотрения представленных документов и результатов испытаний комиссия составляет *акт приемки* продукции, который после выполнения и проверки выполнения рекомендованных приемочной комиссией необходимых доработок продукции и корректировок разработанной документации утверждает заказчик и/или председатель *приемочной комиссии*.

ФОГРБ определяет при *приемочных испытаниях* степень соответствия продукции обязательным требованиям и может выдавать по результатам испытаний отдельное, документально оформленное заключение, что отражается в *акте приемки*.

При соответствии опытного образца продукции техническому заданию *приемочная комиссия* в *акте приемки* может рекомендовать данную продукцию к постановке на производство. Конструкторской документации на продукцию, рекомендованную для постановки на производство, присваивают литеру О₁, а документацию, не содержащую конструкторских документов, в этом случае считают одобренной.

Утверждение *акта приемки* означает окончание действия ТЗ (если оно не распространяется на дальнейшие работы)

Если решение о постановке продукции на производство принимает *приемочная комиссия*, то члены комиссии, как правило, согласовывают технические условия и утверждение ТУ производится разработчиком на основе *акта приемки приемочной комиссии* без дополнительного согласования ТУ с организациями, представители которых принимали участие в работе *приемочной комиссии* и согласовали этот документ¹⁶⁸. ТУ утверждает разработчик после согласо-

¹⁶⁸ ТУ, содержащие обязательные требования, согласуется с ФОГРБ, если в работе *приемочной комиссии* не участвовали уполномоченные представи-

вания с заказчиком. На согласование заказчику одновременно с проектом ТУ представляются документы, подтверждающие обоснованность установленных в ТУ требований, норм, методов контроля (протоколы *приемочной комиссии*, *акт приемки* и пр.) или, по согласованию с заказчиком, в сопроводительном письме даются ссылки на эти документы.

В случае выявления возможности улучшения отдельных свойств продукции, не установленных определенными количественными значениями в техническом задании, в *акте приемки* дается перечень необходимых доработок, указывается рекомендуемый срок их выполнения (до передачи технической документации изготовителю).

Если показатели опытного образца хотя бы по одному требованию не соответствуют техническому заданию или требуемая по ТЗ документация изготовлена некачественно, то *приемочная комиссия* может составить *акт приемки* и *протокол согласования*.

В «*Протоколе согласования*» указывают на дальнейшее направление работ по совершенствованию продукции и приводят:

- перечень рассмотренных отклонений с указанием документа, отклонения от требований которого являются предметом согласования;
- перечень должностных лиц, составивших протокол;
- обоснование принятых отклонений от проектных решений;
- перечень согласованных отклонений и сроки внесения необходимых изменений в техническую документацию.

В *акте приемки* в этом случае может быть также указано на необходимость проведения повторных *приемочных испытаний* после доработки опытного образца и корректировки технической документации либо о прекращении дальнейших работ по разработке продукции. Прерывание или прекращение *приемочных испытаний* должно быть обосновано и документально оформлено.

О составленном *акте приемки* или *протоколе согласования приемочная комиссия* ставит в известность разработчика и заказчика для принятия решения, например, о прекращении работы *приемочной комиссии*. До проведения повторных *приемочных испытаний* опытный образец должен быть доработан, а техническая документация откорректирована в соответствии с рекомендациям приемочной комиссии. *Приемочная комиссия* возобновляет свою работу после получения от разработчика извещения об устранении отмеченных ею отклонений.

Примеры оформления *актов приемки* НИР и ОКР приведены ниже.

Пример оформления акта приемки НИР

УТВЕРЖДАЮ

(должность и наименование организации)

(личная подпись, дата, расшифровка подписи)

АКТ №

приемки результатов НИР

(наименование и шифр НИР)

«__» _____ 200... г.

Комиссия в составе председателя (ФИО, указывается должность) и членов комиссии (ФИО, указывается должность), действующая на основании (номер и дата документа), составила настоящий акт о следующем:

1. Комиссия проводила с «__» по «__» _____ 200... приемку НИР (наименование работы), выполненной (наименование предприятия исполнителя) в соответствии (наименование документа).
2. Комиссии было предъявлено: (перечисляется документация и образцы и т.д.).
3. Рассмотрев предъявленные материалы, комиссия признала их достаточными, выполненными удовлетворительно и сочла возможным приступить к приемке НИР (наименование работы).
4. Комиссия отмечает, что работы выполнены в установленный срок.
5. Комиссия рассмотрела и утвердила проект программы и методике приемочных испытаний (наименование программы и методики) и приняла решение проводить приемку в соответствии с утвержденной программой.
6. Комиссия провела испытание предъявленных ей экспериментальных образцов в полном соответствии с принятой программой и установила:

- выполненная НИР соответствует ТЗ;
- приводится краткая характеристика работы;
- приводятся основные результаты испытаний.

7. Приводится характеристика научно-исследовательского уровня выполненной НИР.

8. Заключение (общая оценка работы, выводы) и рекомендации. Комиссия постановила:

- считать научно-исследовательскую работу (наименование работы) при-

нятой;

- предлагается при последующей разработке (доработке) внести в документацию следующие изменения и дополнения (...).

- *Рекомендации комиссии по использованию результатов НИР.*

Приложения:

1. Фотография или чертеж общего вида элемента или прибора.
2. Техническое задание на НИР.
3. Ведомость соответствия результатов работы техническому заданию (в необходимых случаях).
4. Перечень оборудования и измерительной аппаратуры, использованной при приемке работ.
5. Протоколы испытаний экспериментальных образцов элемента или прибора.
6. Протоколы заседаний *приемочной комиссии*¹⁶⁹.
7. Программа и методика испытаний экспериментальных образцов.
8. Проект технического задания на ОКР (в том случае, если предполагается ее проведение).

(Подписи членов комиссии с расшифровкой подписей и указанием направивших их организаций).

Пример оформления акта приемки ОКР

УТВЕРЖДАЮ

(должность и наименование организации)

(личная подпись, дата, расшифровка подписи)

АКТ №

приемки опытного образца (партии)

«__» _____ 200... г. комиссия в составе председателя (ФИО, указывается должность) и членов комиссии (ФИО, указывается должность), действующая на основании (номер и дата документа), составила настоящий акт о следующем:

Комиссия проводила с «__» по «__» ____ 200... приемочные испыта-

¹⁶⁹ *Протоколы заседаний приемочной комиссии* составляются в произвольной форме. Обычно в этих протоколах приводятся сведения о месте, дате заседания и о присутствовавших на заседании. Далее приводятся три раздела, содержащие сведения о тематике обсужденных на заседании вопросов; об особо отмеченных приемочной комиссией фактах, имеющих прямое отношение к рассмотренным вопросам; о решениях *приемочной комиссии* по существу рассмотренных вопросов. *Протоколы заседаний* подписываются членами *приемочной комиссии* и утверждаются ее председателем.

ния (*наименование образца продукции*), разработанных (*наименование предприятия разработчика*) в соответствии с (*наименование документа*).

Комиссии были предъявлены (*наименования образцов продукции*) в количестве ... шт. и следующая техническая документация (*указывается перечень документации*).

Ознакомившись с (*наименование образца продукции*) и рассмотрев представленную техническую документацию, комиссия признала предъявленные материалы достаточными для проведения испытаний. При этом комиссия исходила из того, что ею были установлены:

- пригодность образцов для проведения испытаний;
- соответствие технической документации требованиям нормативных документов и ТЗ;
- правильность оформления документации.

4. Комиссия установила, что (*наименование образца продукции*) предъявлен на испытания в срок.

5. Комиссия рассмотрела и утвердила программу и методику испытаний.

6. Комиссия провела приемочные испытания (*наименование образца продукции*) в полном соответствии с принятыми ею программой и методикой испытаний.

7. Комиссия рассмотрела протоколы проведенных испытаний и *ведомость соответствия* (*наименование образца продукции*) утвержденному техническому заданию и установила, что

- образцы (*наименование образца продукции*) соответствуют техническому заданию;
- (*краткая характеристика образцов продукции*);
- (*результаты оценки производственных запасов*¹⁷⁰).

8. Заключение комиссии и рекомендации: комиссия постановила считать образцы (*наименование образца продукции*) выдержавшими приемочные испытания.

Рекомендации комиссии по применению продукции, разработанной в

¹⁷⁰ При разработке продукции разработчик обязан предусматривать необходимые запасы, для чего рекомендуется устанавливать три вида норм:

а) предельные нормы – рассчитываемые разработчиком продукции. Эти нормы приводятся только в техническом отчете, и приемка продукции по ним не производится.

б) испытательные нормы – которые должны отличаться от предельных норм на величину производственного запаса. Эти нормы указываются в технических требованиях и технических условиях, и по ним производится приемка продукции.

в) эксплуатационные нормы, которые должны быть ниже испытательных норм. Эксплуатационные нормы указываются в технических условиях, и только в пределах этих норм разрешается эксплуатация продукции.

результате ОКР. Предлагается (*рекомендации о постановке продукции на производство, доработке при необходимости технической документации; указание о согласовании технических условий, карты технического уровня и качества продукции членами приемочной комиссии; рекомендации по изготовлению установочной серии и квалификационным испытаниям*).

Приложения:

1. Фото или чертеж общего вида изделия.
2. Техническое задание.
3. *Программа и методика испытаний.*
4. Протоколы испытаний.
5. Ведомость соответствия испытанных образцов продукции техническому заданию.
6. Протоколы заседаний комиссии.
7. Справка о проценте выхода годных единиц продукции при изготовлении опытной партии.
8. Справка об использованных в разработке унифицированных и нормализованных деталях, узлах, габаритных и присоединительных размерах и т.д.
9. Справка об использованных патентах и патентной чистоте.
10. Справка о наличии утвержденных технических условий (временных или постоянных) на новые материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия, примененные в разработанной продукции.
11. Проект временных технических условий, рекомендованных комиссией по приемке.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ КОМИССИИ¹⁷¹ (личная подпись, расшифровка подписи).

ЧЛЕНЫ КОМИССИИ (личные подписи, расшифровки подписей).

После утверждения *акт приемки* регистрируют и направляют заказчику, разработчику и в заинтересованные организации.

По окончании испытаний опытные образцы (образцы опытной партии) серийной продукции считаются выполнившими свои функции. Их дальнейшее использование по назначению (в качестве единиц не серийной продукции), утилизация или уничтожение может быть определено в *акте приемки приемочной комиссии* или в особом решении, отвечающем действующему законодательству. При

¹⁷¹ Если акт приемки утверждает руководство предприятия (организации), назначившего комиссию.

определении возможности дальнейшего использования по назначению образцов продукции, подвергшихся испытательным воздействиям, оценивается степень влияния имевших место испытательных воздействий на характеристики и свойства этих образцов (например, на остаточный срок службы образцов, на предельно допустимые в дальнейшем нагрузки на эти образцы).

Если при изготовлении партии однотипной не серийной продукции испытаниям подвергают головной образец продукции, то по результатам *приемочных испытаний* в соответствии с рекомендациями *приемочной комиссии* доводят остальные экземпляры партии продукции с соответствующей корректировкой технической документации¹⁷². В соответствии с рекомендациями *приемочной комиссии* может быть доведен и сам головной образец с целью допустимости использования его по назначению.

Испытания считаются законченными, если их результаты оформлены утвержденным в установленном порядке *актом приемки*, подтверждающим выполнение *программы испытаний* и содержащим оценку результатов испытаний с конкретными, точными формулировками, отражающими соответствие испытываемого образца продукции требованиям ТЗ. Утвержденный *акт приемки* опытного образца при наличии рекомендаций о постановке продукции на производство и выполнении указаний *приемочной комиссии* по доработке является основанием считать разработку продукции, в целом выполненной в соответствии с ТЗ и законченной.

Утвержденный *акт приемки* продукции является основанием для постановки продукции на производство, а для мелкосерийной продукции – для продолжения ее производства и приемки заказчиком. Решение о постановке продукции на производство может принимать изготовитель совместно с заказчиком (потребителем).

¹⁷² Для повторяющейся не серийной продукции в рекомендациях *приемочной комиссии* может делаться вывод о целесообразности постановки продукции на не серийное производство.

§2.6. Программа и методика испытаний

Испытания, в том числе предварительные и приемочные, проводятся по соответствующим *программам и методикам испытаний* (ПМИ)¹⁷³, которые разрабатываются и утверждаются стороной, несущей ответственность за проведение испытаний¹⁷⁴. Документы «*Программа испытаний*» и «*Методика испытаний*» предназначены для установления технических данных, обеспечивающих получение и проверку проектных решений, показателей качества функционирования разработанной продукции, проверку соответствия продукции требованиям технического задания, требованиям техники безопасности, выявления причин отказов, а также для определения порядка и методов контроля технических данных, подлежащих проверке и наладке при испытаниях продукции. Эти документы могут разрабатываться как на образец продукции в целом, так и на его составные части.

Программа испытаний. Программа испытаний разрабатывается на основе требований ТЗ, конструкторской документации с использованием при необходимости типовых (стандартизованных) программ испытаний, содержащих типовые перечни проверок, и других нормативных документов, касающихся организации и проведения испытаний. В программе испытаний могут приводиться как непосредственно полнотекстовые формулировки требований, так и требования в виде ссылок на другие документы.

В «Программу испытаний» включают следующие разделы:

| - **Объект испытаний.**

¹⁷³ По требованиям ЕСКД составляется, как правило, один документ «*Программа и методика испытаний*» (ПМ) [49]. Допускается выполнять ПМ отдельными частями, например, программа испытаний (ПМ), содержащая разделы «**Общие положения**», «**Общие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний**», «**Отчетность**» и методика испытаний (ПМ1), содержащая разделы «**Определяемые показатели (характеристики) и точность их измерений**», «**Режимы эксплуатации изделий**» и «**Методы испытаний и/или измерений**».

¹⁷⁴ Испытания для подтверждения соответствия установленным требованиям (например, для целей сертификации продукции, утверждения типа средств измерений) проводятся по правилам, установленным для данных испытаний.

- **Цель испытаний.**
- **Общие положения.**
- **Объем испытаний.**
- **Условия и порядок проведения испытаний.**
- **Материально-техническое обеспечение испытаний.**
- **Метрологическое обеспечение испытаний.**
- **Отчетность по испытаниям.**
- **Приложения.**

В *программе испытаний* допускается объединять или исключать отдельные разделы, а также включать в эту программу дополнительные разделы.

В разделе «**Объект испытаний**» указывают:

- полное наименование испытываемого образца, его индекс, обозначение по чертежу в соответствии с основным конструкторским документом и его комплектность;
- условия предъявления образца на испытания; порядок отбора (в том числе определения количества), подготовки и хранения образцов (проб) для испытаний или ссылки на нормативные документы, регламентирующие методику и порядок отбора, подготовки и хранения образцов (проб) для испытаний;
- комплектность испытываемых образцов;
- перечень составных частей и/или комплектующих изделий межотраслевого применения, замена которых в процессе испытаний предусмотрена документацией на испытываемый образец.

В типовых *программах испытаний*, разработанных ранее, в этом разделе указывают также область распространения этой *программы испытаний*, особенности функционирования и испытаний данной группы образцов продукции, возможные ограничения по применению типовой *программы испытаний*.

В разделе «**Цель испытаний**» указывают конкретную цель и задачи, которые должны быть достигнуты и решены в процессе испытаний.

В разделе «**Общие положения**» указывают:

- требования по подготовке образца продукции к проведению испытаний; требования к готовности и исходному состоянию образца продукции и смежных систем;

- перечень руководящих документов, на основании которых проводятся испытания;
- перечень документов, на соответствие требованиям которых проводятся испытания;
- перечень документов, регламентирующих *методику испытаний*;
- место и продолжительность проведения испытаний;
- организации (предприятия), участвующие в испытаниях;
- порядок взаимодействия предъявителя испытываемого образца с представителем заказчика и другими организациями, участвующими в испытаниях;
- перечень ранее проведенных испытаний, подтверждающих соответствие испытываемого образца требованиям ТЗ;
- перечень представляемых на испытания документов, откорректированных по результатам ранее проведенных испытаний и характеризующих соответствие испытываемого образца требованиям ТЗ;
- область распространения результатов испытаний.

В разделе «**Объем испытаний**» указывают:

- перечень этапов испытаний и поверок;
- перечень количественных и качественных показателей (характеристик) образца продукции, подлежащих оценке (например, для автоматизированной системы - временные характеристики – быстродействие, периодичность приема и обработки сигналов первичных преобразователей, интервалы задержки формируемых команд и проверка их прохождения и пр.); указывают также наименования, обозначения, единицы измерения; номинальные значения показателей (характеристик); предельные отклонения от номинальных величин; пределы измерения;
- последовательность проведения испытаний, условия и режимы испытаний;
- методику, инструкции или нормативный документ, по которым следует определять (измерять) показатели (характеристики);
- виды и этапы видов испытаний, при которых определяют показатели (характеристики);
- требования к наработке испытываемого образца в процессе испытаний;

- требования по испытаниям программных средств;
- перечень работ, проводимых после завершения испытаний, требования к ним, объем и порядок их проведения, в том числе:
- осмотр (без разборки или с разборкой) и описание состояния испытываемого образца;
- фиксирование (фотографирование), при необходимости, испытываемого образца, его определенных узлов, деталей, мест коррозии, а также характерных повреждений и поломок.

Программы испытаний должны содержать перечни конкретных проверок (решаемых задач, оценок), которые следует осуществлять при испытаниях для подтверждения выполнения требований ТЗ, со ссылками на соответствующие требования ТЗ и *методики испытаний* (или разделы этих *методик испытаний*).

Среди проверок, подлежащих включению в *программу испытаний*, отметим следующие:

- соответствие испытываемого образца требованиям ТЗ;
- комплектность испытываемого образца;
- комплектность и качество рабочей конструкторской и эксплуатационной документации¹⁷⁵, представленной на испытания;
- проверку соответствия образцов продукции чертежам, техническим требованиям ТЗ, паспортным данным и нормам точности;
- комплектность, достаточность и качество ЗИП;
- комплектность, достаточность и качество средств измерений, контрольно-наладочной аппаратуры, средств диагностики и средств функционального контроля;
- комплектность, достаточность и качество имитационной и другой аппаратуры;
- комплектность, достаточность состава и качество математического обеспечения и программной документации;
- удобство транспортирования испытываемого об-

¹⁷⁵ Включая проект технических условий (ТУ).

разца;

- время подготовки испытываемого образца для приведения его в рабочее состояние;
- количество и требуемая квалификация обслуживаемого персонала;
- защищенность от несанкционированных и ошибочных действий обслуживающего персонала и работоспособность испытываемого образца после ошибочных действий персонала;
- достаточность принятых конструктивных решений и организационно-технических мероприятий по обеспечению безаварийности и безопасности работ; решений по охране окружающей среды; выполнение требований техники безопасности, противопожарной безопасности, промышленной санитарии, эргономике;
- функционирование опытного образца при аварийных ситуациях и в предельных режимах, заданных в ТЗ;
- помехозащищенность и помехоустойчивость опытного образца;
- устойчивость испытываемого образца к внешним воздействующим факторам;
- степень выполнения требований функционального назначения испытываемого образца;
- степень выполнения требований по надежности, стабильности работы испытываемого образца;
- контролепригодность образца; выполнение функции самодиагностики и выдачи информации о неисправностях;
- достаточность объема и периодичности технического обслуживания испытываемого образца; проверку удобства обслуживания и проведения ремонта образцов продукции.

Перечень проверок существенно зависит от вида продукции. Например, для автоматизированной системы этот перечень может включать, в частности, проверки:

- полноты и качества представления информации персоналу;

- выполнения функции архивирования параметров;
- реализации функции определения эксплуатационных характеристик, функции прогноза поведения параметров, а также функции выдачи рекомендаций оперативно-му персоналу;
- функционирования автоматизированной системы с применением программных средств;
- функционирования поддержки единого времени;
- функционирования системы при частичной потере измерительных каналов или/и программного обеспечения, в т.ч. выдачи информации персоналу о степени деградации автоматизированной системы и пр.

При проведении испытаний на нескольких образцах должно быть указано их распределение по видам испытаний, а для изделий многократного применения – число циклов функционирования образца на каждом виде и режиме испытаний.

В разделе могут быть даны рекомендации по использованию испытываемых образцов после испытаний (их уничтожение, возможность или ограничение по дальнейшему их использованию, например, рекомендация об испытаниях образца при экстремальных нагрузках и т.п.).

В разделе **«Условия и порядок проведения испытаний»** указывают требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний, в частности:

- к условиям проведения испытаний (характеристика места испытаний: цех, лаборатория, полигон и пр.) с оценкой степени приближения к условиям эксплуатации, заданным в ТЗ и в действующей нормативной документации, а также допустимые значения отклонений условий испытаний от заданных;
- к условиям начала и завершения отдельных этапов испытаний, к условиям перехода к каждому следующему этапу испытаний;
- к имеющимся ограничениям в условиях проведения испытаний;
- к техническому обслуживанию испытываемого образца в процессе испытаний;
- к мерам, обеспечивающим безопасность и безаварийность при подготовке к испытаниям, в процессе испытаний и при выполнении работ по завершению испытаний;

- к порядку взаимодействия предъявителя испытываемого образца продукции с представителями заказчика и с организациями (предприятиями), участвующими в испытаниях; к порядку привлечения экспертов для исследования возможных повреждений в процессе проведения испытаний;
- к персоналу, осуществляющему подготовку к испытаниям, проводящему испытания и порядку его допуска к работам по испытанию.

В разделе **«Материально-техническое обеспечение испытаний»** указывают конкретные виды материально-технического обеспечения с распределением задач и обязанностей организаций, участвующих в испытаниях, по видам обеспечения, а также устанавливают сроки готовности этого обеспечения. Приводят требования к средствам проведения испытаний (приспособлениям, стендам, измерительной и вычислительной технике и т.п.); требования к основным и дублирующим видам топлива, маслам, охлаждающим жидкостям, газам и т.п.

В разделе **«Метрологическое обеспечение испытаний»** приводят перечень мероприятий по метрологическому обеспечению испытаний.

В разделе **«Отчетность»** указывают:

- перечень отчетных документов, в которых фиксируют результаты испытаний, измерений, анализов и которые должны оформляться в процессе испытаний и по их завершению, с указанием организаций и предприятий, их разрабатывающих, согласующих и утверждающих, а также правила оформления этих документов, сроки оформления и требования к оформлению этих документов;
- перечень рассылки отчетных документов;
- порядок, место и сроки хранения первичных материалов испытаний и отчетных итоговых документов.

К числу отчетных документов относят акт и отчет о результатах испытаний; акт технического состояния образца после испытаний; материалы первичной документации по усмотрению комиссии, проводящей испытания; акт на списание подвергнувшегося испытаниям образца (при необходимости) и пр.

В разделе **«Приложение»** указывают перечни *методик испытаний* (например, методики выполнения измерений, методики калибровки измерительных каналов и т.п.), математических и комплекс-

ных моделей, применяемых для оценки характеристик испытываемых образцов продукции.

Методика испытаний. Методику испытаний разрабатывают на основе ТЗ на разработку продукции и утвержденных программ испытаний с использованием типовых (стандартизованных) методик испытаний (при их наличии). При этом отдельные положения типовых методик испытаний могут уточняться и конкретизироваться в разрабатываемых методиках испытаний в зависимости от особенностей разработанной продукции и условий проведения испытаний. Методики испытаний, применяемые для определения соответствия продукции обязательным требованиям (если они не являются стандартизованными методиками), должны быть аттестованы в установленном порядке и согласованы с соответствующими органами государственного регулирования (ФОГРБ, ФОГМС).

Содержание разделов методик испытаний устанавливает разработчик в зависимости от вида испытываемого образца и проверяемой характеристики (свойства, показателя). В «Методику испытаний» включают следующие разделы:

- **Объект испытаний.**
- **Цель испытаний.**
- **Общие положения.**
- **Оцениваемые показатели (свойства) характеристики продукции и расчетные соотношения.**
- **Условия и порядок проведения испытаний.**
- **Способы обработки, анализа и оценки результатов испытаний.**
- **Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний.**
- **Отчетность.**

В типовых методиках испытаний имеется вводная часть, в которой указывается область распространения методики, особенности функционирования данной группы испытываемых образцов, возможные ограничения в применении данной типовой методики испытаний.

В разделе «**Объект испытаний**» указывают наименование, индекс и состав объекта испытаний (образца), а также особенности его функционирования, существенные для применения методики.

В разделе **«Цель испытаний»** указывают конечную цель проверки той характеристики продукции, которая сформулирована в наименовании методики.

В разделе **«Общие положения»** приводят:

- определение проверяемой характеристики, если она не определена в стандарте или нормативной документации;
- методы испытаний и обоснование их выбора;
- поясняющие сведения, относящиеся к испытываемому образцу.

В разделе **«Оцениваемые показатели (свойства) характеристики продукции и расчетные соотношения»** приводят:

- перечень показателей, количественно выражающих оцениваемую характеристику;
- расчетные соотношения и формулы (математические модели), по которым рассчитывают оцениваемые показатели, которые не могут быть определены прямым или косвенным измерением;
- номограммы, диаграммы, графики, зависимости отдельных параметров образца от состояния внешней среды, других параметров, необходимых для определения показателей (характеристик) образца;
- методы оценки качественных характеристик.

В разделе **«Условия и порядок проведения испытаний»** приводят:

- условия проведения испытаний;
- схема испытаний, методы испытаний (измерений);
- режимы испытаний, продолжительность, периодичность, цикличность испытаний и последовательность воспроизведения внешних воздействий;
- ограничения и другие указания, которые необходимо выполнить на всех или на отдельных режимах испытаний;
- требования к квалификации обслуживающего персонала;
- требования по технике безопасности; измерения, проводимые для контроля условий безопасности и состояния окружающей среды;
- особенности функционирования испытываемых и привлекаемых к испытаниям средств, порядок их взаимодействия;
- правила регулировки (настройки) в процессе подготовки образца к испытаниям и/или при испытаниях;

- условия аннулирования или возобновления испытаний на всех или на отдельных режимах;
- объем регистрируемой информации и способы ее регистрации;
- формы и порядок учета статистических данных;
- методы контроля испытываемого образца (внешний осмотр, проведение измерений и др.);
- последовательность выполнения операций при испытаниях и проверках с указанием способов проверки, контрольных точек, количества замеров, используемых средств измерений; описание выполняемых регулировок, операций с переключателями, схем расположения и включения приборов.

Методика испытаний может включать в себя в качестве составных частей методики выполнения измерений, аттестованные в установленном порядке, или содержать ссылки на эти методики.

Если в процессе испытаний используется метод моделирования, то должны быть указаны принципы моделирования, порядок применения результатов моделирования, принцип и метод проверки совместности результатов моделирования с результатами натуральных испытаний.

В разделе **«Способы обработки, анализа и оценки результатов испытаний»** должны быть указаны:

- порядок применения данных, накопленных до начала испытаний;
- объем обрабатываемой информации и исходных данных, необходимых для оценки результатов испытаний;
- методы обработки результатов испытаний;
- требования к виду обработанной информации;
- порядок и последовательность проведения анализа результатов, полученных при обработке данных, а также способ экспресс-анализа;
- требования к характеристикам допускаемой погрешности и воспроизводимости результатов измерений и обработки экспериментальной информации; к точности расчетов определяемых показателей; процедуры оценивания этих характеристик;
- процедура учета погрешности измерений параметров продукции, обусловленная влиянием на эти параметры отклоне-

ний фактических условий испытаний от условий испытаний, установленных в *методике выполнения измерений*;

- способ сравнения полученных данных с требованиями, заданными в *программе испытаний*;
- критерии, при выполнении которых испытываемый образец считается выдержавшим испытания.

В разделе «**Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний**» для обеспечения выполнения конкретного пункта программы испытаний указывают:

- состав технических средств с указанием их наименований и шифров;
- оборудование (стенды), необходимое для испытаний и определения каждого требуемого показателя испытываемого образца; перечень средств измерений и регистрации, испытательного и вспомогательного оборудования (приспособлений, оснастки, инструмента) с указанием их наименований, типов, классов точности, допускаемых погрешностей и других характеристик, а также количества экземпляров по видам средств измерений;
- перечень необходимой конструкторской и другой технической документации;
- состав имитирующих и моделирующих средств с указанием их количества, наименований и шифров;
- перечень и количество материалов и реактивов, в том числе расходных, необходимых для проведения испытаний;
- состав привлекаемых транспортных средств и другие виды материально-технического обеспечения.

В разделе «**Отчетность**» приводят требования к объему и составу сведений, подлежащих отражению в протоколе испытаний по данному пункту *программы испытаний*.

Возможный порядок согласования и утверждения *программ и методик* предварительных и приемочных *испытаний* представлен в табл. 2.2.

Требования к структуре, содержанию и оформлению *программы и методики испытаний* программного изделия приведены ниже.

