



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

## **Учебное пособие** по дисциплине

# **«Метрологическое обеспечение, стандартизация, сертификация и экспертиза»**

Авторы  
Скорик Т.А.,  
Страхова Н.А.,  
Галкина Н.И.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Учебное пособие предназначено для бакалавров и магистров направлений подготовки «Строительство» и «Техносферная безопасность», аспирантов и специалистов, при выполнении лабораторных работ, в курсовом и дипломном проектировании.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение и  
вентиляция» Скорик Т.А.

д.т.н., поф. кафедры  
«Теплогазоснабжение и  
вентиляция»  
Страхова Н.А.

к.т.н., доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение и  
вентиляция» Галкина Н.И.



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>1. ИСТОРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ. ....</b>	<b>8</b>
<b>2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ .12</b>	
2.1. Объекты измерения и их свойства .....	13
2.2. Измерения, их классификация и качества.....	14
2.3. Методы измерения.....	20
<b>3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ.....</b>	<b>23</b>
3.1. Виды средств измерения и их параметры .....	24
3.2. Метрологические характеристики средств измерения. .....	28
<b>4. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.....</b>	<b>35</b>
4.1. Виды погрешностей измерения .....	37
4.2. Систематическая погрешность .....	38
4.3. Случайная погрешность .....	43
4.4. Грубая погрешность.....	54
4.5. Обработка результатов измерений. ....	55
<b>5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО .....</b>	<b>56</b>
5.1. Государственная система стандартизации и техническое регулирование .....	57
5.2. Цели и научная база стандартизации .....	59
5.3. Методы стандартизации.....	65
5.4. Показатели, уровни и системы качества. ....	70
5.5. Управление качеством в строительстве .....	73
<b>6. СЕРТИФИКАЦИЯ.....</b>	<b>75</b>
6.1. Законодательные основы и виды сертификации .....	75
6.2. Международные и государственные системы сертификации .....	76
6.3. Сертификация в строительстве.....	78
<b>7. ЭКСПЕРТИЗА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....</b>	<b>79</b>
7.1. Порядок проведения государственной экспертизы ..	79
7.2. Состав проектной документации для предоставления в государственную экспертизу. ....	80
7.3. Проведение оценки соответствия проектной	

документации.....	86
7.4. Заключение государственной экспертизы. ....	88
<b>8. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>90</b>
8.1. Статистическая обработка экспериментальных исследований по определению концентрации пыли в воздухе рабочей зоны .....	90
8.2. Статистическая обработка экспериментальных исследований по определению концентрации пыли в воздуховоде .....	95
8.3. Статистическая обработка результатов при анализе дисперсного состава пыли .....	96
8.4. Статистическая обработка результатов при оценке надежности работы вентиляционных систем.....	100
<b>Список использованных источников .....</b>	<b>111</b>
<b>Приложение А Схемы образования погрешности .....</b>	<b>112</b>
<b>Приложение Б Проверка нормальности распределения результатов наблюдений .....</b>	<b>114</b>
<b>Приложение В Значение коэффициента <math>t</math> для случайной величины <math>Y</math>, имеющей распределение Стьюдента с <math>n-1</math> степенями свободы .....</b>	<b>117</b>
<b>Приложение Г ГОСТ 8.207-76 «ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЯ».....</b>	<b>118</b>
<b>Приложение Д Формы заявлений на проведение экспертизы и проверки .....</b>	<b>125</b>
<b>Приложение Е .....</b>	<b>128</b>
<b>Приложение Ж.....</b>	<b>129</b>
<b>Приложение К.....</b>	<b>131</b>
<b>Приложение Л Перечень типовых ошибок по инженерному оборудованию и сетям инженерно- технического обеспечения .....</b>	<b>132</b>



<b>Приложение М</b>	<b>Положительное заключение</b>	
<b>государственной экспертизы .....</b>		<b>134</b>
<b>Приложение Н</b>	<b>Отрицательное заключение</b>	
<b>государственной экспертизы .....</b>		<b>135</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Метрология как наука об измерениях является неотъемлемой частью современной строительной индустрии. Результаты измерений используются для обеспечения качества, безопасной и эффективной работы инженерного оборудования объектов, в том числе и систем теплогасоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования. В настоящее время одним из приоритетных направлений научно-технического прогресса является экономия топливно-энергетических и материальных ресурсов. Проблемы энергосбережения в жилищно-коммунальном и промышленном строительстве невозможно решать без надежных средств измерения, контроля и учета, без использования современных методов измерений и обработки их результатов.

Обеспечению технического уровня выпускаемой продукции способствует деятельность в области стандартизации и унификации, важнейшим результатом которой является повышение степени соответствия продукции, процессов, систем их функциональному назначению и принятым показателям качества; содействие научно-техническому прогрессу и международному сотрудничеству.

Правовое регулирование в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, ее производству, эксплуатации, транспортировки и реализации является одним из важнейших направлений Государственной технической политики, что закреплено вступившим в силу с 1 июля 2003 года Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ.

Официальное подтверждение качества продукции, определяющее ее конкурентоспособность, а также рентабельность и эффективность производства, является основной задачей сертификации.

Использование современных подходов в организации метрологического обеспечения и обеспечения единства измерений, гармонизация национальной правовой базы этих видов деятельности с международным законодательством определяется необходимостью создания общего рынка товаров и услуг, совместным решением вопросов безопасности и охраны окружающей среды. Выход отечественного строительного производства на мировой уровень способствует решению Приоритетных программ в области национальной политики.

В настоящее время имеется ряд учебно-методических изда-

ний по данной проблематике, предназначенный для других специальностей, например, в области машиностроения, информационных систем, экономики, социологии и пр., учебные планы которых имеют значительно больший бюджет времени либо отражают их специфику.

Данное учебное пособие освещает широкий спектр вопросов в области метрологии, стандартизации и сертификации в строительстве с учетом специфических особенностей систем инженерного оборудования зданий и сооружений и соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для специальностей, предусмотренных направлениями подготовки «Строительство» и «Техносферная безопасность».

## 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ.

Долгое время метрология была в основном описательной наукой о различных мерах и соотношениях между ними. Но в процессе развития общества роль измерений возрастала, и с конца прошлого века благодаря прогрессу физики и математики метрология поднялась на качественно новый уровень.

Большое значение в становлении метрологии в России принадлежит Д.И. Менделееву, руководившему отечественной метрологией в период с 1892 по 1907 г. "Наука начинается... с тех пор, как начинают измерять. Точная наука невозможна без меры", – эта фраза великого ученого выражает важнейший принцип развития науки и ее отрасли – метрологии.

Развитие естественных наук, открытие новых законов природы, появление новых и расширение диапазона измерения известных физических величин привело к появлению новых средств измерений, а они, в свою очередь, стимулировали развитие метрологии и ее научных основ, делая ее все более мощным средством исследований. Так, например, повышение точности измерений плотности воды привело в 1932 г. к открытию тяжелого изотопа водорода – дейтерия. Подобных примеров, которые подтверждают роль измерений как инструмента познания, множество.

Метрология как область практической деятельности зародилась в древности. На всем пути развития человеческого общества измерения были основой отношений людей между собой, окружающими предметами, природой. При этом вырабатывались единые представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, а также правилах и способах их сопоставления.

Наименования единиц измерения и их размеры исторически определялись возможностью применения их без специальных устройств, основываясь на органах чувств и предметах, находящихся в непосредственном обращении. Иногда, как например одна из наиболее древних единиц измерения – стадия, они основывались на мифологии, т. е. были концептуальными и антропологическими – неметрическими. На Руси в качестве единиц длины использовались "пядь", "локоть", "аршин", "сажень" и пр. Позже установление единиц измерения являлось одной из властных функций и привилегий монархов. Так английский король Эдвард



ввел меру длины – дюйм, равный длине трех ячменных зерен (25,4 мм), используемую в некоторых странах и поныне. Для поддержания единства установленных мер еще в древние времена создавались эталонные (образцовые) меры. К ним относились бережно и сохраняли в надежных местах. Король Генрих VIII, правивший в Англии в XVI веке установил в качестве меры длины длину своей руки – ярд. Для практического применения были выкованы железные бруски соответствующей длины, а один из них в качестве эталона был заложен на хранение в стену крепости Тауэр, однако во время пожара эталон расплавился и ученые отошли от длины конечности давно почившего монарха.

История становления и эволюции метрической системы мер шла параллельно с историей развития общества и определялась его нуждами. По мере развития промышленного производства повышались требования к применению и хранению мер, усиливалось стремление к унификации размеров единиц физических величин. В XIX веке значительно возросли торговые, научные и культурные связи между государствами. Развивающийся капитализм требовал более тесных торгово-экономических связей и сближения систем измерения в разных странах.

В начале 1840 г. во Франции была введена метрическая система мер, значимость которой глубоко оценил Д.И. Менделеев. В 1870 г он выступил с призывом содействовать подготовке метрической реформы в России. По его инициативе Петербургская академия наук предложила учредить международную организацию, которая обеспечивала бы единообразие средств измерений в международном масштабе. Это предложение получило одобрение, и в 1875 г. на Дипломатической метрологической конференции, проведенной в Париже, в которой участвовали 17 государств (в том числе Россия) была Принята Метрическая конвенция. Позже Метрическую конвенцию подписало 41 государство, а сама метрическая система единиц узаконена в 110 из 200 стран мира

Прогресс науки и техники, материального производства сделал необходимым развитие упорядочивающих систем человеческой деятельности. Труд как осознанное действие начинается с представления мысленного образа его результата; коллективный труд многих людей нуждается в единых обобщенных образцах действия – в стандартах.