Документ «Программа и методика испытаний» в этом случае может содержать следующие разделы:

1. **Объект испытаний.**
2. **Цель испытаний.**

3. Требования к программе.
4. Требования к программной документации.
5. Средства и порядок испытаний.
6. Методы испытаний.
7. Приложение.

В зависимости от особенностей документа допускается вводить дополнительные разделы.

Таблица 2.2.

Организации (предприятия), ответственные
за программу и методику испытаний

Наименование документа	Организация (предприятие)		
	разрабатывающая документ	согласовывающая документ	утверждающая документ
<i>Программа и методика</i> предварительных испытаний	Разработчик	Заказчик, организации, согласовавшие ТЗ	Разработчик
<i>Программа и методика</i> приемочных испытаний	Сторона, несущая ответственность за проведение испытаний	Разработчик, организации, согласовавшие ТЗ, другие организации по решению заказчика	Сторона, несущая ответственность за проведение испытаний

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**» приводят требования, подлежащие проверке во время испытаний и заданные в техническом задании на программу.

В разделе «**Требования к программной документации**» указывают состав программной документации, предъявляемой на испытания, а также специальные требования, заданные в техническом задании к программной документации.

В разделе «**Средства и порядок испытаний**» указывают технические и программные средства, используемые во время испытаний, а также порядок проведения испытаний.

В разделе «**Методы испытаний**» приводят описание используемых методов испытаний. Методы испытаний рекомендуется по отдельным показателям располагать в последовательности, в которой эти показатели расположены в разделах «**Требования к программе**» и «**Требования к про-**

граммной документации». В методах испытаний приводят описания проверок с указанием результатов проведения испытаний (перечней тестовых примеров, контрольных распечаток тестовых примеров и т.д.).

В «**Приложении**» к документу могут быть включены тестовые примеры, контрольные распечатки тестовых примеров, таблицы, графики и т.п.

§2.7. Технические условия

Построение, изложение и оформление технических условий.
Технические условия (ТУ) являются техническим документом, который разрабатывается по решению *разработчика (изготовителя)* или по требованию *заказчика (потребителя)* продукции. *ТУ* разрабатывают, как правило, на серийную продукцию при отсутствии стандартов на *ТУ*, распространяющихся на данную продукцию, а также при необходимости дополнения или уточнения требований, установленных в существующих стандартах. *ТУ* является частью документации на выпускаемую продукцию. При отсутствии конструкторской и другой технической документации *ТУ* должны содержать полный комплект технических данных и требований к продукции (совокупность всех показателей продукции), а также норм, правил и положений, относящихся к изготовлению, контролю, приемке и поставке этой продукции.

Для продукции, разрабатываемой с учетом требований ЕСКД, технические условия содержат разделы, расположенные в следующей последовательности:

- 1. Вводная часть.**
- 2. Технические требования.**
- 2. Требования безопасности.**
- 3. Требования охраны окружающей среды.**
- 4. Правила приемки.**
- 5. Методы контроля (испытаний, анализа, измерений).**
- 6. Транспортирование и хранение.**
- 7. Указание по эксплуатации.**
- 8. Гарантии изготовителя.**
- 9. Приложения.**

При необходимости допускается дополнять *ТУ* отдельными разделами или исключать отдельные разделы.

«Вводная часть» содержит наименование продукции, ее назначение, область применения и условия эксплуатации. Наименование должно соответствовать наименованию, указанному в основном документе на эту продукцию (спецификации). Например: *«Настоящие технические условия распространяются на (наименование, шифр или условное обозначение продукции), предназначенной для ...»*. Далее, при необходимости, указывают характеристику объекта, в котором используют данную продукцию, общую характеристику области применения и условий эксплуатации.

В разделе **«Технические требования»** приводят технические требования и нормы, определяющие показатели качества и потребительские (эксплуатационные) характеристики продукции. Показатели и свойства продукции устанавливают применительно к условиям и режимам эксплуатации и условиям и режимам испытаний. Требования для режимов испытаний должны обеспечивать заданные показатели качества продукции с учетом погрешности средств измерений. Изложение раздела может начинаться, например, так: *«(Наименование продукции) должна соответствовать требованиям настоящих технических условий и комплекта документации согласно (обозначение основного конструкторского документа)»*. Раздел **«Технические требования»** в общем случае может состоять из следующих подразделов:

- **Основные параметры и характеристики (свойства).**
- **Требования к сырью, материалам, покупным изделиям.**
- **Комплектность.**
- **Маркировка.**
- **Упаковка.**

В подразделе **«Основные параметры и характеристики (свойства)»** приводят:

- класс безопасности продукции; обязательные требования;
- основные параметры и характеристики, характеризующие тип (вид, марку, модель) продукции и, при необходимости, изображение этой продукции с габаритными, установочными и присоединительными размерами;
- требования назначения, характеризующие свой-

ства продукции, определяющие ее основные функции;

- технико-экономические и эксплуатационные показатели (производительность, скорость, коэффициент полезного действия, удельные расходы топлива, энергии и т.д.);

- требования совместимости и взаимозаменяемости;
- требования к производительности, точности, скорости обработки, прочности, времени готовности после включения и т.п.;

- требования к исходной продукции (изделиям, материалам, веществам), используемым при изготовлении продукции;

- требования по физико-химическим, механическим и другим свойствам (химсостав, предельное содержание примесей, термостойкость, чувствительность, точность, прочность, твердость; износостойчивость, шероховатость поверхности и т.п.);

- требования по функциональной, геометрической, биологической, электромагнитной, прочностной, метрологической и другим видам совместимости;

- требования по надежности (долговечности, безотказности, сохраняемости и ремонтпригодности) выполнения продукцией своих функций с заданной эффективностью в заданном интервале времени и требования по сохранению этих функций при заданных условиях технического обслуживания, ремонта, хранения, транспортирования, в том числе требования к показателям надежности;

- требования радиоэлектронной защиты продукции, требования по обеспечению помехозащищенности, защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений (как собственных, так и посторонних), преднамеренных электромагнитных излучений и других электронных излучений естественного и искусственного происхождения;

- требования по стойкости к внешним воздействиям и стабильности параметров продукции при этих воздействиях;

- требования по живучести, направленные на обеспечение работоспособности продукции при воздействии и после воздействия на нее сопрягаемых объектов и природной среды (либо специальных сред), в том числе требования по стойкости к механическим воздействиям (вибрационным, ударным, скручивающим, ветровым и т.п.); требования стойкости к климатическим воздействиям (колебаниям температуры, влажности, атмосферного давления, солнечной радиации, атмосферных осадков, соленого (морского) тумана, пыли, воды и т.п.);
- требования по стойкости к специальным воздействиям (радиационным, биологическим, радиоэлектронным, химическим, в том числе агрессивным газам, моющим средствам, топливу, маслам и т.п., электромагнитным полям, средствам дезактивации и т.п.);
- требования эргономики, художественной эстетики, а также органолептические, биологические, санитарно-гигиенические и другие требования;
- требования экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов при производстве продукции и при использовании продукции, а также коэффициент полезного действия, трудоемкость в расчете на единицу потребительских свойств и т.п.;
- требования технологичности, определяющие приспособленность продукции к изготовлению, эксплуатации, ремонту с минимальными затратами при заданных значениях показателей качества;
- конструктивные требования, предъявляемые к продукции в форме конструктивных решений, обеспечивающих наиболее эффективное выполнение продукцией ее функций;
- предельно допустимая масса и габаритные размеры продукции; обеспечение внешних связей и взаимодействие с другими изделиями, их совместимость, взаимозаменяемость и т.п.;
- требования к конструкционным материалам, ви-

- дам покрытий и их функциональному назначению;
- требования к удобству обслуживания и ремонта (например, усилия, требуемые для управления и обслуживания, запасы регулировки органов управления); требования к исключению возможности неправильной сборки и неправильного подключения кабелей и других ошибок эксплуатационного персонала во время технического обслуживания и ремонта;
- требования к взаимозаменяемости запасных и сменных частей; требования по блочно-модульному построению продукции;
- требования к транспортабельности, допустимые виды транспорта.

Последовательность расположения требований устанавливают в зависимости от их важности или последовательности их контроля.

Требования, помещаемые в подразделе «**Основные параметры и характеристики (свойства)**» указываются применительно к режимам и условиям эксплуатации (применения) и испытаний продукции. Указывают данные об основных параметрах и размерах, приводят (при необходимости) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами и их отклонениями, ссылки на конструкторские и другие технические документы с указанием их обозначений.

Содержание подраздела «**Требования к сырью, материалам, покупным изделиям**» ясно из названия этого подраздела.

В подразделе «**Комплектность**» перечисляют:

- входящие в комплект поставки отдельные составные части продукции;
- запасные части к продукции (изделию), инструмент, принадлежности, материалы и т.п.;
- поставляемую вместе с продукцией эксплуатационную документацию (инструкции по эксплуатации, чертежи, схемы, паспорта, описания и пр.) и приводят ссылки на соответствующие конструкторские документы – спецификацию, ведомость ЗИП, ведомость эксплуатационных документов и пр.

В подразделе «**Маркировка**» устанавливают требования:

- к месту маркировки (на продукции, бирках, таре); требования к содержанию маркировки и способу ее нанесения (гравировка, травление и т.п.);
- к мерам предосторожности при транспортировании и хранении; мерам безопасности, в том числе взрывобезопасности и огнебезопасности;
- по срокам периодического осмотра, контроля и переконсервации.

В подразделе «**Упаковка**» устанавливают требования к упаковочным материалам; способу упаковывания; устойчивости к воздействиям внешней среды в упакованном состоянии; перечень прилагаемой документации; способы консервации и переконсервации; количество и массу (брутто, нетто) продукции в первичной упаковке, в транспортной таре; порядок размещения и способ упаковки продукции в таре.

В разделе «**Технические требования**» приводят также требования, которые не могут быть выражены непосредственно определенными показателями, а могут быть достигнуты только при условии однозначного соблюдения каких-либо других требований (требований по организации производства, гигиенических требований, требований к производственным помещениям и исполнителям, требований к использованию определенных элементов технологического процесса, материалов, покрытий, специального технологического оборудования или оснастки, длительной тренировки, обкатки, приработки, выдержки готовых изделий, материалов и т.п.).

В разделе «**Требования безопасности**» устанавливают требования безопасности, которые должны содержать все виды допустимой опасности:

- электробезопасности;
- пожарной безопасности;
- взрывобезопасности;
- радиационной безопасности;
- безопасности от воздействия химических и загрязняющих веществ, в том числе предельно допустимые концентрации токсичных веществ;
- безопасности при обслуживании продукции, в том числе требования безопасности при ошибочных действиях обслуживающего персонала и самопроизвольном нарушении функционирования продукции.

Указывают требования к защитным средствам и мероприятиям обеспечения безопасности. При необходимости приводят допустимые уровни опасных и вредных производственных факторов, создаваемых продукцией, например, уровень шума и пр.

В разделе «**Требования охраны окружающей среды**» устанавливают требования для предупреждения вреда окружающей природной среде и здоровью человека при испытании, транспортировании, эксплуатации и утилизации продукции. В раздел включают требования по допустимым (по уровню и времени) химическим, механическим, радиационным, электромагнитным, термическим, биологическим и другим воздействиям на окружающую среду.

В разделе «**Правила приемки**» указывают:

- порядок контроля продукции;
- категории испытаний (например, приемочных, периодических, типовых, испытаний на надежность и т.п.) и виды контроля;
- порядок и условия предъявления и приемки продукции органами технического контроля предприятия-изготовителя и заказчиком (размер предъявляемых партий, необходимость и время выдержки продукции до начала приемки и т.п.);
- сопроводительную документацию;
- порядок оформления результатов приемки;
- порядок использования (хранения) продукции, прошедшей испытания.

Для каждой категории испытаний устанавливают периодичность их проведения, количество контролируемых образцов продукции, перечень контролируемых параметров, установленных норм и требований, определяют характеристики и значения параметров продукции, последовательность их контроля и критерии контроля (решающие правила).

При выборочном или статистическом контроле качества указывают план контроля (объем контролируемой партии, объем выборки, контрольные нормативы и решающие правила).

В разделе оговаривается порядок и условия возобновления приемки продукции после устранения выявленных дефектов.

В разделе «**Методы контроля**» устанавливают приемы, способы, режимы контроля (испытаний, измерений и анализа) параметров, норм, требований и характеристик продукции, установленных в разделе «**Технические требования**». При изложении требований при-

водят перечень применяемого для контроля оборудования (установок, приборов, инструмента) и нормированные погрешности средств измерения, применяемых для контроля. Указывают меры технической безопасности при проведении контроля.

При изложении требований к обработке результатов контроля приводят расчетные формулы и указывают точность вычислений.

Методы и условия контроля должны быть максимально приближены к условиям использования продукции, например, в части действующих факторов, совместно используемого оборудования, применяемого инструмента, схемы включения, источников питания и т.п. Для каждого метода контроля в зависимости от специфики проведения должны быть установлены методы отбора образцов (проб); оборудование и материалы; способы подготовки к испытанию, анализу и измерению; методы обработки результатов.

В разделе «**Транспортирование и хранение**» указываются требования к обеспечению сохраняемости продукции при ее транспортировании (способы крепления, укрытия, складирования, виды транспорта – крытые или открытые вагоны, трюмы и палубы судов, закрытые автомашины, воздушный транспорт и пр.), условия хранения (навес, закрытый склад, отапливаемое помещение и др.), требования по укладке продукции (в штабели, на стеллажи, подкладки и пр.), а также режим и условия хранения. Здесь указывают также условия погрузки и выгрузки, требования по обращению с продукцией после транспортирования (выдержка при нормальных условиях, порядок расконсервации).

Приводят требования по защите продукции от влияния внешней среды (влажности, солнечного излучения, вредных испарений, плесени, грызунов и пр.), температурный режим хранения, при необходимости – требования к срокам периодических осмотров.

При необходимости приводят специальные требования к хранению ядовитой, взрывоопасной и тому подобной продукции, а также продукции с ограниченным сроком хранения.

В разделе «**Указания по эксплуатации**» приводят:

- указания по установке, монтажу и применению продукции на месте ее эксплуатации (способ соединения с другой смежной продукцией, условия охлаждения и методы контроля);
- особые условия эксплуатации (например, необходимость защиты от электрических и радиационных полей) и эксплуатационного обслуживания;

| - требования к утилизации продукции после ее эксплуатации.

В разделе **«Гарантии изготовителя»** приводят права и обязанности изготовителя (поставщика) по гарантиям в соответствии с действующим законодательством в части соответствия продукции, поставляемой по данным ТУ, установленным требованиям; гарантийные обязательства и срок гарантии, в течение которого изготовитель (поставщик) несет ответственность в случае обнаружения потребителем дефектов при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения. Гарантийные обязательства могут быть сформулированы следующим образом: *«Поставщик (изготовитель) гарантирует соответствие (наименование продукции) требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных техническими условиями. Срок гарантии устанавливается (указывается срок) с (указывает-ся, с какого времени исчисляется срок гарантии)»*¹⁷⁶.

В **«Приложении»** к ТУ приводят:

- перечень документов, на которые даны ссылки в ТУ (стандартов, инструкций, технических условий и др.);
- перечень и описание оборудования, необходимого для контроля продукции и периодической проверки (стендов, приборов, приспособлений, оснастки, инструмента, эталонов).

¹⁷⁶ Кроме гарантийного срока эксплуатации продукции, в ТУ могут быть указаны гарантийный срок сохраняемости и гарантийная наработка (измеряемая в часах, километрах, циклах, кубических метрах и пр.).

Глава 3. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ

§3.1. Разработка проектной конструкторской документации

Виды изделий. Конструкторская документация на *изделия*¹⁷⁷ разрабатывается в соответствии с требованиями ЕСКД. Установлены следующие виды *изделий*: *детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты*.

Под *деталью* понимается *изделие*, изготовленное из однородного по наименованию материала, без применения сборочных операций, возможно с покрытием (например, литой корпус, отрезок кабеля). *Сборочной единицей* называется изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии–изготовителе сборочными операциями или совокупность *сборочных единиц* и/или *деталей*, имеющих общее функциональное назначение (например, станок, электродвигатель). *Комплексом* называются две и более *сборочные единицы*, не соединенные на предприятии–изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, установленных для всего *комплекса* (например, активная зона реактора, корабль). *Комплектом* называются две и более *сборочные единицы*, не соединенные на предприятии–изготовителе сборочными операциями и представляющие набор *изделий*, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (например, комплект ЗИП).

Виды конструкторских документов. *Конструкторские документы (КД)* – документы, которые в отдельности или в совокупности определяют конструкцию (состав, устройство) *изделия* и содержат необходимые данные для его проектирования, разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта (модернизации) и утилизации. *Конструкторский документ* имеет содержательную и реквизитную часть, в том числе установленные подписи.

¹⁷⁷ В этой главе результат разработки именуется как *изделие*, то есть изготовленная в процессе производства единица промышленной продукции или набор предметов производства, прошедшие испытания установленного вида и поставляемые как продукция производственно-технического назначения для конкретного применения.

К конструкторским документам относятся, в частности: чертежи, схемы, спецификации, ведомости, пояснительные записки, технические условия, программы и методики испытаний, инструкции, эксплуатационные документы, ремонтные документы и др.

В зависимости от этапа разработки изделия разрабатываемые конструкторские документы подразделяются на проектные конструкторские документы (ПКД), которые разрабатываются на этапах технического предложения, эскизного проекта и технического проекта, и рабочие конструкторские документы (РКД), которые разрабатываются на стадии разработки рабочей документации. Более подробно номенклатура конструкторских документов, приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на разных этапах создания изделия

Наименование конструкторского документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация на				Примечание
				детали	сборочные единицы	комплексы	комплекты	
1. Электронная модель детали	-	-	○ ¹	● ¹	-	-	-	
2. Чертеж детали			○ ¹	● ¹				
3. Электронная модель сборочной единицы (ЭСБ)	○	○	○		○	○	○	
4. Сборочный чертеж (СБ)	-	-	-	-	●	-	-	
5. Чертеж общего вида (ВО)	○	○	●	-	-	-	-	
6. Теоретический чертеж (ТЧ)	-	○	○	○	○	○	-	

Продолжение таблицы 3.1								
Наименование конструкторского документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация на				Примечание
				детали	единицы/борочные	комплексы	комплекты	
7. Габаритный чертеж (ГЧ)	○	○	○ ¹	○ ¹	○	○	-	
8. Электромонтажный чертеж (МЭ)	-	-	-	-	○	-	-	
9. Монтажный чертеж (МЧ)	-	-	-	-	○	○	○	
10. Упаковочный чертеж (УЧ)	-	-	-	○	○	○	○	
11. Схемы	○	○	○	-	○	○	○	
12. Электронная структура изделия	○	○	○	-	●	●	●	
13. Спецификации	-	-	-	-	●	●	●	2
14. Ведомость спецификаций (ВС)	-	-	-	-	○	○	○	5
15. Ведомость ссылочных документов (ВД)	-	-	-	-	○	○	○	
16. Ведомость покупных изделий (ВИ)	-	○	○	-	○	○	○	
17. Ведомость разрешения применения покупных изделий (ВИ)	-	○	○	-	○	○	○	
18. Ведомость держателей подлинников (ДП)	-	-	-	-	○	○	○	

Окончание таблицы 3.1

Наименование конструкторского документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация на				Примечание
				детали	сборочные единицы	комплексы	комплекты	
19. Ведомость технического предложения, ПТ	●	-	-	-	-	-	-	3
20. Ведомость эскизного проекта, (ЭП)	-	●	-	-	-	-	-	3
21. Ведомость технического проекта (ТП)	-	-	●	-	-	-	-	3
22. Пояснительная записка (ПЗ)	●	●	●	-	-	-	-	
23. Ведомость документов в электронной форме (ВДЭ)	-	○	○	-	○	○	○	
24. Технические условия (ТУ)	-	-	○	○	○	○	○	4
25. Программа и методика испытаний (ПИМ)	-	○	○	○	○	○	-	
26. Таблицы (ТБ)	○	○	○	○	○	○	○	
27. Расчеты (РР)	○	○	○	○	○	○	○	
28. Инструкции (И...)	-	-	-	○	○	○	○	
29. Документы прочие (Д...)	○	○	○	○	○	○	○	
30. Документы эксплуатационные	-	-	-	○	○	○	○	
31. Документы ремонтные	-	-	-	○	○	○	○	

Примечание: ● - документ обязательный; ○ – документ составляют в зависимости от характера, назначения или условий производства изделия; 1-

документы, для которых над условными обозначениями проставлены одинаковые цифры, могут быть по усмотрению разработчика совмещены; 2- *спецификации комплектов* монтажных, сменных и запасных частей, инструмента, принадлежностей и материалов, укладок и тары допускается не составлять, если эти изделия и материалы, входящие в *комплект*, целесообразно записывать в *спецификацию* изделия, для которого они предназначены; 3- документы для *сборочных единиц* и комплексов не составляют, если они входят в состав более сложного изделия, на которое эти документы уже составлены и содержат все необходимые сведения по входящим в них *сборочным единицам* и *комплексам*; 4- *технические условия* составляют на изделия, предназначенные для самостоятельной поставки; технические условия на изделия единичного производства разового изготовления допускается не составлять, производя приемку и поставку таких изделий по техническому заданию; 5 – ведомость спецификаций рекомендуется составлять на комплексы и сборочные единицы, имеющие две и более ступени входимости составных частей и предназначенные для самостоятельной поставки; при передаче конструкторской документации предприятию-изготовителю составление ведомости спецификаций на эти изделия обязательно. Конструкторские документы могут быть выполнены в бумажной и/или электронной формах.

Перечень наименований документов на *изделие* и на его части, разрабатываемые на каждом этапе работ, должен быть определен в техническом задании на создание этого *изделия*¹⁷⁸.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение *детали* и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. *Сборочный чертеж* – документ, содержащий изображение *сборочной единицы* и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. *Чертеж общего вида* – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. При необходимости разрабатываются и другие разновидности *чертежей*, такие как *габаритный чертеж*, *электромонтажный*, *упаковочный*, содержащие информацию об *изделии*, ясную из названий этих *чертежей*.

Схема – документ, на котором в виде условных графических изображений или обозначений указаны составные части *изделия* и связи между ними.

¹⁷⁸ Аналогично в ТЗ определяется комплектность других частей технической документации, например, комплектность проектно-сметных документов определяется в соответствии с правилами ЕСПД.

Спецификация – документ, определяющий состав *сборочной единицы, комплекса или комплекта*.

Ведомость – документ, в котором в систематизированном виде содержится перечисление документов, объектов, предметов и т.д. Например: *ведомость спецификаций* – документ, содержащий перечень всех *спецификаций* составных частей *изделия* с указанием их количества и входимости; *ведомость ссылочных документов* – документ, содержащий перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах *изделия*. Среди видов *ведомостей* можно также отметить *ведомость (или перечень) покупных изделий, ведомость разрешения применения покупных изделий, ведомость держателей подлинников*¹⁷⁹, *ведомость технического предложения* (перечень документов, вошедших в *техническое предложение*), *ведомость эскизного проекта, ведомость технического проекта, ведомость документов в электронной форме*.

Пояснительная записка – документ, содержащий описание назначения *изделия* и его частей, принципов их действия и условий применения этого *изделия*, а также обоснование и подтверждение целесообразности принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- **Введение.**
- **Наименование и область применения разрабатываемого изделия.**
- **Техническая характеристика изделия.**
- **Описание и обоснование выбранной конструкции.**
- **Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции.**
- **Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия.**
- **Ожидаемые технико-экономические показатели применения изделия.**
- **Уровень стандартизации и унификации.**
- **Приложения.**

¹⁷⁹ То есть предприятий, на которых хранятся *подлинники* документов, примененных для данного *изделия*.

Содержание разделов *пояснительной записки* зависит от этапа работы, по которому эта *пояснительная записка* составляется, и будет пояснено ниже по тексту параграфа.

Инструкция – документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении *изделия* (при его сборке, регулировке, контроле, приемке и т.д.) или действия при эксплуатации *изделия* и правила их выполнения персоналом.

Ранее разработанные *конструкторские документы* применяют при разработке новых или при модернизации изготавливаемых *изделий* в следующих случаях:

- в *конструкторской документации* на опытный образец (партию) независимо от литерности документов;
- в *конструкторской документации* с литерами О₁, О₂, А и Б если литерность применяемого документа та же или высшая¹⁸⁰.

При определении комплектности *конструкторских документов* различают:

- *основной конструкторский документ*;
- *основной комплект конструкторских документов*;
- *полный комплект конструкторских документов*.

Основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем *конструкторскими документами* полностью и однозначно определяет данное *изделие* и его состав. За *основные конструкторские документы* принимают: для *деталей* – *чертеж детали*, а для *сборочных единиц, комплексов и комплектов* – *спецификацию*.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет *конструкторские документы*, относящиеся ко всему *изделию* (составленные на все данное *изделие* в целом), например, *сборочный чертеж*, принципиальную электрическую *схему*, *ТУ*, эксплуатационные документы. *Конструкторские документы* составных частей изделия в *основной комплект документов изделия* не входят.

Полный комплект конструкторских документов изделия состоит (в общем случае) из следующих документов:

¹⁸⁰ Литерность комплекта конструкторской документации определяется низшей из литер документов этого комплекта, кроме документов покупных изделий.

- *основного комплекта конструкторских документов на само изделие;*
- *основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.*

Выполнение КД на этапе разработки технического предложения. *Чертеж* общего вида на этапе технического предложения выполняется с максимально допустимыми по ЕСКД упрощениями для рабочих *чертежей* и в общем случае содержит:

- изображение вариантов *изделия* и текстовую часть, необходимые для сопоставления рассматриваемых вариантов и установления требований к *изделию*, а также позволяющие получить представление об основных конструктивных особенностях *изделия* и принципах его работы;
- наименование тех составных частей *изделия*, для которых необходимо указать технические характеристики для описания состава *изделия* и принципа его работы;
- размеры *изделия*;
- схему *изделия*;
- технические характеристики *изделия*.

В *ведомость технического предложения* записывают все включенные в комплект документов технического предложения *конструкторские документы*.

Содержание разделов *пояснительной записки* на этапе разработки технического предложения следующее. В разделе «**Введение**» указывается наименование, номер и дата утверждения ТЗ на разработку *изделия*.

В разделе «**Наименование и область применения разрабатываемого изделия**» приводят:

- соответствующие сведения из ТЗ, а также сведения, конкретизирующие техническое задание;
- краткую характеристику условий применения *изделия*;
- общую характеристику объекта, для применения в котором предназначено *изделие*.

В разделе «**Техническая характеристика изделия**» указывают:

- основные технические характеристики *изделия*), установленные техническим заданием (мощность,

расход энергии, топлива, коэффициент полезного действия и др.) и характеристики, установленные дополнительно;

- сведения о соответствии или отклонениях от требований ТЗ с обоснованием этих отклонений;
- данные о сравнении основных характеристик *изделия* с характеристиками существующих аналогов.

В разделе «**Описание и обоснование выбранной конструкции**» приводят:

- описание, иллюстрации и обоснование вариантов *изделия*, рассматриваемых на данном этапе разработки;
- сведения о макетах *изделия*, их фотографии; программу и методику испытаний (или ссылку на нее); результаты испытаний о соответствии макетов заданным требованиям;
- данные проверки вариантов *изделия* на патентную частоту и конкурентоспособность, сведения об использованных изобретениях и о поданных заявках на новые изобретения;
- сведения о соответствии вариантов *изделия* требованиям безопасности.

В разделе «**Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции**» приводят ориентировочные расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность *изделия* (расчеты показателей долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости) и др.

В разделе «**Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия**» приводят предварительные сведения об организации работ с *изделием* на месте эксплуатации, например, сведения о квалификации и количестве обслуживающего персонала.

В разделе «**Ожидаемые технико-экономические показатели применения изделия**» приводят ориентировочные расчеты экономических показателей.

В разделе «**Уровень стандартизации и унификации**» приводятся предварительные сведения, например, о применении стандартных и унифицированных *сборочных единиц*, а также выявленные в процессе разработки технического предложения дополнительные требования к разработке *изделия*.

В «**Приложении**» к *пояснительной записке* при разработке технического предложения приводят:

- копию технического задания;
- перечень работ, которые необходимо провести на последующих этапах разработки *изделия*;
- перечень использованной литературы;
- перечень документов, использованных при разработке технического предложения и полученных разработчиком *изделия* от других предприятий и организаций (в самом содержании *пояснительной записки* приводятся необходимые сведения из этих документов).

Выполнение КД на этапе разработки эскизного проекта. Общие требования к выполнению конструкторских документов на этапе разработки эскизного проекта следующие. *Чертеж* общего вида *изделия* на этапе разработки эскизного проекта должен содержать:

- изображение *изделия* (виды, разрезы, сечения) и текстовую часть, которые необходимы для понимания конструктивного устройства *изделия*, взаимодействия его составных частей и принципа работы этого *изделия*;
- наименования и обозначения составных частей *изделия*, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество, указание о материале, принципе работы и др.) или запись которых необходима для пояснения изображений *чертежа* общего вида, описания принципа работы *изделия*, указания о составе *изделия* и пр.;
- размеры и другие наносимые на изображение данные;
- схему (если она требуется);
- технические характеристики *изделия* (если это необходимо для сопоставления вариантов *изделия* по *чертежу общего вида*).

Изображение выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными ЕСКД для рабочих *чертежей*.

В *ведомость эскизного проекта* записывают все включенные в комплект документов эскизного проекта *конструкторские документы*.

Содержание разделов *пояснительной записки* на этапе эскизного проекта может быть следующим.

В разделе «**Введение**» указывают основание для разработки *эскизного проекта*, например: «*Разработка эскизного проекта предусмотрена техническим предложением*» и/или указывают наименование ТЗ, номер и дату его утверждения.

В разделе «**Наименование и область применения разрабатываемого изделия**» приводят сведения из ТЗ и технического предложения и дополняющие сведения, в том числе краткую характеристику области и условий применения *изделия*, а также общую характеристику объекта, для применения в котором предназначено *изделие*;

В разделе «**Технические характеристики**» приводят основные технические характеристики *изделия* (мощность, производительность, расход электроэнергии, топлива, коэффициент полезного действия и пр.); сведения о соответствии *изделия* техническому заданию и техническому предложению или обоснование отклонений, если *изделие* разрабатывалось с отклонениями от ТЗ или технического предложения; данные сравнения характеристик *изделия* с характеристиками аналогов.

В разделе «**Описание и обоснование выбранной конструкции**» приводят:

- описание конструкции, обоснование принципиальных на данной стадии решений (конструкторских, схемных и пр.);
- иллюстрации (при необходимости);
- сведения о макетах *изделий*, программу и методику испытаний; результаты испытаний и данные оценки соответствия макетов заданным требованиям; фотографии макетов;
- сведения о технологичности разрабатываемого *изделия*;
- данные проверки принятых решений на патентную частоту и конкурентоспособность; сведения об использованных изобретениях и поданных заявках;
- сведения о соответствии *изделия* требованиям безопасности и производственной санитарии;
- предварительные сведения об упаковке и транспортировании *изделия*;
- технические требования к примененным в разрабатываемом *изделии* новым *изделиям* и материалам, которые должны разрабатываться другими органи-

зациями;

- сведения о соответствии применяемых в *изделии* заимствованных (ранее разработанных) составных частей, покупных *изделий* и материалов по техническим характеристикам, гарантийным срокам, условиям эксплуатации.

В разделе «**Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции**» приводят ориентировочные расчеты, подтверждающие работоспособность *изделия* (кинематические, электрические, тепловые, расчеты гидравлических систем и др.), а также ориентировочные расчеты, подтверждающие надежность *изделия* (расчеты показателей долговечности, ремонтпригодности, сохранности и др.).

В разделе «**Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия**» приводят предварительные сведения об организации работ с *изделием* на месте его эксплуатации, в том числе:

- описание приемов и способов работы с *изделием* в режимах и условиях, предусмотренных техническим заданием;

- описание порядка и способов транспортирования, монтажа и хранения *изделия*, ввода его в действие на месте эксплуатации, а также обслуживания этого *изделия* при эксплуатации и хранении;

- сведения о требуемой квалификации и количестве обслуживающего персонала.

В разделе «**Ожидаемые технико-экономические показатели**» приводят ориентировочные расчеты экономических показателей.

В разделе «**Уровень стандартизации и унификации**» приводят предварительные сведения о наличии в разрабатываемом *изделии* стандартных унифицированных и заимствованных *сборочных единиц и деталей*.

В «**Приложении**» к *пояснительной записке* приводят:

- копию ТЗ;

- перечень работ, которые следует провести на последующем этапе разработки;

- перечень литературы;

- перечень документов, использованных при разработке *эскизного проекта* и получаемых разработчиком *изделия* от других организаций: авторские сви-

детельства, отчет о патентных исследованиях, справку заказчика (потребителя) о необходимом объеме производства разрабатываемых *изделий* и т. д.

Выполнение КД на этапе разработки технического проекта. К выполнению *конструкторских документов* на этапе разработки технического проекта предъявляются следующие требования.

В *чертеже общего вида* для технического проекта при необходимости приводят указания о посадках деталей, технические требования к *изделию* (применение типов покрытий и пропиток, методов сборки и пр.), технические характеристики, необходимые для последующей разработки рабочих *чертежей*. В *ведомость технического проекта* записывают все выполненные в *техническом проекте* конструкторские документы.

В разделах *пояснительной записки* на этапе разработки технического проекта приводят следующее. В разделе «**Введение**» указывают наименование, номер и дату утверждения технического задания и документов, на основании которых разработан проект.

В разделе «**Наименование и область применения разрабатываемого изделия**» указывают:

- краткую характеристику области и условий применения *изделия*;
- общую характеристику объекта, для применения в котором предназначено *изделие*;
- основные данные, которые должны обеспечить стабильность показателей качества *изделия* в условиях эксплуатации.

В разделе «**Технические характеристики**» приводят:

- основные технические характеристики *изделия* (мощность, число оборотов, производительность, расход энергии, топлива, коэффициент полезного действия и другие параметры);
- сведения о соответствии или отклонениях от требований, установленных техническим заданием и предшествующими этапами разработки.

В разделе «**Описание и обоснование выбранной конструкции**» приводят:

- описание и обоснование выбранной конструкции,

- схем, упаковки и других технических решений, принятых и проверенных на этапе разработки технического проекта, иллюстрации;
- данные сравнения основных характеристик *изделия* с характеристиками аналогов;
- оценку технологичности изделия, в том числе обоснование необходимости разработки или приобретения нового оборудования;
- оценку окончательных технических решений на соответствие требованиям по обеспечению патентной чистоты и конкурентоспособности;
- сведения об использованных изобретениях;
- результаты испытаний макетов;
- сведения о соответствии применяемых в *изделии* заимствованных (ранее разработанных) составных частей, покупных *изделий* и материалов разрабатываемому *изделию* и его техническим характеристикам, режимам работы, гарантийным срокам, условиям эксплуатации;
- обоснование необходимости применения дефицитных изделий и материалов;
- сведения о транспортировании и хранении;
- сведения о соответствии *изделия* требованиям безопасности и производственной санитарии.

В разделе «**Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции**» приводят:

- расчеты, подтверждающие работоспособность *изделия* (кинематические, электрические, тепловые, расчеты гидравлических и пневматических систем);
- расчеты, подтверждающие надежность изделия (расчеты показателей долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и др.).

При большом объеме расчетов они могут быть оформлены в виде отдельных документов, а в данном разделе приводятся результаты расчетов.

Порядок выполнения *расчетов* определяется характером рассчитываемых величин. В общем случае *расчеты* должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого *изделия* (в произвольном масштабе);

- задачу расчета (с указанием того, что требуется определить в расчете);
- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- заключение.

В разделе «**Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия**» приводят сведения об организации работ с *изделием* на месте эксплуатации, в том числе:

- оценку эксплуатационных данных *изделия* (взаимозаменяемости, удобства обслуживания, ремонтнопригодности, устойчивости против внешних воздействующих факторов и возможности устранения отказов);
- сведения о требуемой квалификации обслуживающего персонала и его количестве.

В разделе «**Ожидаемые технико-экономические показатели**» приводят экономическую эффективность от внедрения *изделия*, ориентировочные расчеты цены опытного и серийного *изделия*, а также оценку затрат на организацию производства и эксплуатацию.

В разделе «**Уровень стандартизации и унификации**» приводят сведения о стандартных, унифицированных и заимствованных *сборочных единицах и деталях*, примененных в разработанном *изделии*.

В «**Приложении**» к пояснительной записке приводят:

- копию технического задания и при необходимости данные (технические требования, правила приемки, методы контроля и другие сведения), подлежащие включению в технические условия, если последние на данном этапе не разрабатывались;
- перечень работ, которые следует провести на этапе разработки рабочей документации;
- уточнение и разработку сетевого графика по дальнейшей разработке и внедрению разрабатываемого *изделия*;
- материалы художественно-конструкторской проработки, не являющиеся конструкторскими документами;
- перечень использованной литературы;
- перечень документов, использованных при разра-

ботке технического проекта и полученных разработчиком *изделия* от других организаций и предприятий (справки о необходимом объеме производства, экспертное заключение о патентной чистоте и пр.).

Патентный формуляр. Для оценки окончательных проектных решений на соответствие требованиям по обеспечению патентной чистоты может составляться *патентный формуляр*. Патентный формуляр предназначен для оценки патентоспособности, патентной чистоты изделий, предназначенных для самостоятельной поставки потребителю; технологических процессов; методов измерений и испытаний; способов производства работ, в том числе строительных и монтажных; веществ и материалов (сплавов, пластмасс, красок, конструкционных материалов, эмульсий, паст, растворов и пр.); проектов промышленных предприятий, электростанций и других сооружений (например, линий электропередач); государственных и отраслевых стандартов.

Патентный формуляр составляют при выполнении следующих видов работ:

- завершении НИР и ОКР, результатом которых является конкретное техническое решение (например, принципиальная электрическая схема, кинематическая схема, способ получения вещества и т.п.), подлежащее передаче другой организации для разработки на его основе каких-либо *изделий*, материалов и технологических процессов;
- разработке или существенном усовершенствовании *изделия*;
- разработке новых и пересмотре существующих стандартов, регламентирующих конструкции *изделий* и материалы, состав стандартизируемой продукции, методы испытаний и измерений, внешние формы *изделий*;
- передаче технической документации за границу;
- продаже по лицензии научно-технических достижений;
- поставке изделий на экспорт;
- экспонировании *изделий* на выставках.

На проектных этапах *патентный формуляр* составляют в случае, если документацию на одном из этих этапов передают другой организации или предприятию для завершения разработки рабочей документации. В остальных случаях на проектных этапах составляют экспертное заключение.

При составлении *патентного формуляра* на материалы *технического предложения*, *эскизного* или *технического проектов* в *патентный формуляр* вносят технические решения в том объеме, в каком они разработаны на соответствующем этапе проектирования (например, общую компоновку

объекта, принципиальную электрическую схему, отдельные сборочные единицы, технологические операции или приемы, материалы и т.д.). При этом указывают составные части или элементы, принципиально важные для определения патентной чистоты *изделия*, содержащие технические решения, которые могли явиться самостоятельным предметом защиты патентами на изобретения (полезные модели).

В *патентном формуляре* указывают самые ранние публикации, общетехнические материалы (техническую литературу, проспекты, стандарты и другие издания), а также патентные материалы – авторские свидетельства, патенты или опубликованные заявки на них, доказывающие известность технических решений, примененных в разрабатываемом *изделии* или выявленных впоследствии, в том числе и в ходе проверки патентной чистоты разрабатываемого *изделия*. Поиск проводят за максимально возможный период времени (как входящий в пределы срока действия патентов, так и выходящий за эти пределы). Приводят сведения о всех выявленных действующих патентах на изобретения (полезные модели), защищающих технические решения, использованные в разрабатываемом *изделии*, и о тех утративших силу патентах, которые могут быть восстановлены.

В число стран, в отношении которых *изделие* проверяется на патентную чистоту, должны входить страны, которым передается техническая документация или *изделие*, а также страны, право экспорта в которые предусмотрено контрактом или соглашением. Применительно к этим странам приводятся сведения обо всех без исключения патентах на изобретения (с указанием начала сроков их действия и сроков и причин прекращения их действия), лишающих *изделие* патентной чистоты в отношении этих стран. При этом рассматривается *изделие* как целое, так и отдельные составные части этого *изделия*, которые имеют самостоятельные технические решения. Приводится также информация о заявках (патентах, свидетельствах) на товарные знаки (графические и текстовые изображения, наименования), на способы, технологические процессы, полезные модели, промышленные образцы и т.п. в тех странах, где предусмотрена защита этих видов промышленной собственности.

Технологический контроль конструкторской документации. В соответствии с требованиями ЕСТД *технологический контроль* должен быть направлен на:

- соблюдение в разрабатываемых *изделиях* установленных технологических норм и требований с учетом современного уровня развития техники, способов изготовления, эксплуатации и ремонта *изделия*;
- достижения в разрабатываемых *изделиях* заданных показателей технологичности;

- выявление наиболее рациональных способов изготовления *изделий*.

Изготовитель имеет право производить входной технологический контроль документации, поступившей от других организаций, и в установленном порядке вносить в нее исправления.

Технологическому контролю подлежит конструкторская документация на *изделия* основного и вспомогательного производства.

На этапе разработки технического предложения при технологическом контроле проверяется правильность выбора вариантов конструкторских решений в соответствии с требованиями технологичности.

На этапе эскизного проекта проверяют:

- правильность выбора принципиальной схемы конструкции, обеспечивающей простоту компоновки *изделия* и технологичность;
- рациональность конструкторских решений с точки зрения простоты изготовления;
- обеспечение преемственности конструкции;
- обеспечение удобства обслуживания, монтажа, регулировки;
- рациональность номенклатуры основных марок материалов.

На этапе технического проекта проверяют:

- возможность независимого и параллельного проведения сборки и контроля *изделия* и его основных составных частей;
- удобство и доступность мест сборки;
- возможность исключения или доведения до минимума механической обработки при сборке;
- возможность обеспечения необходимой взаимозаменяемости *сборочных единиц и деталей*;
- оптимальность номенклатуры контролируемых параметров, а также методов и средств их контроля; возможность применения стандартизованных методов контроля.

На этапе разработки рабочей документации проверяют данные, указанные для техническом проекте, а также:

- технологичность *деталей* в зависимости от технологичности *сборочных единиц*;
- технологичность сборки *изделия* и его составных частей (в том числе сварных конструкций);
- технологичность механически обрабатываемых, литых, горячештампующих, холоднштампующих и термически обрабатываемых *деталей*;
- возможность параллельной сборки;
- наличие сборочных баз;
- удобство сборки и разборки;
- возможность уменьшения количества и объема пригоночных операций.

Документы, предъявляемые на *технологический контроль*, должны быть подписаны в графах «*Разраб.*» и «*Пров.*» основной надписи [47]. Если документ последовательно проверяется несколькими контролерами, то подписывает этот документ в графе «*Т. контр.*» основной надписи исполнитель наиболее высокой (в группе контролеров) должностной категории. Остальные контролеры ставят свои подписи на поле подшивки документа.

Нормоконтроль. Нормоконтроль является завершающим этапом разработки *конструкторской документации*.

При нормоконтроле определяют:

- соблюдение в разрабатываемых *изделиях* норм и требований, установленных в нормативной документации, например:
- правильность выполнения конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД (в т.ч. правил оформления, изображения и обозначения);
- достижение в разрабатываемых *изделиях* высокого уровня стандартизации и унификации на основе широкого использования ранее спроектированных, освоенных в производстве и стандартизированных *изделий*, типовых конструкторских решений и исполнений;
- рациональное использование установленных ограничительных номенклатур стандартизированных *изделий*, конструктивных норм (резьб, диаметров, шлицевых соединений, модулей зубчатых колес, допусков и посадок, конусностей и других элементов деталей), а также марок и сортамента материалов, профилей, размеров проката и т.п.

Нормоконтроль осуществляется путем проверки разработанных на соответствующем этапе комплектов подлинников документов. Документы должны быть подписаны всеми лицами, ответственными за содержание и выполнение этих документов, кроме утверждающей подписи руководителя организации. После подписи нормоконтролера документ направляется на утверждение руководителю организации.

§3.2. Оформление конструкторских документов

Рассмотрим некоторые установленные ЕСКД правила оформления, изображения и обозначения конструкторских документов.

Основные надписи. Одной из особенностей оформления любого конструкторского документа является размещение на каждом листе документа специальной формы, содержащей основную информацию об этом документе и основные данные о разрабатываемом изделии. Эта форма но-

сит название *основной надписи*. В ЕСКД для текстовых документов и чертежей установлены правила и порядок заполнения *основных надписей* и дополнительных граф к ним; размеры граф основной надписи, рамок на чертежах, схемах и текстовых документах, а также правила деления поля чертежа на зоны¹⁸¹ и выделения поля для подшивки.

Основная надпись на титульном, первом (или заглавном) листах отличается от *основной надписи* на последующих листах документа.

Обозначение изделий и конструкторских документов. В ЕСКД установлена единая обозначенная классификационная система обозначений изделий основного и вспомогательного производства и их конструкторских документов, предназначенных для разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта. Правила обозначения продукции и документации на эту продукцию, разрабатываемую по нормам, отличным от ЕСКД (например, автоматизированные системы, программные средства и пр.), могут отличаться от регламентированных в ЕСКД требований.

Каждому изделию присваивается обозначение, которое является одновременно обозначением его основного конструкторского документа. Каждому разработанному документу присваивается самостоятельное обозначение. Изделия и конструкторские документы сохраняют присвоенные им обозначения независимо от того, в каких изделиях и конструкторских документах они применяются. Заимствованным документам сохраняют ранее присвоенные обозначения.

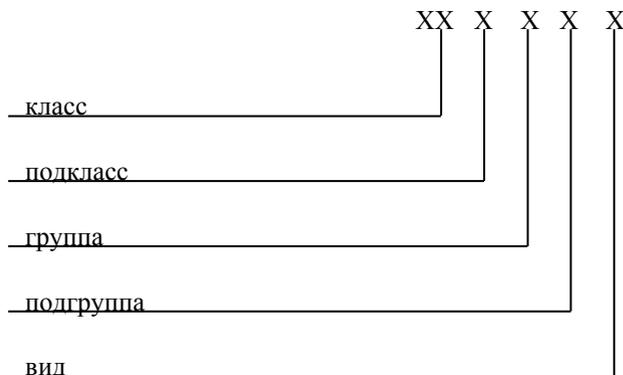
Устанавливается следующая структура обозначения изделия и основного конструкторского документа:

¹⁸¹ Для быстрого нахождения на чертеже (схеме) какой-либо составной части изделия поле чертежа может быть разбито на зоны. Обозначение зон по горизонтали – арабскими цифрами справа налево, по вертикали – прописными латинскими буквами снизу вверх, например, 2А, 3В.



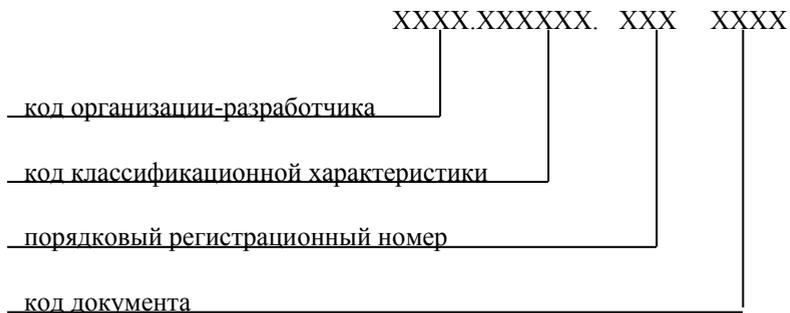
Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначают по общероссийскому классификатору предприятий и организаций.

Код классификационной характеристики присваивают по общероссийскому классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения. Структура кода классификационной характеристики следующая:



Порядковый регистрационный номер присваивают по классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика и заносят в картотеку учета обозначений, которая ведется организацией-разработчиком. Присвоение порядковых регистрационных номеров деталям, на которые не выпущены чертежи, и их учет производится при присвоении обозначения *спецификации*, в которую записаны эти детали.

Обозначение не основного конструкторского документа должно состоять из обозначения изделия и кода документа, установленного ЕСКД:



В коде документа должно быть не более четырех знаков, включая номер части документа.

Примеры обозначений:

АВВГ.061341.021СБ, АВГБ.061341.021ИЭ12.

Групповой и базовый способы выполнения конструкторских документов. Существуют два способа (*групповой* и *базовый*) оформления конструкторских документов на разрабатываемые изделия, которые могут быть изготовлены в виде нескольких исполнений, обладающих общими конструктивными признаками при некоторых различиях между ними (например, в размерах, применяемых покрытиях, материалах и пр.). При наличии нескольких исполнений изделия можно выделить постоянные данные исполнений, то есть информацию об исполнениях изделия, которая одинакова для всех исполнений этого изделия, и переменные данные исполнений, то есть информацию об исполнениях изделия, которая не является одинаковой для разных исполнений этого изделия.

При групповом способе выполнения комплекта конструкторских документов на изделие вся информация об исполнениях этого изделия (постоянные и переменные данные) содержится в одном групповом основном конструкторском документе, что позволяет выполнить один групповой документ вместо нескольких единичных. Данные, являющиеся постоянными для всех исполнений изделия, вносят в документ один раз и относят ко всем изделиям, на которые распространяется документ. Переменные данные вносятся в документ с указанием о том, к каким конкретно изделиям они относятся. При этом должна быть обеспечена возможность самостоятельного применения, изготовления и учета каждого исполнения.

При *групповом способе* на все исполнения выполняют одну групповую спецификацию (или один групповой чертеж деталей) и по одному групповому неосновному документу¹⁸² необходимого вида.

При *базовом способе* выполнения комплекта конструкторских документов на изделие выпускают базовый основной конструкторский документ, содержащий постоянные данные на все исполнения этого изделия и необходимое количество самостоятельных конструкторских документов для исполнения того же вида, в которых приводят ссылку на базовый документ и переменные данные, относящиеся к этому исполнению.

При *базовом способе* на все исполнения выполняют одну базовую *спецификацию* и по одному базовому *неосновному* документу необходимого вида, а на каждое исполнение – *спецификацию* исполнения и *не основные* документы исполнения. Изделия, на которые выполнена одна базовая *спецификация*, следует рассматривать как группу исполнений, но при этом должна быть обеспечена возможность самостоятельного применения, изготовления и учета каждого изделия.

На разные составные части изделия комплекты документов могут быть выполнены разными способами. На одну и ту же составную часть изделия разные *неосновные* документы могут быть выполнены по-разному – как единичные, групповые или базовые.

Основными критериями выбора способа выполнения документов являются компактность документации на группу изделий, обладающих общим конструктивными признаками, и наглядность в показе различий между изделиями этой группы.

Базовый способ рекомендуется применять преимущественно в случаях, когда при разработке изделия возможно проработать конструкцию и установить его конструктивные разновидности. Базовые документы рекомендуется выполнять также в случае, когда внесение новых исполнений в ранее разработанные документы нежелательно. При этом переменные данные могут быть оформлены и конкретизированы по мере поступления заказов.

Групповая схема является оптимальной при постоянном виде изображения изделия и большом количестве переменных элементов. Групповые схемы рекомендуется выполнять и при наличии переменных изображений, если они наглядно могут быть показаны на отдельных рисунках схемы.

Основные требования к оформлению текстовых конструкторских документов. Текстовые конструкторские документы подразделяются на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (*технические условия, программы и методики испытаний,*

¹⁸² *Не основным конструкторским документом* может являться любой конструкторский документ, исключая чертеж детали и спецификацию.

паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и пр.) и документы, содержащие текст, разбитый на графы (*спецификации, ведомости, таблицы* и пр.). Текстовые конструкторские документы выполняются на формах, установленных ЕСКД.

Принята следующая структура текстовых конструкторских документов. Документ может быть разделен на части (книги). В книге могут быть выделены *разделы, подразделы, пункты* и *подпункты*.

Раздел – первая ступень деления, обозначенная номером и снабженная заголовком. Заголовки разделов пишутся прописными буквами и размещают симметрично границ текста. Переносы в заголовках не делаются. Точка в конце не ставится. Разделы рекомендуется начинать с нового листа либо разделять текст предыдущего раздела и заголовок последующего тремя интервалами (или не менее четырех высот шрифта). *Подраздел* – часть раздела, обозначенная номером и снабженная заголовком. Заголовки записывают строчными буквами (первая – прописная), начиная с абзацного отступа (также в пунктах и подпунктах). *Пункт* – часть раздела или подраздела, снабженная номером. Может иметь заголовок. *Подпункт* – часть пункта, обозначенная номером. Может иметь заголовок. *Абзац* – логически выделенная часть текста, не имеющая номера. Текст абзаца начинается с абзацного отступа. Для выделения отдельных понятий допускается изменять интервалы между словами, печатать отдельные слова или части текста иным шрифтом.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруются арабскими цифрами с точкой (например, 1. - *раздел*, 1.1. – *подраздел*, 3.2.1. – *пункт*, 5.1.1.2. – *подпункт*). В пределах *раздела* нумерация должна быть сквозная. Внутри *подразделов, пунктов* и *подпунктов* могут быть даны перечисления, которые рекомендуется обозначать арабскими цифрами со скобкой 1), 2) и т.д. Допускается выделять перечисления постановкой дефиса перед текстом.

Документы могут быть скомплектованы в *альбом* с составлением к нему описи *альбома*.

Для размещения утверждающих и согласующих подписей к текстовым документам рекомендуется составлять титульный лист, за которым располагают все остальные листы документа. Титульный лист к текстовым документам оформляется на формате А11. Вариант оформления титульного листа для текстовых документов приведен на рис. 3.1.

<i>Поле 1</i> Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» ФГУП концерн «Энергоатом»	
<i>Поле 2</i> 31 1398XXXX	
<i>Поле 3</i> УТВЕРЖДАЮ Директор концерна «Энергоатом» <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 07.06.2007 <i>(дата)</i>	
<i>Поле 4</i> ДАТЧИК НЕЙТРОНОВ МОДЕЛЬ 2620В Пояснительная записка	
<i>Поле 5</i> ...XXXXXX...ПЗ	
<i>Поле 6</i>	<i>Поле 6</i>
СОГЛАСОВАНО Руководитель ОКБ <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 05.06.2007 <i>(дата)</i>	Главный инженер ВНИИАЭ <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 02.06.2007 <i>(дата)</i>
Главный инженер завода «Электроприбор» <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 05.06.2007 <i>(дата)</i>	Руководитель разработки <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 01.02.2007 <i>(дата)</i>
<i>Поле 7</i> 2007	

Рис. 3.1. Пример оформления титульного листа для текстовых документов.

В поле 1 титульного листа указывается ведомство, в систему которого входит организация (предприятие), разработавшая документ.

В левой части поля 2 указывается код ОКП (для технических условий, эксплуатационных и ремонтных документов), а в правой

части - специальные отметки (например, маркировка «Для АЭС», знак Государственного реестра средств измерений для средств измерений, внесенных в этот реестр и пр.).

В правой части поля 3 приводится гриф утверждения, а в левой части - гриф согласования с соответствующими подписями ответственных должностных лиц. Справа от каждой подписи проставляют инициалы и фамилию лица, подписавшего документ, а ниже подписи – дату подписания. (Гриф согласования может быть размещен также в левой части поля 6.)

В поле 4 указывается наименование изделия (крупным шрифтом) и документа, на который составлен данный титульный лист. Для документов, разбитых на части, указывают номер части и ее наименование. Для альбома документов указывают номер альбома и общее количество альбомов.

В поле 5 приводится обозначение документа или описи альбома (крупным шрифтом).

В поле 6 располагаются подписи разработчиков документа и должностных лиц организаций, согласующих документ. Подписи разработчиков размещают в правой части поля 6.

В поле 7 указывают год издания документа (без дополнений «год» или «г»).

При большом количестве согласующих подписей поле 6 увеличивают за счет выпуска второго листа, являющегося продолжением титульного листа, указывая на титульном листе «*Продолжение на следующем листе*», а в верхнем правом углу второго листа - «*Продолжение титульного листа (наименование и обозначение документа)*»¹⁸³. Необходимые визы должностных лиц могут быть размещены на поле для подшивки титульного листа и заглавного листа.

За *титульным листом* располагают первый или заглавный лист, в котором (для документов большого объема), как правило, приводят содержание документа – наименование разделов и подразделов с указанием листов документа (или номеров страниц). Если документ разбит на части (книги), то в конце содержания первой части (книги) перечисляют обозначения и наименования остальных ча-

¹⁸³ Возможен также вариант оформления титульного листа, когда продолжение титульного *листа* не выпускают, а подписи разработчиков помещают в конце текста документа (перед *Приложениями*).

стей книг. Содержание включают в общее количество листов документа.

Далее следуют листы с текстом документа. Пример выполнения текстового конструкторского документа, содержащего, в основном, сплошной текст, приведен на рис.3.2.

К текстовым документам выпускается лист регистрации изменений. В конце текстового документа перед листом регистрации изменений допускается приводить список литературы, которая была использована при составлении документа. Список литературы включают в содержание документа.