Стандартизация возникла стихийно в глубокой древности как один из путей развития общества. К ее первым проявлениям можно отнести письменность, системы счета, летоисчисления, денежные единицы. В развитом обществе неоправданное много-

образе подобных объектов является отрицательным явлением и препятствием на пути научно-технического прогресса. В настоящее время к известным отрицательным примерам относятся сохраняющееся в некоторых странах Западной Европы и в Японии левостороннее движение автотранспорта, различная ширина железнодорожной колеи в России и Европе и пр. Передовая в техническом отношении страна США до сих пор пользуется дюймовой системой мер, неся при этом ежегодные убытки порядка 20 млрд. долларов.

Успешное развитие торгового, экономического и научно-технического сотрудничества различных стран невозможно без международной стандартизации. С середины 60-х годов XX века остро встала проблема загрязнения окружающей среды, вызванная, в том числе, растущим антропогенным воздействием. Кислотные дожди, парниковый эффект и глобальное потепление, уменьшение озонового слоя и повышение уровня мирового океана – для противостояния этим явлениям необходимы усилия всего мирового сообщества и, конечно, одинаковые стандарты, т.е. общий “технический язык”, владея которым можно выработать правильные решения.

По мере унификации единиц измерений во многих государствах вводились законодательные нормы, которые защищали потребителей от недобросовестности производителей и распространителей товаров и услуг, что и явилось предпосылкой развития сертификации.

Сертификация – это подтверждение соответствия объекта сертификации предъявленным к нему требованиям. Сертификация продукции представляет собой комплекс мероприятий, проводимых с целью подтверждения посредством сертификата соответствия, что продукция отвечает определенным стандартам или другим требованиям. Сертификация появилась в связи с необходимостью защитить рынок от продукции, непригодной к использованию.

Вопросы безопасности, защиты здоровья и окружающей среды делают необходимым законодательно устанавливать ответственность за ввод в обращение недоброкачественной продукции и определять обязательные минимальные требования, касающиеся характеристик продукции, вводимой в обращение. Это такие законодательные акты, как «Закон о защите прав потребителей», принятый в России, или закон об ответственности за продукцию, принятый в странах Европейского Сообщества. Законы устанавливают также минимальные требования по характеристикам про-

дукции или ее отдельных параметров.

В нашей стране ежедневно с помощью различных средств измерения производится около 200 млрд. измерений, на которые расходуется до 10—15% затрат общественного труда. В отраслях промышленности, производящих сложную технику (электротехника, станкостроение и др.) доля подобных затрат достигает 50—70%. Подсчитано, что число средств измерений растет пропорционально квадрату прироста промышленной продукции. В настоящее время насчитывается более 1,5 млрд. средств измерений, а при увеличении объема промышленной продукции вдвое их число может вырасти в 4 раза.

Общемировые тенденции научно-технического прогресса, растущего уровня материального производства, необходимости экономии энергетических и материальных ресурсов делают определяющими проблемы обеспечения качества продукции, а, следовательно, повышение качества измерений и успешное внедрение новых методов измерений, что зависит и от уровня развития метрологии как науки.

Деятельность во всех областях метрологии должна соответствовать изменениям, происходящим в различных сферах общественных отношений и экономики и способствовать прогрессу производства. Развитие отечественной законодательной базы, использование современных информационных технологий и опыта технически развитых стран позволят России стать полноправным мировым партнером в области метрологии, стандартизации и сертификации.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ

**Метрология** – греческое слово (метрон – мера и логос – учение), обозначающее учение о мерах. Современное определение метрологии следующее – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Метрологию разделяют на теоретическую, прикладную и законодательную.

Теоретическая метрология занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения.

Прикладная (практическая) метрология занимается вопросами практического применения в различных сферах деятельности результатов теоретических исследований в рамках метрологии.

Законодательная метрология включает совокупность правил и норм, направленных на обеспечение единства измерений, которые вводятся в ранг правовых положений уполномоченными органами государственной власти и имеют обязательную силу, находясь под контролем государства. Законодательная метрология обуславливает стандартизацию используемых терминов и определений.

Основными задачами метрологии являются:

- развитие общей теории измерений и ее прикладных проблем;
- обеспечение единства измерений и внедрение рационально обоснованных систем единиц физических величин;
- разработка новых и совершенствование известных принципов и методов измерений;
- создание и совершенствование средств измерений, эталонов и образцов;
- развитие методов оценки погрешности измерений и повышение точности средств измерений;
- создание метрологических стандартов и нормативно-технических документов.

## 2.1. Объекты измерения и их свойства

Основные термины и определения в области метрологии регламентируются согласованными с международными стандартами РМГ 29-99 (приложение 2). Теоретическая метрология оперирует следующими понятиями.

**Измерение** — определение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

**Физическая величина** — свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, системам, их состояниям, происходящим в них процессам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

**Величина** — характеристика объекта, которую можно оценить количественно (измерить). Эта величина характеризуется размером и численным значением.

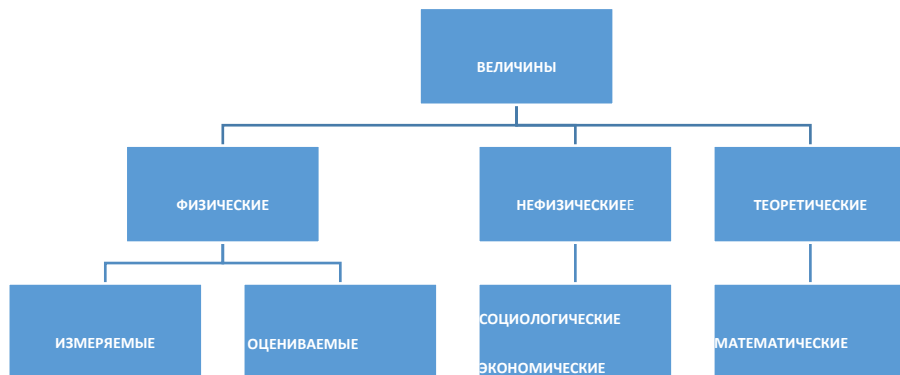


Рис.1

**Размер величины** — количественное содержание в данном объекте данной физической величины. Размер физической величины, относящийся к конкретному объекту, существует независимо от того, измеряем мы его или нет, т.е. объективен.

**Численное значение** размера физической величины определяется в результате сравнения этой физической величины с некоторой единицей физической величины, принятой как мера.

$$Q = q_i \cdot [ Q_i ], \quad (1)$$

где  $Q$  – численное значение размера физической величины;  
 $q_i$  – численное значение;  
 $i$  – индекс принятой системы единиц;  
 $Q_i$  – единица измерения физической величины в принятой системе единиц (мера).

Значение физической величины есть величина субъективная, которая выявляется опытным путем в процессе измерения; при этом размер физической величины в общем виде принято обозначать  $X$ , а полученное численное значение результата измерения –  $X_{\text{изм}}$  или  $Y$ .

**Единица физической величины** — это физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице. Оно принимается за основание масштаба для сравнения с ним одноименных физических величин при их количественной оценке.

## 2.2. Измерения, их классификация и качества

Измерения являются важнейшим способом познания окружающего мира. Современное общество не может существовать без измерений. Перечень измеряемых физических величин и диапазон их измерения постоянно растут. Так, даже давно известные – длина определяется в пределах от  $10^{-10}$  до  $10^{17}$  м, температура – от 0,5 до  $10^6$  К, сила электрического тока – от  $10^{-10}$  до  $10^4$  А, мощность – от  $10^{-15}$  до  $10^9$  Вт.

С ростом диапазона измерений и усложнением измеряемых физических величин появляются новые измерительные технологии, средства измерения, методики обработки результатов.

Классификация видов и методов измерений позволяет не только систематизировать разнообразие измерений различных физических величин и упростить подход к решению конкретной измерительной задачи, но и унифицировать анализ структур и принципов действия различных измерительных приборов (раздел 3).

**Измерение** — это познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной физической величины с некоторым ее значением, принятым за единицу измерения.

Измерения объединяют в группы по различным признакам (рис.2).



Рисунок 2 – Классификация измерений

Измерения классифицируются:

1. По отношению к измеряемой величине:
  - статические;
  - динамические.
2. По способу получения результата измерения:
  - прямые;

- косвенные;
  - совокупные;
  - совместные.
3. По метрологическому назначению:
- метрологические;
  - технические;
  - поверочные.
4. По способу выражения результатов:
- абсолютные;
  - относительные (безразмерные).
5. По числу измерений в серии:
- однократные (наблюдения);
  - многократные.
6. По характеристике точности:
- равноточные;
  - неравноточные.

**Статические измерения** – это измерения физических величин, которые принимаются постоянными в течение периода измерения, например, определение линейных размеров объекта.

**Динамические измерения** выполняются для физических величин размер которых изменяется в процессе измерения.

Отнесение измерения к статическим или динамическим связано с зависимостью между продолжительностью измерения и периодом установления измеряемого значения, например, измерение массы на рычажных весах в течение времени остановки стрелки указателя.