	<p style="text-align: center;">1. ОСМОТР И РЕМОНТ</p> <p>1.1. Распылитель.</p> <p>1.1.1. Промыть пару «игла-распылитель»</p> <p>1.1.2. Распылитель заменить при наличии:</p> <p>1) трещин, 2) коррозии, 3) излома иглы.</p> <p>Примечание. При одиночной замене</p> <p>1.1.3. Проверить</p> <p>1.1.4. Закрепить ... в исходном положении.</p> <p>1.1.5. Износы и механические повреждения.</p> <p>1.2. Корпус форсунки.</p> <p>1.2.1. Корпус форсунки заменить при наличии трещин.</p>
	<i>Основная надпись</i>

Рис. 3.2. Пример выполнения текстового конструкторского документа.

Иллюстративный материал, таблицы или текст вспомогательного характера допускается давать в виде приложений к документу.

В § 3.1 пособия было рассмотрено содержание такого текстового документа, как «*Пояснительная записка*». Рассмотрим теперь примеры оформления текстовых конструкторских документов, разбитых на графы - *ведомости документов и спецификации*.

Оформление текстовых документов, разбитых на графы¹⁸⁴.

На каждый комплект конструкторских документов составляется *ведомость документов*, например, *ведомость ссылочных документов*, *ведомость спецификаций*, *ведомость покупных изделий*, *ведомости технического предложения, эскизного и технического проекта*, *ведомость держателей подлинников* и пр.

Например, в *ведомости технического предложения (ПТ) (эскизного - ЭП, технического проектов - ТП)* записывают:

- все конструкторские документы, вновь разработанные для данного технического предложения, эскизного и технического проектов;
- необходимые и достаточные для рассмотрения и утверждения данного проекта конструкторские документы, примененные из других проектов и из рабочей документации на ранее разработанные изделия.

Пример заполнения *ведомости эскизного проекта* приведен на рис.3.3. Записи в *ведомости ПТ (ЭП, ТП)* проводят по разделам в следующей последовательности:

- Документация общая** (основной комплект документов изделия).
- **Документация по сборочным единицам** (относящаяся к составным частям проектируемого изделия).
- **Документация по деталям.**

Каждый раздел *ведомости ПТ (ЭП, ТП)* состоит из подразделов:

- вновь разработанная для проектируемого изделия документация;
- примененные конструкторские документы из других проектов и из рабочей документации других изделий.

Наименование разделов записывают в графе «**Наименование**» в виде подчеркнутых заголовков. В этой графе указывают:

- в разделе «**Документация общая**» - наименования доку-

¹⁸⁴ Размеры граф могут быть изменены по усмотрению разработчика, кроме граф основной надписи и дополнительных граф к ней.

ментов, например, «*Чертеж общего вида*»;
 - в разделе «**Документация по сборочным единицам**» - наименование изделия и документа в соответствии с основной надписью, например, «*Механизм подачи. Схема*».

В графе «**Кол. листов**» указывают количество листов документа.

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. л-ов	№ экз.	Примечание
1			<u>Документация общая</u>			
2						
3			Вновь разработанная			
4						
5	A3	АБВГ.318231. 179 Э1	Схема электрическая структурная	2		
6						
8	*)	АБВГ. 318231. 179 ПЗ	Пояснительная записка	40	-	*) А4, А3
12						
13			<u>Документация по сборочным единицам</u>			
14						
15						
16			Вновь разработанная			
17						
18	A3	АБВГ. 606525. 436 ВО	Фильтр. Чертеж общего вида	1	-	
19						
20			Примененная			
21						
22	A3	АБВГ. 606340. 416 Э3	Пульт. Схема электрическая принципиальная	1	-	

Рис. 3.3. Пример заполнения ведомости эскизного проекта.

Для документов в электронной форме указывают количество листов копии на бумажном носителе, если копия используется при рассмотрении и утверждении ПТ, ЭП и ТП. В графе «**№ строки**» указывают порядковый номер документа, включенного в ведомость. В графе «**№ экз.**» указывают номер экземпляра копии данного

го документа. При отсутствии номеров экземпляров графу прочеркивают. В графе «**Примечание**» указывают дополнительные сведения. Для документов в электронной форме указывают идентификатор файла (файлов).

Документы технического предложения, эскизного и технического проектов могут комплектоваться в папки, книги или альбомы, к которым составляют описи. *Ведомости ПТ (ЭП, ТП)* помещают первым документом папки (книги или альбома). Описи записывают в конце соответствующих *ведомостей ПТ, (ЭП, ТП)*.

Спецификация необходима для изготовления изделий, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство этих изделий. Форма бланка *спецификации* приведена на рис.3.4.

Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс или комплект. В нее вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- **Документация.**
- **Комплексы.**
- **Сборочные единицы.**
- **Детали.**
- **Стандартные изделия.**
- **Прочие изделия.**
- **Материалы.**
- **Комплекты.**

Наименование каждого раздела *спецификации* указывают в виде заголовка в графе *спецификации* «**Наименование**» и подчеркивают.

| - документы на неспецифицируемые составные части.

Листы утверждения (при их наличии) записывают после документа, к которому они разработаны.

В разделах *спецификации* «**Комплексы**», «**Сборочные единицы**» и «**Детали**» вносят соответственно комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Записи указанных изделий производят в алфавитном порядке сочетаний букв кодов. В пределах этих кодов – в порядке возрастания классификационной характеристики. При одинаковой классификационной характеристике – по возрастанию порядкового регистрационного номера.

В разделе *спецификации* «**Стандартные изделия**» записывают изделия, примененные по:

- | - межгосударственным (международным) стандартам;
- | - государственным (национальным) стандартам;
- | - отраслевым стандартам;
- | - стандартам предприятия (для вспомогательного производства, инициативных разработок, если применение этих стандартов установлено техническим заданием на разработку изделия).

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т.п.); в пределах группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел *спецификации* «**Прочие изделия**» вносят импортные покупные изделия, примененные по технической сопроводительной документации зарубежных изготовителей (поставщиков). В графы «*Спецификации*» импортные покупные изделия вносят с теми обозначениями и наименованиями, которые содержатся в сопроводительной технической документации зарубежных изготовителей (поставщиков). Допускается одновременно указывать аутентичные обозначения и наименования на русском языке. Записи изделий производят по группам, объединенным по функциональному назна-

чению; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров и размеров изделий. Допускается объединять разделы «**Стандартные изделия**» и «**Прочие изделия**» под наименованием «**Прочие изделия**».

В раздел *спецификации* «**Материалы**» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы записывают по видам в следующей последовательности:

- металлы черные;
- металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные;
- металлы цветные, благородные, редкие;
- кабели, провода, шнуры;
- пластмассы и прессматериалы;
- бумажные и текстильные материалы;
- лесоматериалы;
- резиновые и кожевенные материалы;
- минеральные, керамические и стеклянные материалы;
- лаки, краски, нефтепродукты и химикаты;
- прочие материалы.

Материалы записываются в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров или других технических параметров.

В раздел «**Материалы**» не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам элементов изделия и вследствие этого устанавливается технологом. К таким материалам относятся, например, лаки, краски, клей, смазки, замазки, припой, электроды и пр. Указание о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

В раздел *спецификации* «**Комплекты**» вносят *ведомость эксплуатационных документов, ведомость документов для ремонта* и применяемые по конструкторским документам *комплекты*, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие и поставляются вместе с ним, а также упаковку, предназначенную для изделия. Записи в разделе *спецификации* «**Комплекты**» делаются в последовательности:

- | - *ведомость эксплуатационных документов;*

- ведомость документов для ремонта;
- комплект монтажных частей;
- комплект сменных частей;
- комплект запасных частей;
- комплект инструмента и принадлежностей;
- комплект укладочных средств;
- прочие комплекты (за присвоенными им наименованиями);
- упаковка.

В «прочих комплектах» указывают программную продукцию¹⁸⁵ (программное обеспечение), поставляемую вместе с изделием.

Комплекты одного и того же наименования записывают в порядке возрастания обозначений. Если в состав комплекта входит не более трех наименований, то *спецификация* комплекта может не составляться, а изделия, входящие в комплект, записываются непосредственно в *спецификацию* соответствующего изделия в разделе «**Комплекты**». При этом наименование комплекта, к которому относятся вносимые в спецификацию изделия, записывают в графу «**Наименование**» в виде заголовка и не подчеркивают.

Спецификацию комплекта монтажных частей составляют на комплект монтажных частей изделий и материалов, предназначенных для связи составных частей *комплекса* между собой и монтажа *комплекса* или сборочной единицы на месте эксплуатации.

В *спецификацию* комплекта сменных частей вносят изделия, необходимые для переналадки изделия в эксплуатации (сменные зубчатые колеса, объективы, шунты к амперметру и пр.).

В *спецификацию* комплекта инструмента и принадлежностей вносят инструмент, принадлежности, приспособления и материалы, используемые при эксплуатации изделия. Записи производят по разделам в следующей последовательности: инструмент, принадлежности, приспособления, материалы. В разделе «**Материалы**» записи производят в пределах каждого вида материала в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования – по возрастанию технических параметров. В разделах «**Принадлежности**», «**Приспособления**» «**Инструмент**» записи производятся в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций – разработчи-

¹⁸⁵ Программная продукция (документация) может быть объединена *спецификацией*, составленной с учетом [103].

ков; в пределах кодов – в порядке возрастания классификационной характеристики, а при одинаковой классификационной характеристике – по возрастанию порядкового регистрационного номера. Для стандартного инструмента записи производят по группам изделий, объединенных по функциональному назначению; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования – в пределах возрастания обозначений стандартов; в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров изделий.

В *спецификацию* комплекта укладочных средств вносят изделия (шкафы, ящики, сумки, чехлы, футляры, папки, переплеты), предназначенные для использования при эксплуатации изделия.

В *спецификацию* упаковки вносят изделия и материалы, предназначенные для упаковывания изделия.

Если комплекты поставляют отдельно от изделия, для которого они предназначены, то в *спецификацию* изделия их не записывают. При необходимости в конце *спецификации* изделия в виде примечания допускается приводить обозначения соответствующих *спецификаций*, комплектов, по которым производят отдельные поставки комплектов, предназначенных для эксплуатации и ремонта соответствующего количества экземпляров (групп) данного изделия.

Графы *спецификации* заполняются следующим образом: в графе «**Формат**» указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе «**Обозначение**». Если документ выполнен на листах разных форматов, то в графе «**Формат**» ставится «звездочка» со скобкой, а в графе «**Примечание**» перечисляются все примененные форматы в порядке их увеличения.

Для документов, записанных в разделах «**Стандартные изделия**», «**Прочие изделия**» и «**Материалы**», графу «**Формат**» не заполняют. Для деталей, для которых не выпущены чертежи, в графе указывают обозначение «БЧ». Для документов, выпущенных типографским и подобным способами на форматах, предусмотренных соответствующими государственными стандартами для типографских изданий, в графе «**Формат**» ставят прочерк.

В графе *спецификации* «**Зона**» указывают обозначение зоны чертежа, в которой находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны). Если имеются повторяющиеся номера позиций, то в графе «**Зона**» указывают «звездочку» со скобкой, а в графе «**Примечание**» указывают все зоны.

По усмотрению разработчика графа «**Зона**» может быть исключена, если не затрудняется поиск составных частей на сборочном чертеже.

В графе *спецификации* «**Поз.**» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в *спецификации*. Для разделов «**Документация**» и «**Комплекты**» графу не заполняют.

В графе *спецификации* «**Обозначение**» указывают:

- в разделе «**Документация**» - обозначение записываемых документов;
- в разделах «**Комплексы**», «**Сборочные единицы**», «**Детали**» и «**Комплекты**» - обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают присвоенное им обозначение.

В разделах *спецификации* «**Стандартные изделия**», «**Прочие изделия**» и «**Материалы**» графу «**Обозначение**» не заполняют. Если для изготовления стандартного изделия выпущена конструкторская документация, то в графе «**Обозначение**» указывают обозначение выпущенного основного конструкторского документа.

В графе «**Наименование**» *спецификации* указывают:

- в разделе «**Документация**» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, - только наименование документов, например: «*Сборочный чертеж*», «*Габаритный чертеж*», «*Технические условия*». Для документов на неспецифицированные составные части – наименование изделия и наименование документа;
- в разделах спецификации «**Комплексы**», «**Сборочные единицы**», «**Детали**», «**Комплекты**» - наименование изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий. Для деталей, на которые не выпущены *чертежи*, указывают наименование, материал, а также другие данные (размеры), необходимые для изготовления этих деталей;
- в разделе «**Стандартные изделия**» - наименова-

ние и обозначение изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;

- в разделе «**Прочие изделия**» - наименования и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов¹⁸⁶;

- в разделе «**Материалы**» - обозначения материалов, установленные в стандартах или в технических условиях на эти материалы.

Для записи ряда отличающихся изделий и материалов, примененных по одному и тому же документу и записываемых в *спецификацию* за обозначением этого же документа, допускается общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа записывать на каждом листе *спецификации* один раз в виде общего наименования (заголовка). Ниже под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий или материалов только их параметры и размеры¹⁸⁷.

В графе *спецификации* «**Кол.**» указывают:

- для составных частей изделия, записываемых в *спецификацию*, количество этих составных частей на одно специфицируемое изделие;

- в разделе «**Материалы**» - общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения. Единицы измерения могут быть записаны в графе «**Примечание**» рядом с графой «**Кол.**»;

- в разделе «**Документация**» графу «**Кол.**» не заполняют.

В графе *спецификации* «**Примечание**» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в *спецификацию* изделиям, например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, - массу. Для документов, выпущенных на листах различных форматов, указывают обозначения форматов, перед перечислением которых проставляют знак «звездочка» со скобкой, например, *)A2,

¹⁸⁶ Если изделие применено по документу, содержащему ссылку на другой (общий) документ (например, на общие технические условия), то в графе «**Наименование**» записывают только обозначение первого документа (общий документ не указывают).

¹⁸⁷ Указанное упрощение не допускается, если основные параметры или размеры изделия обозначают только одним числом или буквой.

А3. Для документов в электронной форме указывают идентификатор файла (файлов).

После каждого раздела *спецификации* допускается (в зависимости от стадии разработки, объема записей и т.п.) оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций, которые будут проставлены в *спецификации* при заполнении резервных строк.

Допускается совмещение *спецификации* со сборочным чертежом в бумажной форме при условии их размещения на листе формата А4 (на других форматах - по согласованию с заказчиком).

Для изделий вспомогательного производства или единичного производства разового изготовления допускается совмещение *спецификации* со *сборочным чертежом* на листах любого формата. Совмещенному документу присваивают обозначение основного конструкторского документа.

Основные требования к оформлению чертежей. Рассмотрим некоторые требования к чертежам деталей, а также сборочным, габаритным и монтажным чертежам изделий на этапе разработки рабочей документации.

При разработке рабочих чертежей предусматривают:

- оптимальное применение стандартных и покупных изделий, освоенных производством и соответствующих современному уровню техники;
- рационально ограниченную номенклатуру резьбы, шлицов и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий и т.д.;
- рационально ограниченную номенклатуру марок и сортов материалов, применение наиболее дешевых и наименее дефицитных материалов;
- необходимую степень взаимозаменяемости, наиболее выгодные способы изготовления и ремонта изделий, а также их максимальное удобство обслуживания в эксплуатации.

На каждое изделие, как правило, выполняют отдельный чертеж.

На рабочем чертеже изделия указывают размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхностей и другие данные, которым оно должно соответствовать перед сборкой. Размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхности элементов изделия, полу-

чающихся в результате обработки в процессе сборки и после нее, указывают на сборочном чертеже¹⁸⁸.

Если необходимо указать размеры и шероховатость поверхности только после покрытия, то соответствующие размеры и обозначения шероховатости поверхности отмечают знаком «*».

Если отдельные элементы изделия необходимо для сборки обрабатывать совместно с другим изделием, то на оба изделия должны быть выпущены самостоятельные *чертежи* с указанием на них требований по совместной обработке, всех размеров, предельных отклонений и шероховатости поверхности и других необходимых данных (без выпуска отдельных *чертежей* на совместную обработку). Размеры с предельными отклонениями элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки, а требование по совместной обработке помещают в технических требованиях¹⁸⁹. Для сложных случаев - при указании размеров, связывающих поверхности обоих изделий, помещают полное или упрощенное изображение другого изделия, выполненное сплошными тонкими линиями.

Рабочие *чертежи деталей* разрабатывают, как правило, на все детали, входящие в состав изделия. Необходимые данные для изготовления и контроля деталей, на которые не выпускают чертежи, указывают на *сборочных чертежах* и в *спецификации*.

Обозначение материала детали должно содержать наименование материала, марку (если она для данного материала установлена) и номер стандарта или технических условий, например: «*Сталь 45 ГОСТ 1050-74*» или «*Ст3 ГОСТ 380-71*».

Если деталь должна быть изготовлена из сортового материала определенного профиля и размера, то материал такой детали записывают с присвоенным ему в стандарте на сортамент обозначением, например,

¹⁸⁸ Изделие, при изготовлении которого предусматривается припуск на последующую обработку отдельных элементов в процессе сборки, изображают на чертеже с размерами, предельными отклонениями и другими данными, которым оно должно соответствовать после окончательной обработки. Такие размеры заключают в круглые скобки.

¹⁸⁹ В виде исключения на чертежах допускается помещать технологические указания, направленные на обеспечение отдельных технических требований к изделию.

Количество *сборочных чертежей* должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий. При необходимости на *сборочных чертежах* приводят данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

Сборочный чертеж выполняется, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям ЕСКД. *Сборочный чертеж* должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному *чертежу*, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля этой сборочной единицы, а также дополнительные схематические изображения соединения;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному *сборочному чертежу*;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, подгонкой и т.п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- при необходимости - техническую характеристику изделия, координаты центра масс, если этой информации нет в другом конструкторском документе (например, на *габаритном чертеже*).

На *сборочном чертеже* изделия допускается помещать упрощенное изображение пограничных (соседних) изделий (так называемой «*обстановки*») и размеры, определяющие их взаимное расположение.

На *сборочных чертежах* все составные части *сборочной единицы* нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в

спецификации этой *сборочной единицы*, и наносят эти номера на полках линий-выносок.

На *сборочном чертеже* изделия, включающего детали, на которые не выпущены *рабочие чертежи*, на изображении и/или в технических требованиях приводят дополнительные данные к сведениям, указанным в *спецификации*, необходимые для изготовления деталей.

В зависимости от характера производства составные части изделия, на которые допускается не выпускать *чертежи*, могут учитываться двумя способами: как детали с присвоением им обозначения и наименования или как материал без присвоения им обозначения и наименования и с указанием количества в единицах длины или в других единицах.

Габаритные чертежи не предназначаются для изготовления по ним изделий и не содержат данных для изготовления и сборки. На *габаритном чертеже* изображение изделия выполняют с максимальными упрощениями. Количество видов на *габаритном чертеже* должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы дать исчерпывающее представление о внешних очертаниях изделия, о положениях его выступающих частей. Изделие изображают так, чтобы были видны крайние положения перемещающихся частей этого изделия. На *габаритном чертеже* наносят габаритные размеры изделия, а также установочные и присоединительные размеры с предельными отклонениями.

Монтажный чертеж должен содержать:

- изображение монтируемого изделия;
- изображения изделий, применяемых при монтаже, а также изображение устройства, к которому крепится изделие;
- установочные и присоединительные размеры с предельными отклонениями;
- перечень составных частей, необходимых для монтажа;
- технические требования к монтажу.

Монтируемое изделие и устройство, к которому крепится монтируемое изделие, показывается на *монтажном чертеже* упрощенно. Подробно показывают элементы конструкции, которые необходимы для правильного монтажа. На *монтажном чертеже* указывают присоединительные, установочные и другие размеры (например, расстояние от стены помещения), необходимые для монтажа. Перечень составных частей, сборочных единиц, деталей и материалов,

необходимых для монтажа, должен быть размещен на первом листе чертежа. Изделия и материалы, необходимые для монтажа, записывают в *спецификацию* комплекта монтажных частей.

§3.3. Разработка проектной и рабочей документации при создании автоматизированных систем

Виды, наименования и комплектность документов. Порядок разработки автоматизированных систем¹⁹⁰ может отличаться от порядка разработки изделий, разрабатываемых по требованиям ЕСКД. Создаваемая проектным путем автоматизированная система может собираться из комплектующих изделий серийного и единичного производства, которые используются в качестве ее составных частей в соответствии с ТУ или ТЗ на эти комплектующие изделия, и последующим проведением монтажных, наладочных и пусковых работ, необходимых для ввода автоматизированной системы в действие. В состав автоматизированной системы может входить такая составляющая, как программное обеспечение, которое разрабатывается согласно требованиям ЕСПД.

Комплектующие изделия (технические, программные и информационные), объединенные по определенному признаку или совокупности признаков (например, выполняющие законченную функцию), могут рассматриваться как единые целые *компоненты* (части) автоматизированной системы. В процессе создания автоматизированной системы могут разрабатываться *компоненты* технического, программного, информационного и других видов обеспечений.

Компоненты могут входить в автоматизированную систему в качестве самостоятельных частей или могут быть объединены в комплексы, например, в *программно-технические комплексы – ПТК* (или *комплексы программно-технических средств – КПТС*), представляющие собой совокупность комплексов технических компонентов (или комплексов технических средств - КТС) и программ-

¹⁹⁰ *Автоматизированная система* – система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций. Пользователи *автоматизированной системы* участвует в ее функционировании (обслуживающий персонал) или используют результаты ее функционирования

ных комплексов и компонентов (или программных средств - ПС).

Совокупность всех компонентов автоматизированной системы (за исключением пользователей) представляет собой комплекс средств автоматизации автоматизированной системы.

Виды, наименования и обозначения (коды) документов, разрабатываемых на разных стадиях создания автоматизированной системы, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Документы, разрабатываемые
при создании автоматизированной системы

Стадии создания	Наименование документа	Код документа	Часть проекта	Принадлежность к	
				проектно-сметной документации	эксплуатационной документации
ЭП	Ведомость эскизного проекта	ЭП*	ОР	-	-
	Пояснительная записка к эскизному проекту	П1	ОР	-	-
ЭП, ТП	Схема организационной структуры (допускается включать в ПЗ или ПВ)	СО	ОР	-	-
	Схема структурная комплекса технических средств (допускается вкл. в П9)	С1*	ТО	X	-
	Схема функциональной структуры	С2*	ОР	-	-
	Перечень заданий на разработку (новых) специализированных технических средств (на стадии ТП допускается включать в П2)	В9	ТО	X	-
	Схема автоматизации	С3*	ТО	X	-

Продолжение таблицы 3.2

Стадии создания	Наименование документа	Код документа	Часть проекта	Принадлежность к	
				проектно-сметной документации	эксплуатационной документации
ЭП, ТП	Техническое задание на разработку (новых) специализированных технических средств (в состав проекта не входят)	-	ТО	-	-
ТП	Задания на разработку строительных, электротехнических, санитарно-технических и других разделов, связанных с созданием системы (в состав проекта не входят)	-	ТО	X	-
	Ведомость технического проекта	ТП*	ОР	-	-
	Ведомость покупных изделий	ВП*	ОР	-	-
	Перечень входных сигналов и данных	В1	ИО	-	-
	Перечень выходных сигналов (документов)	В2	ИО	-	-
	Перечень заданий на разработку строительных, электротехнических, санитарно-технических и других разделов проекта, связанных с созданием системы (допускается включать в П2)	В3	ТО	X	-

Продолжение таблицы 3.2

Стадии создания	Наименование документа	Код документа	Часть проекта	Принадлежность к	
				проектно-сметной документации	эксплуатационной документации
ТП	Пояснительная записка к техническому проекту (включая план мероприятий по подготовке к вводу системы в эксплуатацию)	П2	ОР	-	-
	Описание автоматизируемых функций	П3	ОР	-	-
	Описание постановки комплекса задач (допускается включать в П2 или П3)	П4	ОР	-	-
	Описание информационного обеспечения системы	П5	ИО	-	-
	Описание организации информационной базы	П6	ИО	-	-
	Описание систем классификации и кодирования	П7	ИО	-	-
	Описание массива информации	П8	ИО	-	-
	Описание комплекса технических средств	П9	ТО	-	-
	Описание программного обеспечения	ПА	ПО	-	-
	Описание алгоритма (проектной процедуры) (допускается включать в П2, П3 или П4)	ПБ	МО	-	-
	Описание организационной структуры	ПВ	ОО	-	-

Продолжение таблицы 3.2

Стадии со-здания	Наименование доку-мента	Код доку-мента	Часть про-екта	Принадлежность к	
				проект-но-смет-ной доку-ментации	эксплуатац-онной доку-ментации
ТП	План расположения (допускается включать в П9)	С8	ТО	X	-
	Ведомость оборудова-ния и материалов	-	ТО	X	-
	Локальный сметный расчет	Б2	ОР	X	-
ТП, РД	Проектная оценка на-дежности системы	Б1	ОР	-	-
	Чертеж видеокадра (на стадии ТП допускается включать в П4 или П5)	С9	ИО	-	X
РД	Ведомость держателей подлинников	ДП*	ОР	-	-
	Ведомость эксплуата-ционных документов	ЭД*	ОР	-	X
	Спецификация оборуд-ования	В4	ТО	X	-
	Ведомость потребно-сти в материалах	В5	ТО	X	-
	Ведомость машинных носителей информации	ВМ*	Ио	-	X
	Массив входных дан-ных	В6	ИО	-	X
	Каталог базы данных	В7	ИО	-	X
	Состав выходных дан-ных	В8	ИО	-	X

Продолжение таблицы 3.2

Стадии создания	Наименование документа	Код документа	Часть проекта	Принадлежность к	
				проектно-сметной документации	эксплуатационной документации
РД	Локальная смета	БЗ	ОР	X	-
	Методика автоматизированного проектирования	И1	ОО	-	X
	Технологическая инструкция	И2	ОО	-	X
	Руководство пользователя	ИЗ	ОО	-	X
	Инструкция по формированию и ведению базы данных	И4	ИО	-	X
	Инструкция по эксплуатации <i>KTC</i>	ИЭ	ТО	-	X
	Схема соединения внешних проводок (допускается выполнять в виде таблиц)	С4*	ТО	X	-
	Схема подключения внешних проводок (допускается выполнять в виде таблиц)	С5*	ТО	X	-
	Таблица соединений и подключений	С6	ТО	X	-
	Структурная схема	Е1*	ТО	-	-
	Чертеж общего вида	В0*	ТО	X	-
	Чертеж установки технических средств	СА	ТО	X	-
Схема принципиальная	СБ	ТО	X	-	

Окончание таблицы 3.2

Стадии со-зда-ния	Наименование доку-мента	Код доку-мента	Часть про-екта	Принадлежность к	
				проектно-сметной доку-ментации	эксплуата-ционной документа-ции
РД	Схема структурная КТС	С1*	ТО	X	-
	План расположе-ния оборудования и проводок	С7	ТО	X	-
	Описание техноло-гического процес-са обработки дан-ных	ПГ	ОО	-	X
	Общее описание системы	ПД	ОР	-	X
	Программа и мето-дика испытаний	ПМ*	ОР	-	-
	Формуляр	ФО*	ОР	-	X
	Паспорт	ПС*	ОР	-	X

*- Документы, коды которых установлены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Примечание 1. СО, С1, С2, и С3 на этапе разработки ЭП допускается включать в П1.

Примечание 2. ЭП - эскизный проект; ТП – технический проект; РД – рабочая документация; ОР – общесистемные решения; ОО – решения по организационному обеспечению; ТО – решения по техническому обеспечению; ИО – решения по информационному обеспечению; ПО – решения по программному обеспечению; МО – решения по математическому обеспечению; X – принадлежность к проектно-сметной или эксплуатационной документации. Код (обозначение) документов, отмеченных в графе «Принадлежность к проектно-сметной документации» знаком X, может быть установлен по требованиям системы проектно-сметной документации.

Содержание документов определяется разработчиком документации в зависимости от особенностей создаваемой автоматизированной системы. Вместе с тем, требования к оформлению и структуре этих документов достаточно формализованы. Рассмотрим подробнее структуру некоторых документов.

Содержание документов по общесистемным решениям. Документы *«Пояснительные записки к эскизному, техническому проектам»* содержат разделы:

- 1. Общие положения.**
- 2. Описание процесса деятельности.**
- 3. Основные технические решения.**
- 4. Мероприятия по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие.**

В разделе **«Общие положения»** приводят:

- наименование проектируемой автоматизированной системы и наименования, номера и даты утверждения документов, на основании которых ведут проектирование этой системы;
- перечень организаций, участвующих в разработке системы, сроки выполнения этапов работ;
- цели, назначение и области использования автоматизированной системы;
- подтверждение соответствия проектных решений действующим нормам и правилам техники безопасности, пожаробезопасности, взрывобезопасности и т.п.;
- сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документов;
- сведения о НИР, передовом опыте, изобретениях, использованных при разработке проекта системы;
- очередность создания системы и объем каждой очереди.

В разделе **«Описание процесса деятельности»** отражают состав процедур (операций) с учетом обеспечения взаимосвязи и совместности процессов автоматизируемой и неавтоматизируемой деятельности, формируют требования к организации работ в условиях функционирования автоматизированной системы.

В разделе **«Основные технические решения»** приводят:

- решения по структуре системы и подсистем; решения по средствам и способам связи для информационного обмена между компонентами системы;
- решения по взаимосвязям автоматизированной системы со смежными системами, обеспечению их

совместимости;

- решения по режимам функционирования, диагностированию работы системы;
- решения по численности, квалификации и функциям персонала, обслуживающего автоматизированную систему, режимам его работы, порядку взаимодействия;
- сведения об обеспечении заданных в техническом задании потребительских характеристик системы, определяющих ее качество;
- состав функций, задач, реализуемых системой;
- решения по комплексу технических средств, его размещению на объекте, на котором будет применена автоматизированная система;
- решения по составу информации, объему, способам ее организации, видам машинных носителей, входным и выходным документам и сообщениям, последовательности обработки информации;
- решения по составу программных средств, языкам, алгоритмам процедур и операций и методам их реализации;
- в виде иллюстраций другие необходимые документы.

В разделе «**Мероприятия по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие**» указывают мероприятия:

- по приведению информации к виду, пригодному для обработки в цифровой форме;
- по обучению и проверке квалификации персонала;
- по созданию необходимых подразделений и рабочих мест;
- по изменению объекта, на котором планируется применить автоматизированную систему.

Документ «Схема функциональной структуры» содержит:

- элементы функциональной структуры автоматизированной системы; автоматизированные функции и задачи; совокупности действий (операций), выполняемых при реализации автоматизированных функций только техническими средствами (автоматически) или только человеком;

- информационные связи между элементами и внешней средой с кратким указанием содержания сообщений и/или сигналов, передаваемых по этим связям и при необходимости, связи других типов (с указанием входимости, подчинения и т.д.);
- детализированные схемы частей функциональной структуры автоматизированной системы.

Документ «Описание автоматизируемых функций» содержит разделы:

- 1. Исходные данные.**
- 2. Цели автоматизированной системы и автоматизированные функции.**
- 3. Характеристика функциональной структуры.**
- 4. Типовые решения** (при их наличии).

В разделе **«Исходные данные»** приводят:

- перечень исходных материалов и документов, использованных при разработке функциональной части проекта автоматизированной системы;
- особенности объекта управления, влияющие на проектные решения по автоматизируемым функциям;
- данные о системах управления, взаимосвязанных с разрабатываемой автоматизированной системой, и сведения об информации, которой система должна обмениваться с абонентами и другими системами;
- описание информационной модели объекта, на котором планируется применить разрабатываемую систему вместе с его системой управления.

В разделе **«Цели автоматизированной системы и автоматизированные функции»** приводят описание автоматизированных функций, направленных на достижение установленных целей.

Раздел **«Характеристика функциональной структуры»** содержит:

- перечень подсистем автоматизированной системы с указанием функций и задач, реализуемых в каждой подсистеме;
- описание процесса выполнения функций;

- необходимые пояснения к разделению автоматизированных функций на действия (операции), выполняемые техническими средствами и человеком;
- требования к временному регламенту и характеристикам процесса реализации автоматизированных функций (точности, надежности и т.п.) и решения задач.

В разделе «**Типовые решения**» приводят перечень типовых решений с указанием функций, задач, для выполнения которых они применены.

Документ «*Описание постановки комплекса задач*» содержит разделы:

- 1. Характеристики комплекса задач.**
- 2. Выходная информация.**
- 3. Входная информация.**

В разделе «**Характеристики комплекса задач**» приводят:

- назначение комплекса задач;
- перечень объектов (технологических объектов управления, подразделений предприятия и пр.), при управлении которыми решают комплекс задач;
- периодичность и продолжительность решения;
- условия, при которых прекращается решение комплекса задач автоматизированным способом;
- связи данного комплекса задач с другими комплексами автоматизированной системы;
- должности лиц и/или наименования подразделений, определяющих условия и временные характеристики конкретного решения задачи (если они не определены общим алгоритмом функционирования системы);
- распределение действий между персоналом и техническими средствами при различных ситуациях решения комплекса задач.

Раздел «**Выходная информация**» содержит:

- перечень и описание выходных сообщений;
- перечень и описание имеющих самостоятельное смысловое значение структурных единиц информации выходных сообщений (показателей, реквизитов

и их совокупностей, сигналов управления) или ссылку на документы, содержащие эти данные.

В описании по каждому выходному сообщению указывают:

- идентификатор;
- форму представления сообщения (документ, видеокадр, сигнал управления) и требования к этой форме;
- периодичность выдачи;
- сроки выдачи и допустимое время задержки решения;
- получателей и назначение выходной информации.

А в описании по каждой структурной единице информации указывают:

- наименование;
- идентификатор выходного сообщения, содержащего структурную единицу информации;
- требования к точности и надежности вычисления.

Раздел «**Входная информация**» содержит:

- перечень и описание входных сообщений (идентификатор, форму представления, сроки и частоту поступления);
- перечень и описание структурных единиц информации входных сообщений или ссылку на документы, содержащие эти данные.

В описании по каждой структурной единице информации входных сообщений указывают:

- наименование;
- требуемую точность ее числового значения;
- источник информации (документ, видеокадр, устройство, кодограмма, информационная база на машинных носителях);
- идентификатор источника информации.

Допускается давать в виде приложений иллюстрационный материал, таблицы, текст вспомогательного характера, а также документы, имеющие самостоятельное значение, - чертежи форм документов, описание массивов информации, схемы и т.д.

Документ *«Паспорт»* содержит следующие разделы:

1. **Общие сведения об автоматизированной системе.**
2. **Основные характеристики автоматизированной системы.**
3. **Комплектность.**
4. **Свидетельство (акт) о приемке.**
5. **Гарантии изготовителя (поставщика).**
6. **Сведения о рекламациях.**

В разделе **«Общие сведения об автоматизированной системе»** указывают наименование этой системы, ее обозначение, присвоенное разработчиком, наименование предприятия – поставщика и другие сведения об этой системе в целом.

В разделе **«Основные характеристики автоматизированной системы»** приводят:

- сведения о составе функций, реализуемых автоматизированной системой, в том числе измерительных и управляющих;
- описание принципа функционирования автоматизированной системы;
- общий регламент и режимы функционирования автоматизированной системы и сведения о возможности изменения режимов ее работы;
- сведения о совместимости автоматизированной системы с другими системами.

В разделе **«Комплектность»** указывают все непосредственно входящие в состав автоматизированной системы *комплексы программных и технических средств*, отдельные средства, в том числе носители данных и эксплуатационные документы.

В разделе **«Свидетельство о приемке»** приводят дату подписания акта приемки автоматизированной системы в промышленную эксплуатацию и фамилии лиц, подписавших акт.

В разделе **«Гарантии изготовителя»** приводят сроки гарантии автоматизированной системы в целом и ее отдельных частей, если эти сроки не совпадают со сроками гарантии автоматизированной системы в целом.

В разделе **«Сведения о рекламациях»** регистрируют все предъявленные рекламации, их краткое содержание и меры, принятые по рекламациям.

Документ «*Формуляр*» содержит разделы:

1. **Общие сведения.**
2. **Основные характеристики.**
3. **Комплектность.**
4. **Свидетельство о приемке.**
5. **Гарантийные обязательства.**
6. **Сведения о состоянии автоматизированной системы.**
7. **Сведения о рекламациях.**

В разделе «**Общие сведения**» указывают:

- наименование автоматизированной системы, ее обозначение, присвоенное разработчиком, наименование разработчика, дату сдачи этой системы в эксплуатацию, общие указания персоналу по эксплуатации автоматизированной системы;
- требования по ведению *формуляра* и месту его хранения;
- перечень технической документации, с которой должен быть ознакомлен персонал.

В разделе «**Основные характеристики**» указывают:

- перечень реализуемых функций;
- количественные и качественные характеристики автоматизированной системы и ее частей;
- описание принципов функционирования автоматизированной системы, регламент и режимы ее функционирования;
- сведения о взаимодействии автоматизированной системы с другими системами.

В разделе «**Комплектность**» указывают перечень технических и программных средств (в том числе носителей данных) с указанием заводских номеров этих средств, а также перечень эксплуатационных документов.

В разделе «**Свидетельство о приемке**» указывают даты подписания актов о приемке автоматизированной системы и ее частей в промышленную эксплуатацию, а также фамилии председателей комиссий, осуществлявших приемку автоматизированной системы.

В разделе «**Гарантийные обязательства**» указывают:

- гарантийные обязательства разработчиков автоматизированной системы по системе в целом и ее ча-

стям, имеющим разные гарантийные сроки;
- перечень технических средств автоматизированной системы, имеющих гарантийные сроки (службы, хранения) меньше гарантийных сроков для системы.

В разделе «**Сведения о состоянии системы**» указывают:

- сведения о неисправностях, в том числе дату, время, характер, причину возникновения неисправности и лиц, устранивших неисправность;
- замечания по эксплуатации и аварийным ситуациям, а также принятые меры по недопущению повторения таких ситуаций;
- сведения о проведении проверок измерительных устройств и точностных характеристиках измерительных каналов;
- сведения о ремонте технических средств и изменениях в программном обеспечении с указанием основания, даты и содержания изменения;
- сведения о выполнении регламентных (профилактических) работ и их результаты.

В разделе «**Сведения о рекламациях**» приводят сведения о рекламациях с указанием номера, даты, краткого содержания рекламационного акта, а также сведения об устранении замечаний, указанных в этом акте.

Документ «Проектная оценка надежности системы» содержит разделы:

1. Введение.
2. Исходные данные.
3. Методика расчета.
4. Расчет показателей надежности.
5. Анализ результатов расчета.

В разделе «**Введение**» указывают:

- назначение расчета надежности системы;
- перечень оцениваемых показателей надежности;
- состав учитываемых при расчете факторов, а также принятые допущения и ограничения.

В разделе «**Исходные данные**» приводят:

- данные о надежности (паспортные, справочные)

элементов автоматизированной системы, учитываемые при расчете надежности системы;

- данные о режимах и условиях функционирования элементов автоматизированной системы;
- сведения о режимах и параметрах эксплуатации автоматизированной системы.

В разделе «**Методика расчета**» указывают обоснование выбора методики расчета и нормативно-технический документ, согласно которому проводят расчет, или краткое описание методики расчета и ссылку на источники, в которых она опубликована.

В разделе «**Расчет показателей надежности**» указывают:

- необходимые для расчета надежности схемы компонентов автоматизированной системы (комплекса технических средств, программного обеспечения и персонала) по всем оцениваемым функциям (функциональным подсистемам) автоматизированной системы;
- необходимые вычисления;
- результаты расчета.

В разделе «**Анализ результатов расчета**» указывают:

- итоговые данные расчета по каждой оцениваемой функции (функциональной подсистеме) автоматизированной системы и каждому нормируемому показателю надежности;
- выводы о достаточности или недостаточности полученного уровня надежности автоматизированной системы по каждой оцениваемой функции (функциональной подсистеме системы) и при необходимости рекомендации по повышению надежности.

Оценивают показатели надежности программного обеспечения, уровень надежности действий персонала автоматизированной системы и надежность *комплекса технических средств*.

Документ «Общее описание системы» содержит разделы:

- 1. Назначение системы.**
- 2. Описание системы.**
- 3. Описание взаимосвязей автоматизированной системы с другими системами.**
- 4. Описание подсистем.**

В разделе «**Назначение системы**» указывают:

- вид деятельности, для автоматизации которой предназначена автоматизированная система;
- перечень объектов автоматизации, на которых используется система;
- перечень функций, реализуемых системой.

В разделе «**Описание системы**» указывают:

- структуру системы и назначение системы;
- сведения об автоматизированной системе в целом и о ее частях, необходимые для обеспечения эксплуатации этой системы;
- описание функционирования автоматизированной системы и ее частей.

В разделе «**Описание взаимосвязей автоматизированной системы с другими системами**» указывают:

- перечень систем, с которыми связана данная автоматизированная система;
- описание связей между системами;
- описание регламента связей;
- описание взаимосвязей автоматизированной системы с объектом автоматизации.

В разделе «**Описание подсистем**» указывают:

- структуру подсистем и назначение их частей;
- сведения о подсистемах и их частях, необходимые для обеспечения их функционирования;
- описание функционирования подсистем и их частей.

Документ «*Схема организационной структуры*» содержит:

- состав подразделений (должностных лиц) организаций, обеспечивающих функционирование автоматизированной системы либо использующих при принятии решений информацию, полученную от этой системы;
- основные функции и связи между подразделениями и отдельными должностными лицами, указанными на схеме, и их подчиненность.

Содержание документов с решениями по организационному обеспечению. Документ *«Описание организационной структуры»* содержит разделы:

- 1. Изменения в организационной структуре управления объектом.**
- 2. Организация подразделений.**
- 3. Реорганизация существующих подразделений управления.**

В разделе **«Изменения в организационной структуре управления объектом»** указывают проектные решения по изменению организационной структуры управления объектом и их обоснование, а также описание изменений во взаимосвязях между подразделениями.

В разделе **«Организация подразделений»** приводят:

- описание организационной структуры и функции подразделений, создаваемых с целью обеспечения функционирования автоматизированной системы;
- описание регламента работ;
- перечень категорий работников и число штатных единиц.

В разделе **«Реорганизация существующих подразделений управления»** указывают описание изменений, обусловленных созданием автоматизированной системы, которые необходимо осуществить в организационной структуре в каждом из действующих подразделений управления объектом, в функциях подразделений: в регламенте работы и составе персонала подразделений.

Документ *«Методика (технология) автоматизированного проектирования»* содержит разделы:

- 1. Общие положения. Постановка задачи.**
- 2. Методика проектирования.**
- 3. Исходные данные.**
- 4. Проектные процедуры.**
- 5. Оценка результатов.**

В разделе **«Общие положения»** указывают класс объектов, на которые распространена методика, состав пользователей, требования и ограничения на условия применения этой методики.

В разделе «**Постановка задачи**» указывают основные пути и направления решения задачи, требования и ограничения на решение, критерии оценки результатов.

В разделе «**Методика проектирования**» описывают выбранные математические методы, используемые при проектировании, указывают состав и назначение проектных процедур, порядок взаимодействия проектных процедур в процессе выполнения.

В разделе «**Исходные данные**» определяют состав, порядок выбора, представления и формирования массивов используемой информации, перечень обозначений элементов, описывающих предметную область (с указанием их наименований, единиц измерений и диапазона изменения значений), критерии оценки исходных данных, а также выбирают методы и модели решения.

В разделе «**Проектные процедуры**» указывают по каждой проектной процедуре состав нормативно-справочных входных данных, правила доступа к ним, порядок выполнения процедуры, состав и форму выходных сообщений.

В разделе «**Оценка результатов**» приводят анализ полученного проектного решения на соответствие заданным критериям.

Документ «*Технологическая инструкция*» разрабатывают на операцию или комплекс операций технологического процесса обработки данных. В документе указывают наименование технологической операции (операций), на которую разработан документ, и приводят сведения о порядке и правилах выполнения операций технологического процесса обработки данных. В инструкции приводят перечень должностей, на которые распространяется данная инструкция.

Номенклатуру технологических инструкций определяют, исходя из принятого процесса обработки данных. Структуру документа устанавливает разработчик в зависимости от содержания конкретной инструкции.

Документ «*Руководство пользователя*» содержит разделы:

1. Введение.
2. Назначение и условия применения.
3. Подготовка к работе.
4. Описание операций.

5. Аварийные ситуации.

6. Рекомендации по освоению.

В разделе «**Введение**» указывают:

- область применения;
- описание возможностей автоматизированной системы (кратко);
- требуемый уровень подготовки пользователя;
- перечень эксплуатационной документации, с которой необходимо ознакомиться пользователю.

В разделе «**Назначение и условия применения**» указывают:

- виды деятельности, функции, для автоматизации которых предназначена данная автоматизированная система;
- условия, при соблюдении (выполнении, наступлении) которых обеспечивается применение автоматизированной системы в соответствии с ее назначением (например, конфигурацию технических средств, операционную среду и общесистемные программные средства, входную информацию, носители данных, базу данных, требования к подготовке специалистов и т.п.).

В разделе «**Подготовка к работе**» указывают:

- состав и содержание дистрибутивного носителя данных;
- порядок загрузки данных и программ;
- порядок проверки работоспособности.

В разделе «**Описание операций**» указывают:

- описание всех выполняемых функций, задач, процедур;
- описание операций технологического процесса обработки данных, необходимых для выполнения функций, комплексов задач, процедур.

Для каждой операции обработки данных указывают:

- наименование операции;
- условия, при соблюдении которых возможно выполнение операций;
- подготовительные действия;
- основные действия в требуемой последовательности;

- заключительные действия;
- ресурсы, расходуемые на операцию.

В описании действий допускаются ссылки на файлы подсказок.

В разделе «**Аварийные ситуации**» указывают действия:

- в случае несоблюдения условий выполнения технологического процесса, в том числе при длительных отказах технических средств;
- по восстановлению программ и/или данных при отказе носителей данных или обнаружении ошибок в данных,
- в случае обнаружения несанкционированного вмешательства в данные;
- в других аварийных ситуациях.

В разделе «**Рекомендации по освоению**» указывают рекомендации по освоению и эксплуатации, включая описание контрольного примера, правила его запуска и выполнения.

Документ «Описание технологического процесса обработки данных (включая телеобработку)» содержит разделы:

1. **Технологический процесс сбора и обработки данных на периферийных устройствах при децентрализованной обработке данных.**
2. **Технологический процесс обработки данных на вычислительном центре.**

В разделе «**Технологический процесс сбора и обработки данных на периферийных устройствах при децентрализованной обработке данных**» указывают:

- состав и последовательность выполнения технологических операций по сбору, регистрации, подготовке, контролю, передаче, обработке и отображению информации;
- перечень документации, сопровождающий каждую операцию в данном технологическом процессе.

В разделе «**Технологический процесс обработки данных на вычислительном центре**» указывают:

- состав и последовательность выполнения технологических операций по приему, контролю, обработке, хранению, выдаче данных и других операций, выполняемых на вычислительном центре (сер-

вере);

- перечень документации, сопровождающей данный технологический процесс.

Содержание документов по техническому обеспечению.

Документ «*Схема автоматизации*» содержит:

- упрощенное изображение объекта или его части, для которой составлена схема;
- средства технического обеспечения, участвующие в процессе, отображенном на схеме, за исключением вспомогательных устройств и аппаратуры (источники питания, реле, магнитные пускатели);
- функциональные связи между средствами технического обеспечения;
- внешние функциональные связи средств технического обеспечения с другими техническими средствами;
- таблицу примененных в схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами.

На схеме допускают текстовые пояснения.

Документ «*Описание комплекса технических средств*» содержит разделы:

- 1. Общие положения.**
- 2. Структура комплекса технических средств.**
- 3. Средства вычислительной техники.**
- 4. Аппаратура передачи данных.**

В разделе «**Общие положения**» приводят исходные данные, использованные при проектировании технического обеспечения.

В разделе «**Структура комплекса технических средств**» приводят:

- обоснование выбора структуры комплекса технических средств, в том числе технические решения по обмену данными с техническими средствами других автоматизированных систем (в случае наличия указанных связей), решения по использованию технических средств и ссылки на документы, подтверждающие согласование их поставки;
- описание функционирования комплекса техниче-

ских средств, в том числе в пусковых и аварийных режимах;

- описание размещения комплекса технических средств на объектах и производственных площадях с учетом выполнения требований техники безопасности и соблюдение технических условий эксплуатации технических средств;

- обоснование применения и технические требования к оборудованию, предусмотренному в утвержденных проектах и сметах на строительство или реконструкцию объекта автоматизации и изготовляемому в индивидуальном порядке предприятиями или строительно-монтажными организациями по заказным спецификациям и чертежам и применяемому в силу особых технических решений в проекте;

- обоснование методов защиты технических средств от механических, тепловых, электромагнитных и других воздействий, защиты данных, в том числе от несанкционированного доступа к ним, и обеспечение заданной достоверности данных в процессе функционирования комплекса технических средств (при необходимости);

- результаты проектной оценки надежности комплекса технических средств;

В разделе в виде иллюстраций могут быть приведены другие документы.

В разделе «**Средства вычислительной техники**» приводят:

- обоснование и описание основных решений по выбору типа вычислительной техники;

- обоснование и описание основных решений по выбору типов периферийных технических средств, в том числе средств получения, контроля, подготовки, сбора, регистрации, хранения и отображения информации;

- описание структурной схемы технических средств, размещенных в специализированных помещениях и на рабочих местах персонала;

- результаты расчета или расчет числа технических

- средств и потребности в машинных носителях данных;
- обоснование численности персонала, обеспечивающего функционирование технических средств в различных режимах;
- технические решения по оснащению рабочих мест персонала, включая описание рабочих мест и расчет площадей;
- описание особенностей функционирования технических средств в пусковом, нормальном и аварийном режимах.

В разделе «**Аппаратура передачи данных**» приводят:

- обоснование и описание решений по выбору средств телеобработки и передачи данных, в том числе решения по выбору каналов связи и результаты расчета (расчет) их числа;
- решение по выбору технических средств, обеспечивающих сопряжение с каналами связи, в том числе результаты расчета (расчет) их потребности;
- требования к арендуемым каналам связи;
- сведения о размещении абонентов и объемно-временных характеристиках передаваемых данных;
- основные показатели надежности, достоверности и других технических характеристик средств телеобработки и передачи данных.

Документ «Схема структурная комплекса технических средств» содержит состав комплекса технических средств и связи между этими техническими средствами или группами технических средств, объединенных по каким-либо логическим признакам (например, совместному выполнению функций, одинаковому назначению и т.д.). При выполнении схем допускается:

- указывать основные характеристики технических средств;
- представлять структуру комплекса технических средств автоматизированной системы несколькими схемами, первой из которых является укрупненная схема комплекса технических средств автоматизированной системы в целом.

В документе «Схема соединения внешних проводок» указывают:

- электрические провода и кабели, импульсные, питающие, командные, продувные и дренажные трубопроводы, защитные трубы, короба и металлорукава (с указанием их номера, кода, типа, длины и при необходимости мест подсоединения), прокладываемые вне щитов и кроссовых шкафов;
- отборные устройства, чувствительные элементы, регулирующие органы и т.п., встраиваемые в технологическое оборудование, и трубопроводы с указанием номеров их позиций по спецификации оборудования и номеров чертежей их установки;
- приборы, регуляторы, исполнительные механизмы и т.п., устанавливаемые вне щитов с указанием номеров их позиций по спецификации оборудования и номеров чертежей их установки;
- щиты, пульты с указанием их наименований и обозначения таблиц соединений и подключений;
- устройство защитного заземления щитов, приборов и других электроприемников, выполненных согласно действующей нормативно-технической документации;
- технические характеристики кабелей, проводов, кабельных коробов, соединительных и разветвительных коробок, проходок, труб, арматур и т. п., предусмотренных данной схемой, и их число;
- таблицу примененных в схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими нормативно-техническими документами.

На *схеме соединения внешних проводок* допускается указывать и другие виды технических средств, а также давать текстовые пояснения.

В документе «*Схема подключения внешних проводок*» указывают вводные устройства (сборки коммутационных зажимов, штепсельные разъемы и т. п.) щитов, пультов, соединительных коробок и подключаемые к ним кабели и провода, а также другие виды технических средств. «*Схему подключений внешних проводок*» допускается не выполнять, если эти подключения указаны в документе «*Схема соединения внешних проводок*».

В документе *«Таблица соединений и подключений»* приводят электрические и трубные соединения между аппаратами и приборами (монтажными изделиями), установленными в щитах, пультах, установках агрегатных комплексах и т.п., а также подключения проводок к указанным техническим средствам.

В документе *«Схема деления системы (структурная)»* указывают основные функциональные составные части (структурные элементы), определяющие состав системы, а также подсистемы, их взаимосвязи и назначение в системе.

Документ *«Чертеж общего вида»* щита (пульта) содержит:

- компоновку и расположение приборов, аппаратуры, элементов мнемосхем и монтажных изделий, устанавливаемых на фронтальной плоскости щита или рабочей плоскости пульта и на внутренних плоскостях щита или пульта;
- виды на плоскости (или их участки) щита или пульта в местах ввода электрических и трубных проводок с расположением упрощенного изображения вводных устройств;
- схему расположения шкафов или панелей в плане (в случае многошкафного или многопанельного щита или пульта);
- перечень щитов (пультов) приборов, аппаратуры, монтажных изделий и материалов, помещенных на чертеже.

На *чертеже общего вида* допускают текстовые пояснения.

Документ *«Чертеж установки технических средств»* отражает решения по установке средств технического обеспечения в объеме соответствующих требований к монтажным чертежам.

В документе *«Схема принципиальная»* (электрическая, пневматическая, гидравлическая) приводят:

- пояснение принципа действия изображенной системы;
- состав, основные технические характеристики и соединения взаимодействующих средств технического обеспечения автоматизированной системы, предназначенных для осуществления функций управления, регулирования, защиты, измерения, сигнализации, питания и др.;
- таблицу примененных на схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими нормативно-техническими

- документами;
- необходимые текстовые пояснения;
- места установки приборов, средств автоматизации и подключения к ним электрических и трубных проводок, обвязок.

Документ «*Спецификация оборудования*» должен быть составлен в соответствии с требованиями, рассмотренными в § 3.2.

Документ «*Инструкция по эксплуатации*» комплекса технических средств содержит разделы:

- 1. Общие указания.**
- 2. Меры безопасности.**
- 3. Порядок работы.**
- 4. Проверка правильности функционирования.**
- 5. Указание о действиях в разных режимах.**

В разделе «**Общие указания**» указывают:

- вид оборудования (комплекса технических средств), для которого составлена инструкция;
- наименование функций автоматизированной системы, реализуемых с помощью данного оборудования (комплекса технических средств);
- регламент и режимы работы оборудования (комплекса технических средств) при реализации им требуемых функций;
- перечень эксплуатационных документов, которыми должен дополнительно руководствоваться персонал при эксплуатации данного оборудования (комплекса технических средств).

В разделе «**Меры безопасности**» перечисляют правила безопасности, которые необходимо соблюдать во время подготовки оборудования к работе и при его эксплуатации.

В разделе «**Порядок работы**» указывают:

- состав и квалификацию персонала, допускаемого к эксплуатации оборудования;
- порядок проверки знаний персонала и допуска его к работе;
- описание работ и последовательность их выполнения.

В разделе «**Проверка правильности функционирования**» указывают содержание и краткие методики основных проверок работоспособности оборудования и правильности выполнения функций системы.

В разделе «**Указания о действиях в разных режимах**» перечисляют действия персонала при нормальном режиме работы, аварийном отключении оборудования, предаварийном и аварийном состоянии объекта автоматизации, пусковом и остановочном режимах работы объекта автоматизации и т.п.

Документ «Ведомость оборудования и материалов» должен содержать сведения, необходимые для составления смет на приобретение и монтаж средств технического обеспечения системы, сведения для составления заказных спецификаций и ведомостей к проектам автоматизированных систем.

Содержание документов по информационному обеспечению.

Документ «Перечень входных сигналов и данных» содержит разделы: «**Перечень входных сигналов**» и «**Перечень входных данных**».

В разделе «**Перечень входных сигналов**» указывают:

- для каждого аналогового сигнала – наименование измеряемой величины, единицы измерения, диапазон измерения, требования по точности и периодичности измерения, тип сигнала;
- для каждого дискретного сигнала – наименование измеряемой величины, разрядность и периодичность, тип сигнала;
- для сигнала типа «да-нет» - источник формирования и смысловое значение сигнала.

В разделе «**Перечень входных данных**» указывают:

- наименование, кодовое обозначение и значность реквизитов входных данных;
- наименования и кодовые обозначения документов или сообщений, содержащих эти данные.

Документ «Перечень выходных сигналов (документов)» содержит разделы: «**Перечень выходных сигналов**» и «**Перечень выходных документов**». Раздел «**Перечень выходных сигналов**» со-

держит перечень выходных сигналов с указанием их наименований, назначения единиц измерения и диапазонов изменения, способа представления и пользователей информации. Раздел «**Перечень выходных документов**» содержит перечень выходных документов с указанием их наименований, кодовых обозначений, перечня и значности реквизитов и пользователей информации.

Документ «Описание информационного обеспечения системы» содержит разделы:

1. Состав информационного обеспечения.
2. Организация информационного обеспечения.
3. Организация сбора и передачи информации.
4. Построение системы классификации и кодирования.
5. Организация системы классификации и кодирования.
6. Организация внутримашинной информационной базы.
7. Организация немашинной информационной базы.