**Прямые измерения** позволяют получить результат непосредственно по шкале соответствующего средства измерения, при этом численное значение:

$$X_{\text{изм}} = x [X] \quad (2)$$

Подобные измерения, например, выполняются при измерении геометрических размеров, температуры, электрических величин, массы и т.д.

**Косвенные измерения** позволяют получить результат путем обработки результатов прямых измерений физических величин, функционально связанных с искомой физической величиной:

$$X_{\text{изм}} = F(X_1, X_2, X_3, \dots) [X] \quad (3)$$

Примеры косвенных измерений: определение площади и



объема по линейным размерам, скорости, ускорения, плотности, мощности и т.д.

**Совокупные измерения** представляют собой производящиеся одновременно измерения одноименных величин в различных сочетаниях с последующей обработкой результатов в виде решения системы уравнений:

$$\begin{aligned} X_{\text{изм}} &= F_1 ( X_1, X_2, X_3, \dots ) [X] \\ &F_2 ( X_1, X_2, X_3, \dots ) [X] \\ &F_3 ( X_1, X_2, X_3, \dots ) [X] \end{aligned} \quad (4)$$

Такие измерения выполняются, например, при калибровке мер по образцовой мере, при определении массы с использованием методов замещения, противопоставления и т.д. (раздел 4.3), при поверочных измерениях.

**Совместные измерения** представляют собой производящиеся одновременно измерения разнородных физических величин и определение зависимости между ними.

$$\begin{aligned} X_{\text{изм}} &= F_1 ( X_1, X_2, X_3, \dots ) [X] \\ &F_2 ( Y_1, Y_2, Y_3, \dots ) [Y] \\ &F_3 ( Z_1, Z_2, Z_3, \dots ) [Z] \end{aligned} \quad (5)$$

Подобные измерения выполняются, например, при определении расхода жидкости в трубопроводе, концентрации вредных веществ в воздухе, эффективности пылеуловителей и т.д.

Совместные и совокупные измерения также являются косвенными, так как численное значение результата измерения определяется расчетом.

**Метрологические измерения** предназначены для лабораторных испытаний, научных исследований, выявления новых констант, физических величин, например, массы элементарных частиц, эталонов единиц физических величин. Эти измерения выполняются с максимальной точностью, достижимой при современном уровне развития научно-технической базы.

**Технические измерения** выполняются для решения конкретных технических задач с точностью, соответствующей цели измерения, называемой целесообразной степенью точности и указываемой в стандартах.

**Поверочные измерения** производятся для выявления до-

полнительной составляющей систематической погрешности средств измерений, образующейся в процессе их эксплуатации (раздел 3).

Измерения выполняются также с целью контроля и испытания.

**Контроль** представляет собой частный случай измерения и проводится для установления соответствия измеряемой величины ее некоторому заданному значению.

**Испытание** состоит в регистрации последовательности значений измеряемой физической величины, изменяющейся под действием определенных факторов, то есть измерение является отдельным единичным этапом испытания.

**Абсолютные** измерения позволяют получить результат выраженный в единицах измерения данной физической величины, например, длина в м.

**Относительные** измерения определяют результат как отношение численного значения, полученного при абсолютном измерении к некоторому нормативному значению одноименной физической величины, например, относительная влажность воздуха.

**Равноточные** измерения производят одними и теми же средствами измерения, в одних и тех же условиях. Они имеют одну и ту же систематическую погрешность.

Измерение – это процесс, который завершается получением результата измерения. В зависимости от цели измерения результат может иметь различное значение. Диапазон значимости целей, для которых проводятся измерения, определяет требования к качеству измерений.

К основным показателям качества измерений относятся:

- точность;
- достоверность;
- правильность;
- сходимость;
- воспроизводимость.

**Точность** представляет собой качество измерения, отражающее близость результата к достоверному значению физической величины. Точность есть величина, обратная погрешности:

$$\varepsilon = \frac{1}{\Delta_x} \quad (6)$$

**Правильность** — это качество, отражающее близость к нулю систематической погрешности (уменьшается систематическая погрешность, увеличивается правильность измерений).

**Достоверность** результатов характеризует наличие вероятностных характеристик в численном значении результата измерения.

**Сходимость** результатов отражает близость друг к другу результатов равноточных измерений.

**Воспроизводимость** характеризует степень совпадения результатов неравноточных измерений.

**Уровень точности** при производстве измерений определяется критериями целесообразности, устанавливаемыми в зависимости от:

- цели измерений;
- вида измерений;
- условий проведения измерения.

Измерения выполняются при помощи средств измерений.