В разделе «**Состав информационного обеспечения**» указывают наименование и назначение всех баз данных и наборов данных.

В разделе «**Организация информационного обеспечения**» приводят:

- принципы организации информационного обеспечения системы;
- обоснование выбора носителей данных и принципы распределения информации по типам носителей;
- описание принятых видов и методов контроля в маршрутах обработки данных при создании и функционировании немашинной и внутримашинной информационных баз с указанием требований, на соответствие которым проводят контроль;
- описание решений, обеспечивающих информационную совместимость автоматизированной системы с другими системами управления по источникам, потребителям информации - по сопряжению применяемых классификаторов (при необходимости); по использованию в автоматизированной системе унифицированных систем документации.

В разделе «**Организация сбора и передачи информации**» приводят:

- перечень источников и носителей информации с указанием оценки интенсивности и объема потоков информации;
- описание общих требований к организации сбора, передачи, контроля и корректировки информации.

В разделе «**Построение системы классификации и кодирования**» приводят:

- описание принятых для применения в автоматизированной системе классификаций объектов во вновь разработанных классификаторах и в тех действующих классификаторах, из которых используется часть кода;
- методы кодирования объектов классификации во вновь разработанных классификаторах.

В разделе «**Организация внутримашинной информационной базы**» приводят описания:

- принципов построения внутримашинной информационной базы, характеристики ее состава и объема;
- структуры внутримашинной информационной базы¹⁹¹ с описанием характера взаимосвязей баз данных и указанием функций автоматизированной системы, при реализации которых используют каждую базу данных; характеристики данных, содержащихся в каждой базе данных.

В разделе «**Организация внемашинной информационной базы данных**» приводят характеристики состава и объема внемашинной информационной базы; принципы ее построения, в том числе основные положения по организации и обслуживанию фонда нормативно-справочной информации во взаимосвязи с автоматизированными функциями.

¹⁹¹ Информационная база автоматизированной системы – совокупность упорядоченной информации, используемой при функционировании автоматизированной системы. Внемашинная информационная база – часть информационной базы автоматизированной системы, представляющая собой совокупность документов, предназначенных для непосредственного восприятия человеком без применения средств вычислительной техники. Внутримашинная база – совокупность информации на машинных носителях данных.

В приложениях к документу «*Описание информационного обеспечения системы*» могут приводиться справочные и другие дополнительные материалы и сведения (например, систематизированный перечень наименований структурных единиц информации с присвоенными им обозначениями и описаниями их сущности).

Документ «*Описание организации информационной базы*» содержит описание логической и физической структуры базы данных и состоит из двух частей: «*Описание внутримашинной информационной базы*» и «*Описание немашинной информационной базы*». Части документа содержат следующие разделы:

1. Логическая структура.

2. Физическая структура (для внутримашинной информационной базы).

3. Организация ведения информационной базы.

В разделе «**Логическая структура**» приводят описание состава данных, их форматов и взаимосвязей между данными.

В разделе «**Физическая структура**» приводят описание избранного варианта расположения данных на конкретных машинных носителях.

При описании структуры внутримашинной информационной базы должны быть приведены как перечни баз данных и массивов, так и логические связи между ними. Для массива информации указывают логическую структуру внутри массива или дают ссылку на документ «*Описание массива информации*».

При описании структуры немашинной информационной базы приводят перечень документов и других информационных сообщений, использование которых предусмотрено в системе, с указанием автоматизируемых функций, при реализации которых формируют или используют данный документ. Если эта информация приведена в документах «*Перечень входных сигналов и данных*», «*Перечень выходных сигналов*», то возможна ссылка на эти документы.

В разделе «**Организация ведения информационной базы**» при описании внутримашинной базы приводят последовательность процедур при создании и обслуживании базы с указанием при необходимости, регламента выполнения процедур и средств защиты базы от разрушения и несанкционированного доступа, а также с указанием связей между массивами баз данных и массивами входной информации. При описании немашинной информационной базы

должна быть приведена последовательность процедур по маршруту движения групп, а также описан маршрут движения выходных документов.

Документ «Описание систем классификации и кодирования» содержит перечень применяемых в автоматизированной системе зарегистрированных классификаторов всех категорий по каждому классифицируемому объекту, описание метода кодирования, структуры и длины кода, указания о системе классификации и другие сведения по усмотрению разработчика.

Документ «Описание массива информации» содержит:

- наименование массива;
- обозначение массива;
- наименование носителей информации;
- перечень реквизитов в порядке их следования в записях массива с указанием по каждому реквизиту: обозначения алфавита, длины в знаках и диапазона изменения (при необходимости), логических и семантических связей реквизита с другими реквизитами данной записи и другими записями массива;
- оценку объема массива;
- другие характеристики массива.

В документе «Чертеж формы документа (видеокадра)» приводятся изображение формы документа или видеокадра и необходимые пояснения.

Документ «Массив входных данных» содержит перечень входных данных с указанием их наименований, кодовых обозначений и значности реквизитов, а также наименований и кодовых обозначений документов или сообщений, содержащих эти данные.

Документ «Каталог базы данных» содержит перечень объектов предметной области автоматизированной системы, информация о которых включена в базу данных.

Документ «Состав выходных данных (сообщений)» содержит перечень выходных данных с указанием их наименований, кодовых

обозначений и значности реквизитов, а также наименований и кодовых обозначений документов или сообщений, содержащих эти данные.

Документ *«Инструкция по формированию и ведению базы данных (набора данных)»* содержит разделы:

- 1. Правила подготовки данных.**
- 2. Порядок и средства заполнения базы данных.**
- 3. Процедуры изменения и контроля базы данных.**
- 4. Порядок и средства восстановления базы данных.**

В разделе **«Правила подготовки данных»** приводят порядок отбора информации для включения в базу данных, правила подготовки и кодирования информации, формы ее представления и правила заполнения этих форм, порядок внесения изменений информации.

В разделе **«Порядок и средства заполнения базы данных»** приводят состав технических средств, правила, порядок, последовательность и описание процедур, используемых при заполнении базы данных, включая перенос данных на машинные носители информации.

В разделе **«Процедуры изменения и контроля базы данных»** приводят состав и последовательность выполнения процедур по контролю и изменению содержания базы данных.

В разделе **«Порядок и средства восстановления базы данных»** приводят описание средств защиты базы от разрушения и несанкционированного доступа, а также правила, средства и порядок проведения процедур по копированию и восстановлению базы данных.

Требования к содержанию документов с решениями по программному обеспечению¹⁹². Документ *«Описание программного обеспечения»* содержит разделы:

- 1. Вводная часть.**
- 2. Структура программного обеспечения.**
- 3. Функции частей программного обеспечения.**
- 4. Методы и средства обработки программного обеспечения.**
- 5. Операционная система.**

¹⁹² См. также § 3.4.

6. Средства, расширяющие возможности операционной системы.

Во «**Вводной части**» приводят основные сведения о техническом, информационном и других видах обеспечения автоматизированной системы, необходимые для разработки программного обеспечения, или ссылку на соответствующие документы проекта этой системы.

В разделе «**Структура программного обеспечения**» приводят перечень частей программного обеспечения с указанием их взаимосвязей и обоснованием выделения каждой из них.

В разделе «**Функции частей программного обеспечения**» приводят назначение и описание основных функций для каждой части программного обеспечения.

В разделе «**Методы и средства разработки программного обеспечения**» приводят перечень методов программирования и средств разработки программного обеспечения автоматизированной системы с указанием частей программного обеспечения, при разработке которых следует использовать соответствующие методы и средства.

В разделе «**Операционная система**» указывают:

- наименование, обозначение и краткую характеристику выбранной операционной системы и ее версии, в рамках которой будут выполнять разрабатываемые программы, с обоснованием выбора и указанием источников, где дано подробное описание выбранной версии;
- наименование руководства, в соответствии с которым должна осуществляться генерация выбранного варианта операционной системы, требования к варианту генерации выбранной версии операционной системы.

Раздел «**Средства, расширяющие возможности операционной системы**» содержит подразделы, в которых для каждого используемого средства, расширяющего возможности операционной системы, указывают:

- наименование, обозначение и краткую характеристику средства с обоснованием необходимости его применения и указанием источника, где дано подробное описание выбранного средства;

- наименование руководства, в соответствии с которым следует настраивать используемое средство на конкретное применение;
- требования к настройке используемого средства.

Требования к содержанию документов с решениями по математическому обеспечению.

Документ «*Описание алгоритма (проектной процедуры)*» в зависимости от специфики автоматизированной системы допускается разрабатывать как документ «*Описание алгоритма*» или как документ «*Описание проектной процедуры (операции)*». Рассмотрим оба варианта. Документ «*Описание алгоритма*» содержит разделы:

- 1. Назначение и характеристика.**
- 2. Используемая информация.**
- 3. Результаты решения.**
- 4. Математическое описание.**
- 5. Алгоритм решения.**

В разделе «**Назначение и характеристика**» приводят:

- назначение алгоритма (его части);
- обозначение документа (документов) «*Описание постановки комплекса задач*», для решения которой он предназначен;
- обозначение документа (документов) «*Описание алгоритма*», с которым связан данный алгоритм;
- краткие сведения о процессе, объекте, при управлении которым используют алгоритм, а также воздействия на процесс¹⁹³, осуществляемые при функционировании алгоритма;
- ограничения на возможность и условия применения алгоритма и характеристики качества решения (точность, время решения и т.д.);
- общие требования к входным и выходным данным (форматам, кодам и т.д.), обеспечивающие информационную совместимость решаемых задач в системе.

¹⁹³ При включении документа в виде раздела в документ «*Описание постановки комплекса задач*» краткие сведения о процессе (объекте) не приводятся.

В разделе «**Используемая информация**» приводят перечень массивов информации и/или перечень сигналов, используемых при реализации алгоритма, в том числе:

- массивы информации, сформированные из входных сообщений (документов плановой, учетной и нормативно-справочной информации, сигналов и т.д.);
- массивы информации, полученные в результате работы других алгоритмов и сохраняемые для реализации данного алгоритма.

По каждому массиву приводят его наименование, обозначение и максимальное число записей в нем, а также перечень наименований и обозначений используемых (или неиспользуемых) реквизитов и/или входных переменных задачи или ссылки на документы, содержащие эти данные. Перечень используемых реквизитов приводят в том случае, если для данного массива в проектную документацию не включен документ «*Описание массива информации*» или число реквизитов в документе «*Описание массива информации*» меньше числа используемых в алгоритме реквизитов. Перечень неиспользуемых реквизитов приводят, если число используемых реквизитов в документе «*Описание массива информации*» больше числа неиспользуемых в алгоритме реквизитов.

В разделе «**Результаты решения**» следует приводить перечень массивов информации и/или перечень сигналов, формируемых в результате реализации алгоритма, в том числе:

- массивы информации и/или сигналов, формируемые для выдачи выходных сообщений (документов, видеокладов, сигналов управления и т.д.);
- массивы информации, сохраняемой для решения данной и других задач автоматизированной системы.

По каждому массиву приводят его наименование, обозначение, максимальное число записей, а также перечень наименований и обозначений реквизитов и/или выходных переменных, используемых для формирования выходных сообщений, или ссылку на документы, содержащие эти данные.

В разделе «**Математическое описание**» приводят:

- математическую модель (математическое описание процесса, объекта);

- перечень принятых допущений и оценки соответствия принятой модели реальному процессу (объекту) в различных режимах и условиях работы (например, для АСУ ТП – стационарные режимы, режимы пуска и остановки агрегатов, аварийные ситуации и т.п.);
- сведения о результатах научно-исследовательских работ, если они использованы для разработки алгоритма.

В разделе «**Алгоритм решения**» приводят:

- описание логики алгоритма и способа формирования результатов решения с указанием последовательности этапов счета, расчетных и/или логических формул, используемых в алгоритме;
- указания о точности вычисления;
- соотношения, необходимые для контроля достоверности вычислений;
- описание связей между частями и операциями алгоритма;
- указание о порядке расположения значений или строк в выходных документах (например, по возрастанию значений кодов объектов, по группам объектов и т.д.).

Алгоритмом должны быть предусмотрены все ситуации, которые могут возникнуть в процессе решения задачи. При изложении алгоритма следует использовать условные обозначения реквизитов, сигналов, граф, строк со ссылкой на соответствующие массивы и перечни сигналов.

В расчетных соотношениях (формулах) должны быть использованы обозначения реквизитов, приведенные при описании их состава в других разделах документа.

Сам алгоритм может быть представлен одним из следующих способов:

- графическим (в виде схемы);
- табличным;
- текстовым;
- смешанным (графическим или табличным с текстовой частью).

Способ представления алгоритма выбирает разработчик, исходя из сущности описываемого алгоритма и возможности формализации его описания.

Соотношение для контроля вычислений на отдельных этапах выполнения алгоритма приводят в виде равенств и неравенств. При этом указывают контрольные соотношения, которые позволяют выявить ошибки, допущенные в процессе счета, принять решение о необходимости отклонений от нормального процесса вычислений (о продолжении работ по одному из вариантов алгоритма).

Допускается иллюстрационный материал, таблицы или текст вспомогательного характера давать в виде приложения.

Документ «*Описание проектной процедуры (операции)*» содержит разделы:

1. **Введение.**
2. **Описание.**
3. **Метод выполнения.**
4. **Схема алгоритма.**
5. **Требования к разработке программы.**

Во «**Введении**» определяют назначение проектной процедуры (операции), область и специфику ее применения.

В разделе «**Описание**» указывают содержание и/или формализованное описание выполнения проектной процедуры (операции). Излагают сущность выполнения проектной процедуры (операции), приводят чертежи, схемы, графики, раскрывающие ее смысл. Указывают обозначения исходных данных и результаты их обработки. Излагают инженерную сущность технических ограничений, обосновывают выбор критериев оптимальности. При необходимости указывают ссылки на документы, имеющие отношение к выполнению данной проектной процедуры (операции).

Формализованное описание процедуры (операции) содержит:

- математическую формулировку;
- описание входных, выходных, нормативно-справочных данных;
- список обозначений элементов предметной области с указанием их наименований, единиц измерения, диапазонов изменений значений;
- ограничения, определяющие допустимые варианты реализации процедуры (операции);

| - критерии оптимальности для процедуры (операции) оптимизации.

В разделе «**Метод выполнения**» описывают предлагаемый метод выполнения процедуры (операции). При необходимости приводят чертежи, схемы, поясняющие и раскрывающие сущность предлагаемого метода.

Если реализуемая проектная процедура (операция) имеет нетривиальную математическую интерпретацию, то следует дать ей объяснение или указать источники, которые обеспечивают всестороннее понимание метода.

В разделе «**Схема алгоритма**» приводят схему алгоритма выполнения проектной процедуры (операции).

В разделе «**Требования к разработке программы**» указывают:

- спектр диагностических сообщений при работе с программой;
- требования к контролю данных в процессе выполнения проектной процедуры (операции);
- ограничения, связанные с машинной реализацией;
- требования к контрольному примеру;
- другие данные, необходимые для разработки программы.

При разработке документа «*Описание проектной процедуры (операции)*» допускается объединять в одном документе несколько проектных процедур (операций).

§3.4. Разработка проектной и рабочей документации при создании программных средств

Требования, регламентирующие разработку, оформление, обращение, сопровождение и эксплуатацию программного обеспечения, состоящего из *программ*¹⁹⁴ и соответствующей программной документации, изложены в стандартах ЕСПД. Требования ЕСПД распространяются на программное обеспечение, предназначенное для применения в программно-технических комплексах, автоматизи-

¹⁹⁴ Под *программой (программным средством)* понимаются данные, предназначенные для управления конкретными *компонентами* системы обработки информации в целях реализации определенного алгоритма.

зированных системах, вычислительных системах¹⁹⁵, системах обработки информации в виде *программных изделий*¹⁹⁶.

Программы делятся на компоненты, выполняющие законченную функцию, и комплексы, выполняющие взаимосвязанные функции и состоящие из *компонентов* и *комплексов*.

Программные средства могут быть разделены на виды в соответствии с выбранными классификационными признаками. Например, можно разделить *программные средства* на *программные средства*, которые используются как компоненты ПТК и непосредственно интегрируются в ПТК (операционные системы, драйверы связи) и инструментальные программные средства, используемые при разработке *программных средств*. В свою очередь *инструментальные ПС* делят на:

- *инструментальные ПС* преобразования, такие, как генераторы кодов, компиляторы;
- *инструментальные ПС* верификации и валидации, такие как анализаторы кода, средства тестирования и моделирующие *программные средства*;
- *инструментальные ПС* диагностики, которые используются для контроля и поддержания *программных средств* в условиях эксплуатации;
- вспомогательные *инструментальные ПС*, такие как системы поддержки проектирования, подготовки и контроля прикладных данных;
- *инструментальные ПС* управления конфигурацией, такие как инструментальные средства контроля версий.

Виды программных документов. Виды программных документов, разрабатываемых на разных этапах разработки, и коды этих документов приведены в табл. 3.3.

В документе «*Спецификация*» содержится состав программы и документация на нее. В документе «*Ведомость держателей подлинников*» приводится перечень предприятий на которых хранят подлинники программных документов. В документе «*Текст про-*

¹⁹⁵ Вычислительная система - программно-технический комплекс, состоящая из компьютеров вместе с соответствующими программными средствами, которые используют общий ресурс для всех или части программ, а также для всех или части данных, необходимых для выполнения программ.

¹⁹⁶ Программное изделие представляет собой *программное средство*, изготовленное, прошедшее испытания установленного вида и поставляемое как продукция производственно-технического назначения для применения, например, в автоматизированной системе.

граммы» содержится запись программы с необходимыми комментариями. В документе «Описание программы» помещают сведения

Таблица 3.3.

Виды программных документов,
разрабатываемых на разных стадиях создания программ

Код вида документа	Вид документа	Этапы 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	○	○	○	○

● – документ обязательный; ○- необходимость составления документа определяется на этапе разработки и утверждения технического задания; ▲- документ, обязательный для компонентов, имеющих самостоятельное применение; «-» документ не составляют.

о логической структуре и функционировании программы. В документе *«Программа и методика испытаний»* приводят требования, подлежащие проверке при испытании программы, а также порядок и методы их контроля. В документе *«Техническое задание»* описывают назначение и область применения программы, технические, технико-экономические и специальные требования, предъявляемые к программе, необходимые стадии и сроки разработки, виды испытаний. В документе *«Пояснительная записка»* приводится схема алгоритма, общее описание алгоритма и/или функционирования программы, а также обоснование принятых технических решений.

В *эксплуатационных документах* содержатся сведения для обеспечения функционирования и эксплуатации программы. Среди *эксплуатационных документов* отметим следующие. В *«Ведомости эксплуатационных документов»* приводят перечень *эксплуатационных документов* на программу. *«Формуляр»* содержит основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы. В *«Описании применения»* приведены сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств. *«Руководство системного программиста»* содержит 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. В документе *«Описание языка»* приводят описание синтаксиса и семантики языка. В документе *«Руководство по техническому обслуживанию»* приводят сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств.

Допускается, оговаривая в ТЗ, объединять отдельные виды эксплуатационных документов (за исключением *«Ведомости эксплуатационных документов»* и *«Формуляра»*), включая в объединенный документ сведения из каждого из объединяемых документов.

На этапе разработки и утверждения отдельных технических заданий определяют необходимость составления технических условий, содержащих требования к изготовлению, контролю и приемке программы. ТУ разрабатываются на этапе *«Рабочий проект»*.

Необходимость составления технического задания на компоненты, не предназначенные для самостоятельного применения, и комплексы, входящие в другие комплексы, определяется по согласованию с заказчиком.

Программные документы могут быть оформлены на различных носителях.

Обозначение программ и программных документов. Структура обозначения программы и ее документа «*Спецификация*» представлена на рис.3.5. Структура обозначения других программных документов - на рис.3.6.

Регистрационный номер присваивают в порядке возрастания номеров документов в пределах организации-разработчика. Номера программы или редакции документа, номер документа данного вида, номер части одного и того же документа присваивают в порядке возрастания. Номер редакции спецификации и ведомости эксплуатационных документов на программу должен совпадать с номером издания этой программы. Код вида документа указывают в соответствии с табл. 3.3.



Рис. 3.5. Структура обозначения спецификации программы.



Рис.3.6. Структура обозначения программных документов (кроме «Спецификации»).

Оформление титульной части программных документов.

Требования ЕСПД к оформлению титульной части программных документов несколько отличаются от требований ЕСКД. Для программных документов оформляют *лист утверждения (ЛУ)* и *титульный лист*.

Лист утверждения выпускается на каждый программный документ на листах формата А4 независимо от вида документа, который может быть выполнен на любом носителе данных. К обозначению документа на *листе утверждения* через дефис добавляется шифр ЛУ.

Лист утверждения не входит в общее количество листов документа и может содержать несколько листов, каждый из которых нумеруется. На первом листе *листа утверждения* указывается общее количество листов, входящих в этот *лист утверждения*. На втором и последующих листах *ЛУ* в поле «*текст документа*» размещают должности и подписи лиц, которые не уместились на первом листе *ЛУ*. *Лист утверждения* вносят в *спецификацию* после утвержденного документа и хранят на предприятии, держателе подлинника

документа. (*Лист утверждения спецификации* также вносят в данную *спецификацию*).

Форма заполнения *листа утверждения* приведена на рис.3.7. В поле 1 *ЛУ* приводят наименование ведомства, в состав которого входит организация, разработавшая документ. Выше поля 1 в правом верхнем углу может проставляться специальная отметка о грифе документа, например, указание «*С предприятия не выносить*» и т.п. В левой части поля 2 указывают должности и подписи лиц, согласовавших документ от организации заказчика (при необходимости), в правой части поля 2 - должность и подпись лица, утвердившего документ от организации-разработчика. 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 указывается в случае выполнения программного документа на носителе данных. В поле 5 указывают общее количество листов в *листе утверждения* (например «*Листов 3*»). Для *ЛУ*, состоящего из одного листа, поле не заполняют. В правой части поля 6 приводятся должности и подписи руководителя организации, выпустившей документ, руководителя подразделения, разработавшего документ, руководителя разработки (разработчика), исполнителей разработки документа и нормоконтролера. При большом количестве согласующих подписей их размещают либо в левой части поля 2, либо в левой части поля 6. Визы других должностных лиц, если они необходимы на документе, размещают на поле для подшивки *ЛУ*. В поле 7 указывают год издания (утверждения). Поле 8 содержит отметку об учете и хранении. В поле 9 находится строка изменений, которая заполняется с указанием порядкового номера изменения на замененных и новых листах (при этом заполняют и лист регистрации изменений). В поле 10 указывают литеру документа.

Титульный лист заполняют по форме и правилам, установленным для *ЛУ*, учитывая следующее. На *титульном листе* в левом верхнем углу наносят надпись «*Утвержден*». Поле 1 заполняют по требованиям заказчика. Поля 2 и 6 не заполняют. В поле 3 допускается указывать сокращенное наименование *программы* или программного изделия. Поле 4 *титульного листа*, а также поля 7-10 заполняются аналогично *ЛУ*. В поле 5 указывают объем документа.

<i>Поле 1</i> Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» ФГУП концерн «Энергоатом»		
<i>Поле 2</i> СОГЛАСОВАНО Директор ЦКБ <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 07.06.2007 <i>(дата)</i>	<i>Поле 2</i> УТВЕРЖДАЮ Директор концерна «Энергоатом» <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 07.06.2007 <i>(дата)</i>	
<i>Поле 3</i> Загрузчик Руководство программиста ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ А.В.00001-01 33 01-1-ЛУ		
<i>Поле 4</i> <i>(вид носителя данных)</i>		
<i>Поле 5</i> Листов 2		
П о л е 8	<i>Поле 6</i> СОГЛАСОВАНО Главный конструктор ОКБ <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 05.06.2007 <i>(дата)</i>	<i>Поле 6</i> Представители предприятия-разработчика Главный инженер ВНИИАЭ <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 02.06.2007
	Главный инженер завода «Электроприбор» <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 05.06.2007 <i>(дата)</i>	Руководитель разработки <i>(личная подпись)</i> И.О. Фамилия 01.02.2007 <i>(дата)</i>
	<i>Поле 7</i> 2007	
<i>Поле 9</i>		<i>Поле 10</i>

Рис. 3.7. Пример заполнения листа утверждения.

Общие требования к содержанию и оформлению программных документов. Материалы программного документа, выполняе-

мого печатным способом, располагают в следующей последовательности¹⁹⁷:

- «**Титульная часть**»:
 - Лист утверждения (не входит в общее количество листов документа).
 - Титульный лист (первый лист документа).
- «**Информационная часть**»:
 - Аннотация.
 - Лист содержания.
- «**Основная часть**»:
 - Текст документа с рисунками, таблицами.
 - Приложения. (*)
 - Перечень терминов. (*)
 - Перечень сокращений (если в тексте принята особая система сокращений слов или наименований) (*).
 - Перечень рисунков (*).
 - Перечень таблиц (*).
 - Предметный указатель (*).
 - Перечень ссылочных документов (*).
 - Перечень символов и числовых коэффициентов (*).
- «**Часть регистрации изменений**»:
 - Лист регистрации изменений.

Примечание: (*) – выполняют по необходимости.

«**Титульная часть**» состоит из *листа утверждений и титульного листа*.

«**Информационная часть**» состоит из аннотации и содержания. В аннотации приводят сведения о назначении документа и краткое изложение его основной части, указывают издание программы и количество частей документа. Аннотацию размещают на отдельной (пронумерованной) странице с заголовком «**АННОТАЦИЯ**» и не нумеруют как раздел.

Содержание включает перечень записей о структурных элементах основной части документа, в каждую из которых входят:

- обозначение структурного элемента (номер раздела, подраздела и т.д.), имеющего заголовок, на-

¹⁹⁷ Требования не распространяются на программный документ «*Текст программы*».

- именование элемента;
- адрес структурного элемента на носителе данных (например, номер страницы, номер файла и т.п.);
- номера и наименования (при наличии) приложений и их номера страниц.

Содержание размещают на отдельных пронумерованных страницах после аннотации, не нумеруя как раздел, и снабжают заголовком «СОДЕРЖАНИЕ». Наименования в содержании записывают строчными буквами.

«**Информационная часть**» является обязательной для следующих программных документов: «*Описание программы*», «*Описание применения*», «*Руководство системного программиста*», «*Руководство программиста*», «*Руководство оператора*», «*Описание языка*».

Состав и структура «**Основной части**» программных документов разных видов устанавливается соответствующими стандартами ЕСПД.

Приложения допускается выпускать как в виде продолжения документа, так и в виде отдельных документов, обозначая как часть (части) документа и перечисляя их в листе содержания¹⁹⁸.

Используется сквозная нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав документа (если приложения не выполняются отдельным документом). Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием в правом верхнем углу номера приложения, например, «**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**», иметь тематический заголовок, записанный симметрично границ текста прописными буквами.

Перечни составляют в алфавитном порядке с учетом возрастания номеров.

Листы информационной и основной частей программного текстового документа содержат следующие поля:

- поле 1 – порядковый номер страницы;
- поле 2 - обозначение документа;
- поле 3 - текст документа;

¹⁹⁸ Приложения могут быть выпущены в виде отдельных документов, на *титульном листе* которых под видом документа указывают слово «**ПРИЛОЖЕНИЕ**». Приложения в этом случае могут иметь свои разделы «*Содержание*».

| - поле 4 - строка изменений.

Рамку (границы) формата страниц документа допускается не наносить.

Иллюстрации помещают в тексте, нумеруя арабскими цифрами в пределах всего документа, или в приложениях, нумеруя в пределах каждого приложения. Иллюстрации могут иметь тематический заголовок (над иллюстрацией) и подрисовочный текст (под иллюстрацией).

О каждом изменении программного документа¹⁹⁹ в **«Части регистрации изменений»** делается соответствующая запись по установленной форме.

При необходимости допускается делить документ на части (на уровне не ниже раздела), с обозначением этих частей и перечислением в конце содержания первой части обозначений остальных частей. При этом нумерацию страниц, разделов, рисунков, таблиц производят в пределах каждой части. *Лист утверждения* выпускают один на весь документ с обозначением первой части.

Требования к программным документам, содержащим в основном сплошной текст. Рассмотрим требования к структуре и оформлению программных документов *«Пояснительная записка»*, *«Описания программы»*, *«Описание языка»*, *«Описание применения»*, *«Руководства системного программиста»*, *«Руководства программиста»*, *«Руководства оператора»*, *«Руководства по техническому обслуживанию»* и *«Формуляра»*.

«Пояснительные записки» составляются на этапах разработки эскизного и технического проекта и содержат разделы:

- 1. Введение.**
- 2. Назначение и область применения.**
- 3. Технические характеристики.**
- 4. Ожидаемые технико-экономические показатели.**
- 5. Источники, использованные при разработке.**

Допускается объединять отдельные разделы и подразделы, а также вводить новые.

¹⁹⁹ То есть при любом внесении и/или удалении каких-либо данных без изменения общей части обозначения документа. Изменения могут быть обусловлены необходимостью устранения допущенных ошибок или развитием и усовершенствованием *программ*.

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**» приводят сведения о назначении *программы* и краткую характеристику области применения.

Раздел «**Технические характеристики**» содержит подразделы:

- постановка задачи на разработку *программы*, описание применяемых математических методов и, при необходимости, описание допущений и ограничений, связанных с выбранным математическим аппаратом;
- описание алгоритма и/или функционирования *программы* с обоснованием выбора схемы алгоритма решения задачи, возможные взаимодействия разрабатываемой *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 проведенного анализа и расчетов, носители данных, используемые программой.

В разделе «**Ожидаемые технико-экономические показатели**» указывают технико-экономические показатели, обосновывающие преимущества выбранного варианта 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 «*Пояснительной записки*».

В «**Приложения**» могут быть включены таблицы, обоснования, методики, расчеты и другие документы, использованные при разработке.

Документ «*Описание программы*» содержит следующие разделы:

1. **Общие сведения.**
2. **Функциональное назначение.**

3. Описание логической структуры.
4. Используемые технические средства.
5. Вызов и загрузка.
6. Входные данные.
7. Выходные данные.

В зависимости от особенностей *программы* допускается вводить дополнительные разделы или объединять отдельные разделы.

В разделе «**Общие сведения**» указывают:

- сведения об аттестации *программы* и ее паспорте;
- обозначение и наименование *программы*;
- программное обеспечение, необходимое для функционирования *программы*;
- языки программирования, на которых написана *программа*.

В разделе «**Функциональное назначение**» указывают классы решаемых задач и/или функциональное назначение *программы*.

В разделе «**Описание логической структуры**» указывают:

- алгоритм *программы*;
- используемые методы;
- структуру *программы* с описанием функций составных частей и связи между ними;
- связи программы с другими *программами*.

Описание выполняют с учетом текста *программы*, составленного на исходном языке.

В разделе «**Используемые технические средства**» указывают характеристики и параметры вычислительных устройств и технических средств, которые используются при работе *программы*.

В разделе «**Вызов и загрузка**» указывают способ вызова *программы* с соответствующего носителя данных, а также входные точки в программу. Допускается указывать адреса загрузки, сведения об использовании оперативной памяти, объем *программы*.

В разделе «**Входные данные**» указывают:

- характер, необходимую организацию и предварительную подготовку входных данных;
- формат, описание и способ кодирования входных данных.

Содержание разделов может быть проиллюстрировано примерами, таблицами, схемами и графиками.

Документ «Описание языка» содержит следующие разделы:

1. **Общие сведения.**
2. **Элементы языка.**
- Допускается вводить разделы:
3. **Способы структурирования программы.**
4. **Средства обмена данными.**
5. **Встроенные элементы.**
6. **Средства отладки программы.**

Допускается объединять разделы и вводить новые.

В разделе «**Общие сведения**» указывают назначение и описание общих характеристик языка, его возможностей, основных областей применения и другие сведения.

В разделе «**Элементы языка**» указывают описание синтаксиса и семантики базовых и составных элементов языка.

В разделе «**Способы структурирования программы**» указывают способы вызова процедур передачи управления и другие элементы структурирования программы.

В разделе «**Средства обмена данными**» приводят описание языковых средств обмена данными (например, средства ввода-вывода, внутреннего обмена данными и т.п.).

В разделе «**Встроенные элементы**» приводят описание встроенных в язык элементов (например, функции, классы и т.п.) и правила их использования.

В разделе «**Средства отладки программы**» приводят описание имеющихся в языке средств отладки программы, семантики этих средств, дают рекомендации по их применению.

При необходимости содержание разделов поясняют примерами.

В «**Приложение**» включают дополнительные материалы (формализованные описания языковых средств, иллюстрации, таблицы, графики, формы бланков и пр.).

Документ «Описание применения» состоит из разделов:

1. **Назначение программы.**
2. **Условие применения.**
3. **Описание задачи.**
4. **Входные и выходные данные.**

В зависимости от особенностей программы допускается вводить дополнительные разделы или объединять разделы.

В разделе «**Назначение программы**» указывают назначение, возможности *программы*, ее основные характеристики, ограничения, накладываемые на область применения *программы*.

В разделе «**Условия применения**» указывают 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**» приводят определение решаемой задачи и указывают методы ее решения.

В разделе «**Входные и выходные данные**» указываются сведения об этих данных.

В «**Приложении**» могут быть включены справочные материалы (иллюстрации, таблицы, графики, примеры и пр.).

Документ «*Руководство системного программиста*» содержит следующие разделы:

1. **Общие сведения о программе.**
2. **Структура программы.**
3. **Настройка программы.**
4. **Проверка программы.**
5. **Дополнительные возможности.**
6. **Сообщения системному программисту.**

Допускается объединение разделов или ввод новых разделов.

В разделе «**Общие сведения о программе**» указывают назначение и функции *программы*, 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 необязательном 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 и 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 пр.).

Документ «*Руководство программиста*» содержит следующие разделы:

1. **Назначение и условия применения программы.**
2. **Характеристики программы.**
3. **Обращение к программе.**
4. **Входные и выходные данные.**
5. **Сообщения.**

Допускается объединять разделы и вводить новые.

В разделе «**Назначение и условия применения программы**» указывают 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 пр.).

В разделе «**Характеристики программы**» приводят 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**» приводят описание процедур вызова *программы* (способы передачи управления и параметров данных и др.).

В разделе «**Входные и выходные данные**» приводят описание организации используемой входной и выходной информации, ее кодирования.

В разделе «**Сообщения**» указывают тексты сообщений, выдаваемых программисту или оператору в ходе выполнения *программы*,

описание их содержания и действия, которые необходимо предпринять по этим сообщениям.

В «**Приложении**» могут быть приведены дополнительные материалы (примеры, иллюстрации, таблицы, графики и пр.).

Документ «Руководство оператора» содержит следующие разделы:

1. **Назначение программы.**
2. **Условия выполнения программы.**
3. **Выполнение программы.**
4. **Сообщения оператору.**

Допускается объединять разделы и вводить новые.

В разделе «**Назначение программы**» указывают сведения о назначении *программы* и информацию, достаточную для понимания функций программы и ее эксплуатации.

В разделе «**Условия выполнения программы**» указывают условия, необходимые для выполнения *программы* (минимальный и/или максимальный состав аппаратурных и программных средств и т.п.).

В разделе «**Выполнение программы**» указывают последовательность действий оператора, обеспечивающих загрузку, запуск, выполнение и завершение *программы*; приводят описания функций, формата и возможных вариантов команд, с помощью которых оператор осуществляет загрузку и управляет выполнением *программы*, а также ответы *программы* на эти команды.

В разделе «**Сообщения оператору**» приводят тексты сообщений, выдаваемых в ходе выполнения *программы*, описание их содержания и соответствующие действия оператора (например, действия оператора в случае сбоя, возможности повторного запуска *программы* и т.п.).

Допускается содержание разделов иллюстрировать поясняющими примерами, таблицами, схемами, графиками.

В «**Приложении**» могут даваться дополнительные материалы.

Документ «Руководство по техническому обслуживанию» содержит следующие разделы:

1. **Введение.**
2. **Общие указания.**
3. **Требования к техническим средствам.**

| 4. Описание функций.

Допускается вводить новые 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, обеспечивающих 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 взаимодействия устройств с программой, результатов взаимодействий, с выводом результатов работы программы.

Требования к структуре, содержанию и оформлению *формуляра*. В основную часть документа «Формуляр» входят следующие разделы:

1. Основные характеристики.
2. Комплектность.
3. Периодический контроль основных характеристик при эксплуатации и хранении.
4. Свидетельство о приемке.
5. Свидетельство об упаковке и маркировке.
6. Гарантийные обязательства.
7. Сведения о рекламациях.
8. Сведения о хранении.
9. Сведения о закреплении программного изделия при эксплуатации.
10. Сведения об изменениях.

11. Особые отметки.

12. Приложения.

Состав и содержание документа «*Формуляр*» определяют в соответствии с особенностями программных изделий. При необходимости допускается дополнять документ другими разделами или объединять отдельные разделы, а также помещать их в приложениях.

В разделе «**Общие указания**» приводят общие указания для обслуживающего персонала по эксплуатации программного изделия, заполнению и ведению его формуляра, например: «*Перед эксплуатацией необходимо внимательно ознакомиться с (приводят наименование эксплуатационного документа)*» или «*Формуляр должен находиться в подразделении, которое ответственно за эксплуатацию данного программного изделия*» и т.п.

В разделе «**Общие сведения**» указывают наименование программного изделия, его обозначение, наименование предприятия-изготовителя, номер программного изделия и другие общие сведения о программном изделии.

В разделе «**Основные характеристики**» приводят необходимые при эксплуатации программного изделия значения основных характеристик, например, функциональных, параметров надежности и др.

В разделе «**Комплектность**» перечисляют все непосредственно входящие в разработанное программное изделие другие программные изделия и документацию в соответствии с комплектностью, указанной в технических условиях на программное изделие.

При наличии *ведомости эксплуатационных документов* в формуляре делают на нее ссылку без перечисления эксплуатационных документов по форме:

Комплектность

Обозначение	Наименование	Количество	Порядковый учетный номер	Примечание

В разделе «**Периодический контроль основных характеристик при эксплуатации и хранении**» указывают наименование измерения проверяемых характеристик, требуемую периодичность контроля по форме:

Периодический контроль основных характеристик при эксплуатации и хранении

Проверяемая характеристика		Дата проведения измерения					
		20 г.		20 г.		20 г.	
Наименование измерения	Величина	Фактическая величина	Замерил должность подпись	Фактическая величина	Замерил должность подпись	Фактическая величина	Замерил должность, подпись

Фактические значения характеристик записывают в раздел после каждого определения.

В разделе «**Свидетельство о приемке**» приводят свидетельство о приемке программного изделия, подписанного лицами, ответственными за приемку, в виде:

Свидетельство о приемке

(Наименование программного изделия) (обозначение программного изделия)

Соответствует техническим условиям (стандарту) *(номер технических условий или стандарта)* и признано годным для эксплуатации.

Дата выпуска _____

М.П. Подписи лиц, ответственных за приемку.

В разделе «**Свидетельство об упаковке и маркировке**» помещают сведения об упаковке программного изделия, подписанное лицами, ответственными за упаковку по приведенной ниже форме.

В разделе «**Гарантийные обязательства**» приводят гарантийные обязательства предприятия-изготовителя:

Свидетельство об упаковке

(Наименование, и обозначение и номер программного изделия)

упаковано *(наименование или код предприятия)* согласно требованиям, предусмотренным инструкцией *(обозначение)*

Дата упаковки _____

Упаковку произвел _____ *(подпись)*

Изделие после упаковки принял _____ *(подпись)*

М.П.

(Форму заполняют на предприятии, производившем упаковку).

В разделе «**Сведения о рекламациях**» приводят краткое изложение порядка предъявления рекламации и регистрируют все предъявленные рекламации, их содержание и принятые меры по форме:

Учет предъявленных рекламаций

Дата	Содержание рекламации	Меры, принятые по рекламации	Подпись ответственного лица

В разделе «**Сведения о хранении**» указывают сроки хранения и условия хранения программного изделия по форме:

Сведения о хранении

Дата		Условия хранения	Должность, фамилия и подпись лица, ответственного за хранение
установки на хранение	снятия с хранения		

В разделе «**Сведения о закреплении программного изделия при эксплуатации**» указывают фамилии и должности лиц, за которыми закрепляют программное изделие по форме:

Сведения о закреплении программного изделия при эксплуатации

Должность ответственного лица	Фамилия ответственного лица	Номер и дата приказа		Подпись ответственного лица
		О назначении	Об освобождении	

В разделе «**Сведения об изменениях**» указывают основание для внесения изменений, содержание изменений с указанием его порядкового номера, а также должность, фамилию и подпись лица, ответственного за проведение изменения по форме:

Сведения об изменениях

Основание (входящий номер сопроводительного документа и его дата)	Дата проведения изменения	Содержание изменения	Порядковый номер изменения	Должность, фамилия и подпись лица, ответственного за проведение изменения	Подпись лица, ответственного за эксплуатацию программного изделия

В разделе «**Особые отметки**» оставляют несколько чистых листов для специальных отметок, которые вносят во время эксплуатации программного изделия.

В качестве «**Приложений**» к формуляру могут быть справочные материалы и дополнительные документы (например, журнал учета работы), необходимые при эксплуатации программного изделия.

Требования к программным документам, содержащим текст, разбитый на графы. Рассмотрим требования к структуре и оформлению *спецификации на программу, ведомости эксплуатационных документов и ведомости держателей подлинников.*

Спецификация является основным документом (основным программным документом) для компонентов, применяемых самостоятельно, и для комплексов. Для компонентов, не имеющих *спецификации*, основным документом (основным программным документом) является текст *программы*.

Спецификация в общем случае должна содержать разделы:

1. **Документация.**
2. **Комплексы.**
3. **Компоненты.**

Наименование каждого раздела указывают в графе «*Спецификации*» «**Наименование**» в виде подчеркнутого заголовка.

В раздел «**Документация**» вносят программные документы на данную *программу*, кроме *спецификации* и *технического задания*, в

порядке возрастания входящего в обозначение кода вида документа. Далее описывают заимствованные программные документы в порядке возрастания кодов организаций-разработчиков и далее в порядке возрастания входящего в обозначение кода вида документа.

После каждого раздела документа оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей.

Графы «*Спецификации*» заполняются 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*» «*Спецификации*» указывают дополнительные сведения, относящиеся к записанным в *спецификации программ*. Допускается записывать только порядковые номера примечаний, а текст - в конце соответствующих разделов «*Спецификации*» или на последних листах «*Спецификации*» на листах без граф с проставлением номеров примечаний.

В графе «*Обозначение*» запись производят в одну строку. В остальных графах допускаются записи в несколько строк.

Структура документа «*Ведомость эксплуатационных документов*» следующая:

1. Документы на *программу*.
2. Документы на *основные части программы*.

«*Ведомость эксплуатационных документов*» на компонент, имеющий самостоятельное применение, содержит только раздел «*Документы на программу*».

В разделе «**Документы на программу**» записывают все эксплуатационные документы на *программу* (кроме самой «*Ведомости эксплуатационных документов*»).

В разделе «**Документы на составные части программы**» записывают ведомости эксплуатационных документов на все *программы*, непосредственно входящие в *программу*.

Запись документов производят под подчеркнутыми заголовками разделов в графе «**Наименование**» в порядке возрастания кода вида документа, входящего в обозначение.

Графы заполняют следующим образом. В графе «**Обозначение**» указывают обозначение документа.

В графе «**Наименование**» указывают полное наименование эксплуатационного документа в соответствии с наименованием, указанным в *листе утверждения* или *титальном листе*. Для документов на данную *программу* записывают только наименование и вид документов.

В графе «**Кол. экз.**» указывают количество экземпляров данного документа.

В графе «**Местонахождение**» указывают номер папки, в которой хранится документ, выполненный печатным способом

Допускается записывать текст примечаний и дополнительные сведения, относящиеся к дополнительным эксплуатационным документам. Допускается текст примечаний приводить в конце соответствующих разделов «*Ведомости эксплуатационных документов*» или на ее последних листах без граф с проставлением номеров примечаний.

В «*Ведомости эксплуатационных документов*» в графе «**Наименование**» при необходимости приводят под заголовком «Перечень папок» перечень папок, в которые уложены документы, выполненные печатным способом. Ниже приведен пример составления «*Ведомости эксплуатационных документов*».

А.В. XXXXX-XX 20 XX-X

Обозначение	Наименование	Кол. экз.	Местонахождение
	<u>Документы на программу</u>		
А.В. XXX-XX-XX 32 XX-X	Операционная система. Средства восстановления системы. <i>Руководство системного программиста.</i>	1	Папка №1
А.В. XXX-XX-XX 33 XX-X	Операционная система. Редактор связей. <i>Руководство программиста.</i>	1	Папка №1
А.В. XXX-XX-XX 34 XX-X	Операционная система. Однопрограммный режим. Руководство оператора.	1	Папка №1
	и т.д.		

«Ведомость держателей подлинников» составляют на основе спецификации программы и спецификации входящих программ.

В начале «Ведомости держателей подлинников» записывают спецификации, подлинники которых хранятся на предприятии – держателе подлинника спецификации программы, на которую составляется ведомость. Далее записывают спецификации, подлинники которых хранятся на других предприятиях без перечисления входящих в них программных и ссылочных документов. Записи делают в порядке возрастания кодов организаций.

Запись спецификаций для входящих программ производят под заголовком «Документация на входящие программы».

Графы заполняют следующим образом. В графе «Наименование» заголовок подчеркивают. В графе «Обозначение» указывают обозначение спецификации. В графе «Наименование» приводят полное наименование программы в соответствии с наименованием, указанным на листе утверждения или титульном листе. В графе «Держатель подлинника» указывают ведомственную принадлежность и наименование организации (предприятия) – держателя подлинника. При наличии нескольких организаций одной ведомственной принадлежности эту принадлежность указывают один раз. В графе «Примечание» при необходимости указывают дополнительные сведения.

Требования к содержанию и оформлению документа «Текст программы». Если в документе «Текст программы» текст программы приведен на исходном языке, то в аннотацию к этому документу (при ее наличии) включают краткое описание функций программы.

Основная часть документа может состоять из одного или нескольких разделов текстов, которым даются наименования. Каждый из этих разделов реализуется одним из типов символической записи, например: символической записью на исходном языке, или символической записью на промежуточных языках, или символическим представлением машинных кодов и пр. В символическую запись рекомендуется включать комментарии, которые могут отражать, например, функциональное назначение, структуру.

Требования к содержанию и оформлению схем. Документы «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем» (далее – *схемы*) состоят из имеющих заданное значение графических символов, краткого пояснительного текста и соединительных линий. В ЕСПД определены графические символы для применения в *схемах данных, схемах программ, схемах работы системы, схемах взаимодействия программ, схемах ресурсов системы.*

Схема данных отображает путь данных при решении задач и определяет этапы обработки данных, а также различные применяемые носители. Схема программы отображает последовательность операций в программе. Схема работы системы отображает управление операциями и поток данных в системе. Схема взаимодействия программ отображает путь активаций программ и взаимодействий с соответствующими данными. Схема ресурсов системы отображает конфигурацию блоков данных и обрабатывающих блоков, которая требуется для решения задачи. Схемы могут быть оформлены с различным уровнем детализации.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

А

- аварийная защита (АЗ), § 1.4
- авария, § 1.3
 - запроектная, § 1.3
 - проектная, § 1.3
- акт, (вид док-та)
 - приемки (опытного образца), § 2.5
 - приемки в опытную эксплуатацию, § 2.4
 - приемки в промышленную эксплуатацию, § 2.4
- альбом, § 3.2
- аттестация, § 1.2
- аттестат аккредитации, (вид док-та), § 1.2
- атомные станции, § 1.1
- аудит, § 2.1

Б

- безопасность АС, § 1.3
 - ядерная и радиационная, § 1.3
- безотказность, § 1.5
- брак, § 1.5

В

- валидация, § 1.2
- ведомость, (вид док-та)
 - держателей подлинников, § 3.1, § 3.4
 - оснастки, § 2.4
 - покупных изделий, § 3.1
 - оборудования и материалов, § 3.3
 - согласования применения покупных изделий, § 3.1
 - соответствия, § 2.5
 - спецификаций, § 3.1
 - ссылочных документов, § 3.1
 - технического предложения, § 3.1, § 3.2
 - технического проекта, § 3.1, § 3.2
 - эскизного проекта, § 3.1, § 3.2
 - эксплуатационных документов, § 3.4
- величина
 - влияющая, § 1.7
- верификация, § 1.2
- вероятность
 - безотказной работы, § 1.5
 - восстановления, § 1.5
 - несрабатывания на требование, § 1.5
 - оперативного несрабатывания на требование, § 1.5

оперативного срабатывания на
требование, § 1.5
срабатывания на требование, § 1.5

вид
деятельности, § 1.2
испытаний, § 2.5
обеспечений, § 2.2
продукции, Введ.
работ, § 2.1

внешние воздействующие факторы (ВВФ)
биологические, § 1.6
климатические, § 1.6
механические, § 1.6
(ВВФ) специальных сред, § 1.6
термические, § 1.6
(ВВФ) электромагнитных полей, § 1.6

внутренняя самозащищенность, § 1.3
воспроизводимость (измерений), § 1.7

время
гамма-процентное (время), § 1.5
восстановления, § 1.5
среднее (время) восстановления, § 1.5
среднее (время) замены, § 1.5

восстановление (продукции), § 1.5

Г
государственная метрологическая служба, § 1.1
государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН), § 1.1
градуировка (средства измерений), § 1.7

группа
исполнения изделия по устойчивости к
ВВФ, § 1.6
исполнения изделия по устойчивости к климатическим ВВФ, § 1.6
механического исполнения (изделия), § 1.6
систем (элементов) (подгруппа) по
быстродействию, § 1.5
систем (элементов) по влиянию
ионизирующего излучения, § 1.5
систем (элементов) по возможности
работы на пониженных параметрах, § 1.5
систем (элементов) по режимам работы, § 1.5
систем (элементов) по
функциональному назначению, § 1.5
систем (элементов) по характеру
отказов, § 1.5

Д
декларация о соответствии, (вид док-та), § 1.2
деталь, § 3.1
диапазон (измерений), § 1.7

документ

неосновной конструкторский, § 3.2

основной конструкторский, § 3.1

документация, Введ.

на разрабатываемую продукцию, Введ.

нормативная, Введ.

нормативно-техническая, Введ.

проектная, Введ., § 2.3

проектно-конструкторская
(документация), (ПКД), § 3.1

проектно-сметная, Введ.

рабочая, Введ., § 2.3, § 2.4

рабочая конструкторская
(документация), (РКД), § 3.1

технологическая, § 2.4

эксплуатационная, Введ., § 3.4

долговечность, § 1.5

дубликат документа, (тип док-та), Введ.

Ж

жесткость (воздействия), § 1.6

живучесть, § 1.5

З

задача (автоматизированной системы), § 2.3

заказчик (работы), § 2.1

защита

аварийная, § 1.4

предупредительная, § 1.4

заявка на разработку (продукции), (вид док-та), § 2.3

значение

истинное (значение) (измеряемой величины), § 1.7

действительное (значение) (измеряемой
величины), § 1.7

номинальное (значение ВВФ), § 1.6

нормальное (значение ВВФ), § 1.6

нормальное (значение) (влияющей
величины), § 1.7

нормирующее, § 1.7

предельное рабочее (значение ВВФ), § 1.6

рабочее (значение ВВФ), § 1.6

рабочее (значение) (влияющей
величины), § 1.7

эффективное (значение ВВФ), § 1.6

И

изготовитель (продукции), § 2.1

изделие, § 3.1

комплектующее, § 1.2, § 3.3

исполнитель (работы), § 2.1

исправность, § 1.5

исходные события, § 1.3
извещение об изменении подлинника, (вид док-та), Введ.
инструкция (вид док-та), § 3.1
 по формированию и ведению базы
 данных (набора данных), § 3.3
 по эксплуатации, § 3.3
 технологическая, § 2.4, § 3.3

интенсивность

 восстановления, § 1.5
 отказов, § 1.5
испытания, § 2.5
 автономные, § 2.4
 инспекционные, § 2.5
 квалификационные, § 2.5
 комбинированные, § 2.5
 комплексные, § 2.4
 параллельные, § 2.5
 периодические, § 2.5
 последовательные, § 2.5
 предварительные, § 2.5
 приемо-сдаточные, § 2.5
 приемочные, § 2.5
 сертификационные, § 2.5
 типовые, § 2.5

К

калибровка (средства измерений), § 1.7
карта, (вид док-та)
 маршрутная, § 2.4
 (типовая) операционная, § 2.4
 (типового) технологического процесса, § 2.4
 эскизов, § 2.4
каталог базы данных, (вид док-та), § 3.3
категория
 размещения (продукции), § 1.6
качество продукции, § 1.2
квалификационный отбор, § 2.1
класс безопасности, § 1.4
класс точности средства измерений, § 1.7
климатическое исполнение (изделия), § 1.6
комплекс
 (изделие по ЕСКД), § 3.1
 программный (изделие по ЕСПД), § 3.4
 программно-технический, (ПТК), § 3.3
 (комплекс) программно-технических средств (КПТС), § 3.3
 (комплекс) технических средств, (КТС), § 3.3
комплект
 документации, Введ.
 (изделие по ЕСКД), § 3.1

основной (комплект) (конструкторских документов), § 3.1
полный (комплект) (конструкторских документов), § 3.1
компонент (программный), (изд. по ЕСПД), § 3.3
конечное состояние (после аварии), § 1.3
консервативный подход, § 1.3
концепция (автоматизированной системы), (вид док-та), § 2.3
копия документа, (тип док-та), Введ.
коэффициент
готовности, § 1.5
использования мощности АС (блока), § 1.5
обеспечения требуемой мощности, § 1.5
оперативной готовности, § 1.5
сохранения эффективности, § 1.5
технического использования, § 1.5
критерии
безопасности, § 1.3
качества функционирования
(продукции), § 1.6

Л

лабораторный макет, § 2.3
лист
регистрации изменений, Введ.
титульный, § 3.4
утверждения, § 3.4
литера (конструкторской документации), Введ.
лицензия, § 1.2

М

массив входных данных, (вид док-та), § 3.3
методика, (вид док-та)
автоматизированного проектирования, § 3.3
выполнения измерений (МВИ), § 1.7
испытаний, § 2.6
методические указания (вид док-та), § 1.1

Н

наработка
гамма-процентная (наработка) до отказа, § 1.5
гарантийная, § 1.5
между отказами, § 1.5
средняя (наработка) до отказа, § 1.5
средняя (наработка) на отказ, § 1.5
несрабатывание (на требование), § 1.5
номинальные (значения ВВФ), § 1.6
нормальная (область значений ВВФ), § 1.6
нормальная (область значений влияющей величины), § 1.7
нормальные (значения ВВФ), § 1.6
нормы, (вид док-та), § 1.1
испытательные, § 1.6
предельные, § 1.6

эксплуатационные, § 1.6

О

образец (продукции)

головной, § 2.1

опытный, § 2.1

экспериментальный, § 2.3

общие положения (вид док-та), § 1.1

общие положения обеспечения безопасности, (ОПБ), (вид док-та), § 1.1

описание (вид док-та),

автоматизируемых функций, § 3.3

алгоритма (проектной процедуры), § 3.3

информационного обеспечения системы, § 3.3

комплекса технических средств, § 3.3

массива информации, § 3.3

общее (описание) системы, § 3.3

организации информационной базы, § 3.3

организационной структуры, § 3.3

постановки комплекса задач, § 3.3

применения, § 3.4

программного обеспечения, § 3.3

программы, § 3.4

систем классификации и кодирования, § 3.3

технологического процесса обработки

данных, (тип док-та), § 3.3

языка, § 3.4

организации, выполняющие работы и предоставляющие услуги, § 1.1

основная надпись, § 3.2

отказ

внезапный, § 1.5

деградационный, § 1.5

зависимый, § 1.5

конструктивный, § 1.5

критический, § 1.5

независимый, § 1.5

опасный, § 1.5

перемежающийся, § 1.5

по общей причине, § 1.4

постепенный, § 1.5

производственный, § 1.5

ранний, § 1.5

ресурсный, § 1.5

скрытый, § 1.5

эксплуатационный, § 1.5

отчет (о НИР), (вид док-та), § 2.3

отчет по обоснованию безопасности, (ООБ), (вид док-та), § 1.1

отчет по углубленной оценке безопасности, (ОУОБ), (вид док-та), § 1.1

ошибка персонала, § 1.3

П

параметр потока отказов, § 1.5
партия (продукции)
 опытная, § 2.1
паспорт, (вид док-та), § 3.3
патентный формуляр, (вид док-та), § 3.1
перечень, (вид док-та),
 входных сигналов и данных, § 3.3
 выходных сигналов (документов), § 3.3
план-график работ, (вид док-та), § 2.3
поверка (средства измерений), § 1.7
повреждение, § 1.5
повторяемость результатов испытаний, § 2.5
погрешность
 абсолютная (измерительного
 преобразователя по входу), § 1.7
 абсолютная (измерительного
 преобразователя по выходу), § 1.7
 абсолютная (измерительного прибора), § 1.7
 взаимодействия, § 1.7
 вносимая оператором, § 1.7
 динамическая, § 1.7
 дополнительная, § 1.7
 методическая, § 1.7
 инструментальная, § 1.7
 основная, § 1.7
 относительная (измерительного
 прибора), § 1.7
 приведенная, § 1.7
 прогрессирующая, § 1.7
 систематическая, § 1.7
 случайная, § 1.7
подлинник документа, (тип док-та), Введ.
подпункт (документа), § 3.2
подраздел (документа), § 3.2
положение (тип документа), § 1.1
порядок разработки продукции, Введ.
последствия аварии, § 1.3
поставщик (продукции), § 2.1
пояснительная записка, (вид док-та), §3.1, §3.3, § 3.4
правила, (вид док-та), § 1.1
правила ядерной безопасности, (ПБЯ), (вид док-та), § 1.1
правильность (измерений), § 1.7
предаварийная ситуация, § 1.3
предел
 безопасной эксплуатации, § 1.3
 допускаемой погрешности, § 1.7
 проектный, § 1.3
 эксплуатационный, § 1.3