**Средства измерения** — это технические средства, имеющие нормированные метрологические характеристики (раздел 3) .

**Метод измерений** представляет собой физические законы, приемы использования принципов и средств измерений, т.е. способ решения измерительной задачи. Метод измерений реализует тот или иной принцип измерения.

**Принцип измерения** — это совокупность физических явлений, на котором основано данное измерение.

**Методика измерения** определяет последовательность операций и совокупность условий при производстве замеров и обработке результатов измерения.

### 2.3. Методы измерения

Существует множество методов измерения и, по мере развития науки и техники, число их растет. Конкретные методы измерений определяются видом измеряемых величин, их размерами, требуемой точностью результата, условиями и продолжительностью процесса измерения, рядом других признаков. Большинство физических величин можно измерить несколькими методами, которые могут отличаться друг от друга, как по используемому принципу, так и по способу решения измерительной задачи.

Несмотря на различия, все известные методы измерения поддаются систематизации по общим характерным признакам. Рассмотрение и изучение этих признаков помогает правильному выбору метода, его сопоставлению с другими, существенно облегчает разработку новых методов измерения.

Для прямых измерений можно выделить несколько основных методов: метод непосредственной оценки, дифференциальный метод, нулевой метод, метод совпадений, метод замещения, методы противопоставления и симметричных наблюдений. При косвенных измерениях широко применяется преобразование измеряемой величины в процессе измерений. В соответствии с РМГ 29-99 различают следующие основные стандартизованные и дополнительные методы измерений, перечисленные ниже.

**Метод непосредственной оценки** позволяет определить значение измеряемой величины непосредственно по отсчетному устройству без каких – либо дополнительных действий и вычислений, кроме возможного умножения показаний на постоянную измерительного прибора или цену деления.

К преимуществам метода относятся быстрота и простота выполнения измерений, возможность автоматизации и использования его для контроля качества продукции, а также при мониторинге. Недостаток метода – невысокая точность измерения.

Наиболее многочисленной группой средств измерений, служащих для измерений методом непосредственной оценки, являются показывающие приборы, как шкальные, так и стрелочные. К показывающим измерительным приборам непосредственной оценки относятся манометры, динамометры, барометры, амперметры, вольтметры, ваттметры, расходомеры, тягомеры, жидкостные термометры и пр., а также интегрирующие счетчики и самописцы.

**Дифференциальный метод** заключается в измерении разности между измеряемой физической величиной и величиной, значение которой известно, т.е. мерой. Метод используется в случаях, когда просто и точно может быть реализована операция вычитания, например, при измерении длины, давления, скорости и пр..

Преимущество метода – высокая точность результата измерения даже при использовании простых по конструкции средств измерения невысокой точности. Погрешность метода определяется, в основном, погрешностью меры.

Так, при измерении длины образца  $x$ , используя меру  $l$  можно записать

$$x = l + a \pm \Delta = (l + a) [1 \pm (\Delta / l + a)]; \text{ так как } l \gg a, \text{ то } (\Delta / l + a) \ll \Delta / a.$$

Средства измерения, реализующие метод: приборы, регистрирующие линейные, угловые, электрические величины.

**Нулевой метод** заключается в сравнении измеряемой величины с величиной, значение которой известно и которую выбирают так, чтобы разность между измеряемой и известной величиной равнялась нулю. Совпадение значений фиксируется нулевым указателем. Для реализации данного метода необходимо наличие соответствующих многозначных мер, либо использование в конструкции средства измерения неравноплечих рычагов, при этом мера может значительно отличаться от измеряемой величины. Метод используется для измерения массы, скорости, электрических величин и пр.

**Метод совпадений** характеризуется измерением разности между сравниваемыми величинами с использованием совпадения отметок их шкал или периодических сигналов.

Метод используется при измерении линейных размеров штангенциркулем, частоты колебаний, скорости вращения – стробоскопом, при проверке хронометров.

**Метод замещения.** Он также является разновидностью дифференциального метода, когда измеряемую величину замещают известной физической величиной, воспроизводимой мерой, например, при взвешивании на равноплечих весах с целью устранения погрешности неравноплечести (раздел 4.3).

**Метод противопоставления** заключается в том, что и измеряемая величина, и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения, например, при измерении массы на равноплечих весах.

Кроме перечисленных методов измерений для решения конкретных измерительных задач используются также их различные варианты и комбинации. Выбранный метод определяет основные приемы использования средств измерения и соответствующие методики, которые представляют собой требования к последовательности измерительных операций, соблюдению установленных условий измерения, способу обработки результатов измерения.