предупредительная защита, § 1.4
приемочная комиссия, § 2.5
приказ, (вид док-та)
 о вводе продукции в промышленную эксплуатацию, § 2.4
 о готовности к проведению наладочных работ, § 2.4
 о готовности к строительно-монтажным работам, § 2.4
 о начале опытной эксплуатации, § 2.4
 о приемочной комиссии, § 2.5
принцип единичного отказа, § 1.3
продукция, Введ.
 восстанавливаемая, § 1.5
 единичная, § 2.1
 массовая, § 2.1
 мелкосерийная, (малосерийная), § 2.1
 невосстанавливаемая, § 1.5
 несерийная, § 2.1
 разового изготовления, § 2.1
 ремонтируемая (ремонтпригодная), § 1.5
 серийная, § 2.1
 технически обслуживаемая, § 1.5
 технически необслуживаемая, § 1.5
программа, (вид док-та)
 испытаний, § 2.6
 обеспечения качества атомной станции
 (ПОКАС), § 1.2
проект, (вид док-та)
 технический, § 2.3
 эскизный, § 2.3
проектная оценка надежности системы, § 3.3
протокол, (вид док-та)
 заседаний (приемочной комиссии), § 2.5
 испытаний, § 2.5
 проверки документации, § 2.5
 согласования, § 2.5
прочность (продукции), § 1.6
пункт
 (документа), § 3.2
 хранения ядерных материалов и
 радиоактивных веществ, § 1.1
пути протекания аварии, § 1.3

Р

работа
 научно-исследовательская (работа), (НИР), § 2.1
 опытно-конструкторская (работа), (ОКР), § 2.1
работоспособность, § 1.5
рабочая (документация), § 2.3
рабочая (область значений влияющей величины), § 1.7
радиационные источники,

радиоактивные вещества, § 1.1
радиоактивные отходы, § 1.1
режим (эксплуатации), § 1.3
 нарушения нормальной эксплуатации, § 1.3
 нормальной эксплуатации, § 1.3
 сложный (режим работы), § 1.5
раздел (документа), § 3.2
разработчик (продукции), § 2.1
ремонт, § 1.5
ресурс
 гамма-процентный, § 1.5
 назначенный, § 1.5
 остаточный, § 1.5
 средний, § 1.5
 технический, § 1.5
руководство, (вид док-та)
 оператора, § 3.4
 по безопасности, § 1.1
 по техническому обслуживанию, § 3.4
 пользователя, § 3.3
 программиста, § 3.4
 системного программиста, § 3.4
руководящие документы (вид док-та), § 1.1
С
серия
 установочная (серия продукции), § 2.4
сбой, § 1.5
сборочная единица, § 3.1
сертификат об утверждении типа средства измерений, (вид док-та), § 1.2
сертификат соответствия, (вид док-та), § 1.2
сертификация, § 1.2
система, § 1.3
 автоматизированная, § 3.3
 активная, § 1.3
 безопасности, § 1.4
 защитная, § 1.4
 локализирующая, § 1.4
 обеспечивающая, § 1.4
 технологическая, § 1.4
 управляющая, § 1.4
 нормальной эксплуатации, § 1.4
 пассивная, § 1.3
система качества (система обеспечения качества), § 1.2
система нормативно-технической документации, Введ.
Система сертификации, § 1.2
Система сертификации оборудования, изделий и технологий (Система сертификации ОИТ), § 1.2
система технических и организационных мер, § 1.3

система физических барьеров, § 1.3
состав выходных данных (сообщений), (вид док-та), § 3.3
состояние
 исправное, § 1.5
 неработоспособное, § 1.5
 предельное, § 1.5
 работоспособное, § 1.5
 частично работоспособное, § 1.5
сохраняемость, § 1.5
 спецификация, (вид док-та), § 3.1, § 3.2, § 3.4
 оборудования, § 3.3
 технологических документов, § 2.4
способ
 базовый (способ) (выполнения КД), § 3.2
 групповой (способ) (выполнения КД), § 3.2
срабатывание
 ложное, § 1.5
средство измерений, § 1.7
срок
 гамма-процентный (срок) службы, § 1.5
 гамма-процентный (срок), § 1.5
 гарантийный (срок) службы, § 1.5
 эксплуатации, § 1.5
 сохраняемости, § 1.5
 службы, § 1.5
 средний, § 1.5
 средний (срок) сохраняемости, § 1.5
стабильность (средства измерений), § 1.7
стадии (жизненного цикла продукции), § 2.1
степени (жесткости воздействия), § 1.6
стойкость (продукции), § 1.6
структура (автоматизированной системы), (вид док-та), § 2.3
схема, (вид док-та), § 3.1
 автоматизации, § 3.3
 взаимодействия программ, § 3.4
 данных, § 3.4
 деления системы (структурная), § 3.3
 программы, § 3.4
 принципиальная, § 3.3
 подключения внешних проводок, § 3.3
 работы системы, § 3.4
 ресурсов системы, § 3.4
 соединения внешних проводок, § 3.3
 структурная комплекса технических средств, § 3.3
 (схема) функциональной структуры (автоматизированной системы), § 3.3
сходимость (измерений), § 1.7

Т

таблица, (вид док-та),
соединений и подключений, § 3.3
технические условия, (вид док-та), § 2.7
технический проект, § 2.3
техническое задание, (вид док-та), § 2.2
техническое предложение, § 2.3
технический регламент, (вид док-та), Введ.
технологический прогон, § 2.5
технология автоматизированного проектирования, (вид док-та), § 3.3
тип средства измерений, § 1.2
типовой документ (вид док-та), § 1.1
точность (средства измерений), § 1.7
трудоемкость
средняя (трудоемкость) восстановления, § 1.5

У

уровни глубокоэшелонированной защиты, §1.3
условия действия лицензии (УДЛ), § 1.2
условия
безопасной эксплуатации, § 1.3
нормальные (условия) (применения
средств измерений),
предельные (условия), § 1.7
рабочие (условия применения средств
измерений), § 1.7
транспортирования и хранения средств измерений, § 1.7
транспортирования (продукции), § 1.6
хранения (продукции), § 1.6
эксплуатационные, § 1.3
устойчивость (продукции), § 1.6

Ф

федеральные нормы и правила, (вид док-та), § 1.1
федеральный орган государственной метрологической службы (ФОГМС), §
1.1
федеральный орган государственного регулирования безопасности при ис-
пользовании атомной энергии (ФОГРБ), § 1.1
федеральный орган государственного управления в области использования
атомной энергии (ФОГУ), § 1.1
формуляр, (вид док-та), § 3.3, § 3.4
функциональная группа, § 1.4
функция (автоматизированной системы), §2.3

Х

характеристика
градуировочная, § 1.7
метрологическая (погрешности
измерений), § 1.7
метрологическая (средства измерений),
§1.7

номинальная (средства измерений), § 1.7
приписанная (характеристика), § 1.7
хранилища радиоактивных отходов, § 1.1

Ч

чертеж, (вид док-та), § 3.1
габаритный, § 3.1, § 3.2
детали, § 3.1
монтажный, § 3.2
общего вида, § 3.1, § 3.3
сборочный, § 3.1, § 3.2
упаковочный, § 3.1
установки технических средств, § 3.3
формы документа (видеокадра), § 3.3
электромонтажный, § 3.1

Э

экспертиза безопасности, § 1.2
эксплуатирующая организация, § 1.1
элемент, § 1.3
активный, § 1.3
(системы) безопасности, § 1.4
защитной, § 1.4
локализирующей, § 1.4
обеспечивающей, § 1.4
управляющей, § 1.
(системы) нормальной эксплуатации, § 1.4
пассивный, § 1.3
эскизный проект, § 2.3
эксплуатация
опытно-промышленная, § 2.4
подконтрольная, § 2.5
промышленная, § 2.4
этап (жизненного цикла продукции), § 2.1

Ю

юстировка (средства измерений), § 1.7

Я

ядерные материалы, § 1.1
ядерные установки, § 1.1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 26.06.2008 №102-ФЗ. Об обеспечении единства измерений.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ. О пожарной безопасности.
3. Федеральный закон от 21.11.1995 №170-ФЗ. Об использовании атомной энергии.
4. Федеральный закон от 09.01.1996 №3-ФЗ. О радиационной безопасности населения.
5. Федеральный закон от 27.12.2002 №184-ФЗ. О техническом регулировании.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.97 №865. Об утверждении «Положения о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии».
7. ПНАЭ Г-01-011-97. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97).
9. ПНАЭ Г-01-036-95. Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности АС с реакторами ВВЭР (с изм. 1996, 2005, 2006гг.).
10. ПНАЭ Г-03-33-93. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности.
11. ПНАЭ Г-5-40-97. Требования к полномасштабным тренажерам для подготовки операторов блочного пункта управления атомной станции.
12. ПНАЭ Г-7-002-87. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.
13. ПНАЭ Г-7-008-89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (с изменением 1999г., 2006г.).
14. ПНАЭ Г-9-026-90. Общие положения по устройству и эксплуатации систем аварийного электроснабжения атомных станций.
15. ПНАЭ Г-9-027-91. Правила проектирования систем аварийного электроснабжения атомных станций.
16. ПНАЭ Г-10-021-90. Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем атомных станций.
17. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).
18. ОСПОРБ-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

19. НП-011-99. Требования к программе обеспечения качества для атомных станций.
20. НП-018-2000. Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности АС с реакторами на быстрых нейтронах.
21. НП-026-04. Требования к управляющим системам, важным для безопасности атомных станций.
22. НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.
23. НП-044-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для объектов использования атомной энергии.
24. НП-064-05. Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии.
25. НП-071-06. Правила оценки соответствия оборудования, комплектующих, материалов и полуфабрикатов, поставляемых на объекты использования атомной энергии.
- 25а. НП-082-07. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций. (ПБЯ РУ АС-2007).
26. Номенклатура оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения, подлежащих обязательной сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения. Приказ Минатома России, Госстандарта России и Госатомнадзора России от 24.04.2000 №233/28152.
27. НБП-114-02. Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования.
28. СП АС-03 (СанПиН 2.6.1.24-03). Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций.
29. РД-03-13-99. Положение о порядке проведения экспертизы документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности ядерной установки, радиационного источника, пункта хранения и (или) качества заявленной деятельности.
30. РД-03-17-2001. Положение об аттестации программных средств, применяемых при обосновании безопасности объектов использования атомной энергии.
31. РД-03-34-2000. Требования к составу и содержанию отчета о верификации и обоснованию программных средств, применяемых для обоснования безопасности объектов использования атомной энергии.

32. РД-03-36-2002. Условия поставки импортного оборудования, изделий и комплектующих для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения Российской Федерации.
33. РД-03-47-99. Инструкция по осуществлению надзора за изготовлением оборудования для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения Российской Федерации.
34. РД-03-48-99. Инструкция по осуществлению надзора за конструированием оборудования для ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов.
35. РД-04-27-2000 «Требования к составу и содержанию документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности ядерной установки, пункта хранения, радиационного источника и/или заявленной деятельности (для атомных станций) (с изменением 2002г.).
36. РД-25-818-87. Общие требования и методы испытаний приборов и средств автоматизации, поставляемых на АЭС.
37. РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
38. РД 50-698-90. Система технической документации на АСУ. Требования к содержанию документов стадии «Ввод в эксплуатацию».
39. РД 95 316-89. Изделия ядерного приборостроения и радиационной техники. Надежность. Выбор, определение и подтверждение нормируемых показателей. Основные положения.
40. РД 95 10598-96. Руководство по определению параметров ударных волн при внешних взрывах и нагрузок на строительные конструкции.
41. РД 95 10532-96. Руководство по определению параметров ударных волн при разрыве трубопроводов первого контура, избыточного давления в помещениях гермообъема и нагрузок от воздействия струи на ограждающие конструкции атомных станций.
42. ГОСТ 2.001-93. Общие положения.
43. ГОСТ 2.051-2006. ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.
44. ГОСТ 2.101-68. ЕСКД. Виды изделий.
45. ГОСТ 2.102-68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
46. ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки.
47. ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи.

48. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
49. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы.
50. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.
51. ГОСТ 2.111-68. ЕСКД. Нормоконтроль.
52. ГОСТ 2.114-95. ЕСКД. Технические условия.
53. ГОСТ 2.116-84. Карта технического уровня и качества продукции.
54. ГОСТ 2.118-73. ЕСКД. Технические предложения.
55. ГОСТ 2.119-73. ЕСКД. Эскизный проект.
56. ГОСТ 2.120-73. ЕСКД. Технический проект.
57. ГОСТ 2.124-85. ЕСКД. Порядок применения покупных изделий.
58. ГОСТ 2.125-88. ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.
59. ГОСТ 2.201-80. ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов.
60. ГОСТ 2.301-68. ЕСКД. Форматы.
61. ГОСТ 2.501-88. ЕСКД. Правила учета и хранения.
62. ГОСТ 2.502-68. ЕСКД. Правила дублирования.
63. ГОСТ 2.503-90. ЕСКД. Правила внесения изменений.
64. ГОСТ 2.601-2006. ЕСКД. Эксплуатационные документы.
65. ГОСТ 2.602.-95. ЕСКД. Ремонтные документы.
66. ГОСТ 2.701-84. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
67. ГОСТ 3.1001-81. ЕСТД. Общие положения.
68. ГОСТ 3.1102-81. ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
69. ГОСТ 3.1109-82. ЕСТД. Термины и определения основных понятий.
70. ГОСТ 3.1127-93. ЕСТД. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.
71. ГОСТ 3.1128-93. ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.
72. ГОСТ 3.1130-93. ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов.
73. ГОСТ 3.1201-85. ЕСТД. Система обозначения технологической документации.
74. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу (СИБИД). Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
75. ГОСТ 8.009-84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
76. ГОСТ 8.401-80. ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования..

77. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы физических величин.
78. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Методика выполнения измерений.
79. ГОСТ Р 8.565-96. ГСИ. Метрологическое обеспечение эксплуатации атомных станций. Основные положения.
80. ГОСТ Р 8.568-97. ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
81. ГОСТ Р 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
82. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
83. ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.
84. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
85. ГОСТ 12.2.049-80. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
86. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
87. ГОСТ 14.206-73. Технологический контроль конструкторской документации.
88. ГОСТ Р 15.000-94. СРПП. Основные положения.
89. ГОСТ 15.005-86. СРПП. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации (с изменениями 1987, 1988, 1989 гг.).
90. ГОСТ Р 15.011-96. СРПП. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.
91. ГОСТ 15.012-84. СРПП. Патентный формуляр.
92. ГОСТ 15.101-98. СРПП. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.
93. ГОСТ Р 15.201-2000. СРПП. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
94. ГОСТ 15.309-98. СРПП. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения.
95. ГОСТ 15.601-98. СРПП. Система разработки и остановки продукции на производство. Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения.
96. ГОСТ 19.101-77. ЕСПД. Виды программ и программных документов.
97. ГОСТ 19.102-77. ЕСПД. Стадии разработки.

98. ГОСТ 19.103-77. ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.
99. ГОСТ 19.104-78. ЕСПД. Основные надписи.
100. ГОСТ 19.105-78. ЕСПД. Общие требования к программным документам.
101. ГОСТ 19.106-78. ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
102. ГОСТ 19.201-78. ЕСПД. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
103. ГОСТ 19.202-78. ЕСПД. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению.
104. ГОСТ 19.301-79. ЕСПД. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению.
105. ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.
106. ГОСТ 19.402-78. ЕСПД. Описание программы.
107. ГОСТ 19.403-79. ЕСПД. Ведомость держателей подлинников.
108. ГОСТ 19.404-79. ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
109. ГОСТ 19.501-78. ЕСПД. Формуляр. Требования к содержанию и оформлению.
110. ГОСТ 19.502-78. ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.
111. ГОСТ 19.503-79. ЕСПД. Руководство системного программиста. Требования к содержанию и оформлению.
112. ГОСТ 19.504-79. ЕСПД. Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению.
113. ГОСТ 19.505-79. ЕСПД. Руководство оператора. требования к содержанию и оформлению.
114. ГОСТ 19.506-79. ЕСПД. Описание языка. Требования к содержанию и оформлению.
115. ГОСТ 19.507-79. ЕСПД. Ведомость эксплуатационных документов.
116. ГОСТ 19.508-79. ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию.
117. ГОСТ 19.601-78. ЕСПД. Общие правила дублирования, учета и хранения.
118. ГОСТ 19.602-78. ЕСПД. Правила дублирования, учета и хранения программных документов, выполненных печатным способом.
119. ГОСТ 19.603-78. ЕСПД. Общие правила внесения изменений.

120. ГОСТ 19.604-78. ЕСПД. Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом.
121. ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения.
122. ГОСТ 21.001-93. СПДС. Общие положения.
123. ГОСТ 21.101-97. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
124. ГОСТ 21.110-95. СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.
125. ГОСТ 24.104-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Общие положения.
126. ГОСТ 24.301-80. Система технической документации на АСУ. Общие требования к текстовым документам.
127. ГОСТ 24.302-80. Система технической документации на АСУ. Общие требования к выполнению схем.
128. ГОСТ 24.304-82. Система технической документации на АСУ. Требования к выполнению чертежей.
129. ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов АСУ. Надежность АСУ. Основные положения.
130. ГОСТ 25.001-78. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Комплекс нормативно-технической и руководящей документации. Общие положения.
131. ГОСТ 25.507-85. Расчет и испытания на прочность в машиностроении. Методы испытаний на усталость при эксплуатационных режимах нагружения. Общие требования.
132. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
133. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
134. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.
135. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.
136. ГОСТ 30.001-83. Система стандартов эргономики и технической эстетики.
137. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.
138. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.

139. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Стадии создания.
140. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
141. ГОСТ 34.603-92. Информационные технологии. Виды испытаний автоматизированных систем.
142. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 12182-2002. Информационная технология. Классификация программных средств.
143. ГОСТ 14192-96. Маркировка грузов.
- 143а. ГОСТ 14524-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками.
144. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения, транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
145. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения (с изменением 2004г.).
146. ГОСТ 16962.2-90. Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам.
147. ГОСТ 17137-87. Системы контроля, управления и защиты ядерных реакторов. Термины и определения.
148. ГОСТ 17138-81. Аппаратура КГО твэлов ядерных реакторов АЭС. Общие технические требования и методы испытаний.
149. ГОСТ 17516.1-90. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.
150. ГОСТ 18298-79. Стойкость аппаратуры, комплектующих элементов и материалов радиационная. Термины и определения.
151. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
152. ГОСТ 21964-76. Внешние воздействующие факторы. Номенклатура и характеристики.
153. ГОСТ 23170-78. Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования.
154. ГОСТ 23216-78. Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

155. ГОСТ 23660-79. Система технического обслуживания и ремонта техники. Обеспечение ремонтпригодности при разработке изделий.
156. ГОСТ 23945.0-80. Унификация изделий. Основные положения.
157. ГОСТ 24026-80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.
158. ГОСТ 24297-87. Входной контроль продукции. Основные положения.
159. ГОСТ 24346-80. Вибрация. Термины и определения.
160. ГОСТ 25804.1-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электрических станций. Основные положения.
161. ГОСТ 25804.2-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электрических станций. Требования по надежности.
162. ГОСТ 25804.3-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электрических станций. Требования к стойкости, прочности и устойчивости к внешним воздействующим факторам.
163. ГОСТ 25804.5-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электрических станций. Общие правила проведения испытаний и приемки опытных образцов и серийной продукции.
164. ГОСТ 25804.6-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электрических станций. Методы оценки соответствия требованиям по надежности.
165. ГОСТ 25804.7-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электрических станций. Методы оценки соответствия требованиям по стойкости, прочности и устойчивости к внешним воздействующим факторам.
166. ГОСТ 26291-84. Надежность атомных станций и их оборудования. Общие положения и номенклатура показателей (с изменениями 1987, 1990гг.).
167. ГОСТ 26344.0-84. Аппаратура ядерного приборостроения для атомных станций. Основные положения.
168. ГОСТ 26635-85. Реакторы ядерные энергетические корпусные с водой под давлением. Общие требования к системе внутриреакторного контроля.

169. ГОСТ 26656-85. Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования.
170. ГОСТ 26843-86. Реакторы ядерные энергетические. Общие требования к системе управления и защиты.
171. ГОСТ 26883-86. Внешние воздействующие факторы. Термины и определения.
172. ГОСТ 27445-87. Системы КНП для управления и защиты ядерных реакторов. Общие технические требования.
173. ГОСТ 27451-87. Средства измерения ионизирующих излучений. Общие технические условия.
174. ГОСТ 27452-87. Аппаратура КРБ (контроля радиационной безопасности) на АС. Общие технические требования.
175. ГОСТ 27609-88. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Основные положения и требования к проведению и нормативно-техническому обеспечению.
176. ГОСТ 27883-88. Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний.
177. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения. Программные средства. Порядок и правила проведения испытаний.
178. ГОСТ 28198-89 (МЭК 68-1-88). Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство.
179. ГОСТ 30372-95. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.
180. ГОСТ 30480-97. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования.
181. ГОСТ 30546.1-98. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости.
182. ГОСТ 30546.2-98. Испытание на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний.
183. ГОСТ 30630.0.0-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования.
184. ГОСТ 30630.1.2-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и

- других технических изделий. Испытание на воздействие вибрации.
185. ГОСТ 30631-99. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации.
- 185а. ГОСТ Р 12207-99. Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.
186. ГОСТ Р 50746-2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний.
187. ГОСТ Р 50995.0.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Основные положения.
188. ГОСТ Р 50995.3.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства.
189. ГОСТ Р 50996-96. Сбор, хранение, переработка и захоронение радиоактивных отходов. Термины и определения.
190. ГОСТ Р 51368-99. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость к воздействию температуры.
191. ГОСТ Р 51369-99. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость на воздействие влажности.
192. ГОСТ Р 51370-99. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость на воздействие солнечного излучения.
193. ГОСТ Р 51371-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов.
194. ГОСТ Р 51372-99. Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость при воздействии агрессивных и других специальных сред для технических изделий, материалов и систем материалов. Общие положения.
195. ГОСТ Р 51499-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации с воспроизведением заданной акселерограммы процесса.

196. ГОСТ Р 51801-2001. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к воздействию агрессивных и других специальных сред.
197. ГОСТ Р 51802-2001. Методы испытаний на стойкость к воздействию агрессивных и других специальных сред машин, приборов и других технических изделий.
198. ГОСТ Р 51804-2001. Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Комбинированные испытания.
199. ГОСТ Р 51805-2001. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие линейного ускорения.
200. ГОСТ Р 51910-2002. Методика исследования и проверки ускоренными методами влияния внешних воздействующих факторов на долговечность и сохраняемость технических изделий. Разработка и построение.
201. ГОСТ Р 51908-2002. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования.
202. ГОСТ Р 52560-2006. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие пыли (песка).
203. ГОСТ Р 52561-2006. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов при свободном падении, при падении вследствие опрокидывания, на воздействие качки и длительных наклонов.
204. ГОСТ Р 52562-2006. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие воды.
205. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Система качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и/или разработке, производстве, монтаже и обслуживании.
206. ПР 50.2.006-94/2002. ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.
207. ПР 50.2.009-94. ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждение типа средств измерения.

208. ПР.50.2.010-94. ГСИ. Требования к государственным центрам испытаний средств измерений и порядок их аккредитации.
209. ПР 50.2.016-94. ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ.
210. ПР 50.2.017-95. ГСИ. Положение о российской системе калибровки.
211. ОИТ 0004-1999. Система сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения. Порядок проведения сертификации (с изменением 2004г.)
212. МИ 1317-2004. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
213. МИ 2174-91. ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения.
214. МИ 2187-92. ГСИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы средств измерений. Методика определения.
215. МИ 2222-92. ГСИ. Виды измерений. Классификация.
216. МИ 2232-2000. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерения при ограниченности исходной информации.
217. МИ 2246-93. ГСИ. Погрешности измерений. Обозначения.
218. МИ 2267-2000. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами, метрологическая экспертиза технической документации.
219. МИ 2277-93. ГСИ. Сертификация средств измерения. Основные положения и порядок проведения работ.
220. МИ 2301-2001. ГСИ Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений.
221. МИ 2377-98. ГСИ. Разработка и аттестация методик выполнения измерений.
222. МИ 2439-97. ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля.
223. МИ 2440-97. ГСИ. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешностей измерительных каналов, измерительных систем и измерительных комплексов.
224. МИ 2539-99. ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих программно-технических комплексов. Методы поверки.

225. МИ 2891-2004. ГСИ. Общие требования к программному обеспечению средств измерений.
226. МИ 16669-87. Метрологическое обеспечение автоматизированных систем управления. Основные положения.
227. РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Термины и определения.
228. ОСТ 95 10175-86. Организация проведения нормоконтроля конструкторской документации.
229. ОСТ 95 10260-93. Автоматизированные системы. Порядок ввода в действие.
230. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
231. СО 153-34.20.120-2003. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). (Глава 1.1, 1.2, 1.7-1.9, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2, 6.1-6.6, 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7.10. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 552С.).
232. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
233. СТО 1.1.1.01.003.0667-2006. Техническая документация. Классификация технической документации ФГУП концерн «Росэнергоатом».
234. СТО 1.1.1.01.003.0668-2006. Техническая документация. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению нормативных документов.
235. СТО 1.1.1.03.003.0690-2006. Пусконаладочные работы на атомных станциях с реакторами типа ВВЭР. Термины и определения
236. СТ ЭО 0542-2006. Порядок организации и проведения модернизации систем и оборудования.
237. РД ЭО 0281-01. Положение по управлению ресурсными характеристиками элементов энергоблоков.
238. РД ЭО 0515-2004. Нормы точности измерений основных теплотехнических величин для атомных станций с водо-водяными энергетическим реакторами ВВЭР-1000.
- 238а. РД ЭО 0554-2005. Атомные станции. Управляющие системы, важные для безопасности. Создание, модернизация и эксплуатация. Общие положения.
239. Артемьев Б.Г., Лукашов Ю.Е. Справочное пособие для специалистов метрологических служб. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 648с.
240. Атомная наука, энергетика, промышленность. Посвящается 100-летию со дня рождения академика А.П. Александрова. – М.: Издат, 2004. – 328с.

241. Гордон Б.Г. Правовые и нормативные основы регулирования ядерной и радиационной безопасности: учебное пособие по курсу «Безопасность и надежность ЯЭУ». М: МИФИ. – 2000. – 280с.
242. Комментарий к Общим положениям обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-8897) / В.М. Беркович, А.М. Букринский, М.И. Мирошниченко, В.А. Сидоренко. – М: НТЦ ЯРБ. – 2005. – 136с.
243. Пронкин Н.С. Основы метрологии: практикум по метрологии и измерениям: учебное пособие для вузов. – М.: Логос; Университетская книга. – 2007. – 392с.
244. Черных Ю.Н., Мартыненко Ю.Б., Козенюк А.А. Обеспечение качества при эксплуатации АЭС. – 100с.
245. МЭК 60780:1998. Атомные электростанции. Электрическое оборудование. Системы безопасности. Квалификация.
246. МЭК 60880:1986. Программные средства для компьютеров в системах безопасности атомных станций.
247. МЭК 60880-2:2000. Программные средства для компьютеров в системах безопасности атомных станций. Часть 2. Программные аспекты защиты от отказов по общей причине. Использование программных инструментальных средств и ранее разработанного программного обеспечения.

Александр Сергеевич Тимонин

Разработка продукции для атомной энергетики

Учебное пособие

Редактор Т.В. Волвенкова

Подписано в печать 01.09.08. Формат 60x84 1/16
Объем 26,75 п.л. Уч.-изд. л. 27,5. Тираж 150 экз.
Изд. № 4/135. Заказ №

*Московский инженерно-физический институт
(государственный университет)
Москва, Каширское ш., 31*

*Типография издательства «Тровант».
г. Троицк Московской обл.*