### 3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Органы чувств человека не позволяют сравнивать и измерять большинство физических величин, т.е. воспринимать измерительные сигналы. Органолептические характеристики, получаемые с помощью органов чувств, используются иногда для качественной оценки оцениваемых физических величин, а для определения численных значений и размеров измеряемых физических величин требуются преобразования измерительных сигналов в воспринимаемую форму.

Для этой цели применяются средства измерения (рис.3).

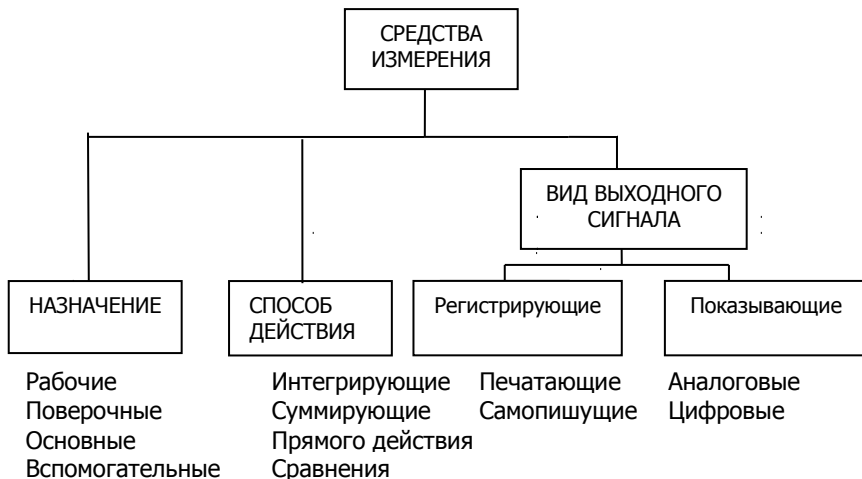


Рисунок 3

**Средства измерения** – это предназначенные для измерения устройства, которые имеют определенные и регламентированные метрологические характеристики и позволяют получать результаты измерений, соответствующие назначению устройства.

Для того чтобы средство измерения выполняло измерительные преобразования, оно должно обладать определенными свойствами. Их характеристики устанавливаются в нормативно-технической документации (НТД) и называются техническими характеристиками. Те из технических характеристик, которые необходимы для получения измерения, называются метрологическими характеристиками.

Средства измерения являются техническими средствами, предназначенными для хранения и воспроизведения единицы физической величины, размер которой принимается неизменным с учетом установленной погрешности в течение известного интервала времени.

Одно и то же средство измерения может использоваться в соответствии с метрологическим назначением либо в качестве рабочего – предназначенного для решения конкретных измерительных задач, например, для технических измерений; либо в качестве образцового – служащего для передачи размера единицы физической величины другим средствам измерения, для поверочных измерений

### 3.1. Виды средств измерения и их параметры

К средствам измерения относятся:

- меры;
- измерительные преобразователи;
- измерительные приборы;
- измерительные системы;
- измерительные установки.

**Меры** предназначены для хранения или воспроизведения физической величины заданного размера. Различают однозначную меру, воспроизводящую физическую величину только одного размера, которая по своему характеру не может быть суммирована с аналогичными однозначными мерами (гири, калибр на заданный размер, образцы твердости, индикаторные трубки) и многозначную меру, представляющую набор однозначных мер, которые могут алгебраически складываться (набор разновесов, магазин сопротивлений, измерительные линейки).

К однозначным мерам относятся также образцы и образцовые вещества.

**Стандартный образец** – это образец вещества с установленными значениями одной или нескольких физических величин, характеризующих его свойства. Он может использоваться в качестве рабочего эталона в поверочной схеме.

**Измерительные преобразователи** – технические средства, предназначенные для выработки измерительных сигналов в форме, удобной для передачи, обработки, хранения, дальнейших преобразований, но не поддающейся непосредственному восприятию (термопара, пьезоэлемент). Преобразуемая величина назы-



вается входным сигналом, а результат преобразования-выходным сигналом.

Соотношение между входным и выходным сигналами является функцией преобразователя, которая обычно зафиксирована в его названии (термоэлектрический, гидромеханический).

Если в процессе преобразования физическая величина не изменяет свой характер и природу, а функция преобразователя линейная, то такой преобразователь называется масштабный (микроскоп) или усилитель. По месту, занимаемому преобразователем в средстве измерения различают первичные (датчики), передающие и промежуточные преобразователи.

**Измерительные приборы** – это средства измерения, предназначенные для получения информации о физической величине в доступной для восприятия форме в заданном диапазоне. В отличие от измерительного преобразователя в приборе всегда имеется устройство для отражения численного значения измеряемой величины (шкала с указателем, цифровое табло, выход на ЭВМ). Различают приборы прямого действия и приборы сравнения (компараторы).

В измерительных приборах прямого действия измеряемая величина воздействует на подвижные элементы отсчётных устройств, предварительно проградуированных с помощью мер (манометры, термодпары, амперметры), а измерительные преобразования обычно осуществляются последовательно, без обратной связи.

На рис.4 показана структурная схема цифрового термометра, который включает в себя термоэлектрический преобразователь 1 температуры в сопротивление, преобразователь 2 сопротивления в напряжение, усилитель 3, преобразователь 4 усиленного напряжения в цифровой код, выводимый на отсчетное устройство 5.



Рисунок 4 – Структурная схема цифрового термометра

В измерительных приборах сравнения измеряемая величина сравнивается с величинами, значения которых известны (весы

аналитические, газоанализаторы, электроизмерительные мосты). На рис.5 приведена структурная схема автоматического прибора сравнения, содержащая устройство сравнения 1, устройство управления 2 и регулируемую меру 3 с отсчетным устройством. В зависимости от результата сравнения  $x$  и  $x_0$  устройство управления 2 воздействует на меру 3 таким образом, чтобы разность  $x$  и  $x_0$  уменьшалась до достижения их равенства, при этом используется метод замещения. Если в устройстве сравнения происходит вычитание величин  $x$  и  $x_0$  одновременно, то в данном приборе реализуется нулевой метод.

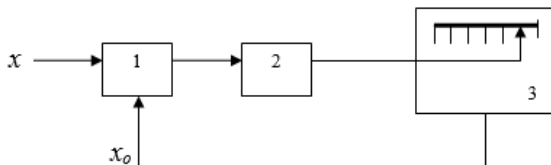


Рисунок 5 – Структурная схема аналитических весов

По способу отсчёта значений измеряемой величины различаются приборы показывающие и регистрирующие. В показывающих приборах, которые могут быть аналоговыми и цифровыми, производится только отсчет показаний.

В аналоговом измерительном приборе показания являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины.

В цифровом измерительном приборе автоматически вырабатываются дискретные сигналы измерительной информации в цифровой форме.

В регистрирующих приборах, подразделяющихся на самопишущие и печатающие, запись показаний производится соответственно в виде графиков либо распечаток цифр.

**Измерительные установки** представляют комбинацию функционально объединенных в одном месте различных более простых средств измерения и вспомогательных устройств и предназначены для измерения одной или нескольких величин (лабораторные и испытательные стенды, поверочные схемы).

**Измерительные системы** – это совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств,

размещенных в разных точках контролируемого объекта для измерений различных физических величин, характеризующих его состояние (системы экологического мониторинга).

Классификация средств измерений осуществляется не только по принципу действия, способам образования показаний и получения численных значений измеряемых величин, но также и по точности, по условиям применения, по степени защищенности от внешних магнитных и электрических полей, по прочности и устойчивости к механическим воздействиям и перегрузкам, по стабильности, по чувствительности, по пределам и диапазонам измерения.

Принципиальная схема измерительного прибора представлена на рис.6.

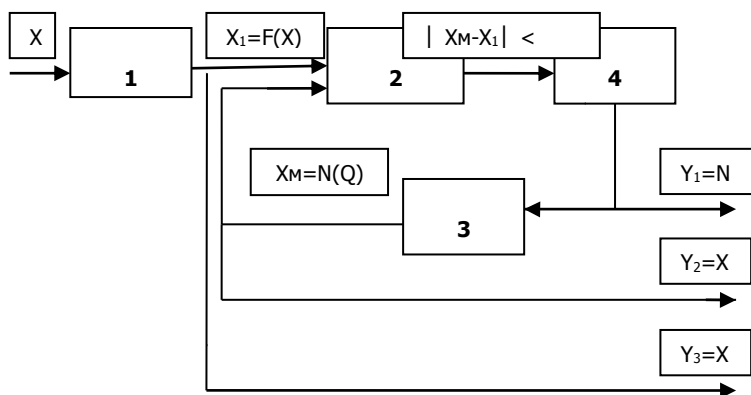


Рисунок 6 – Принципиальная схема измерительного прибора  
 1 – измерительный преобразователь; 2 – устройство сравнения (компаратор); 3 – мера (многозначная); 4 – управляющее устройство, оператор.

На схеме приняты следующие обозначения: X – входной сигнал;  $X_1$  – преобразованный входной сигнал; Y – выходной сигнал;  $Y_1$  – цифровой сигнал;  $Y_2$  – аналоговый сигнал; N – доля (квант) меры, цена деления шкалы

### 3.2. Метрологические характеристики средств измерения.

Метрология устанавливает совокупность параметров, стандартизация которых позволяет выбирать средства измерения, обеспечивающие получение результата с заданной точностью, прогнозировать точность выполняемых измерений, определять методы поверки средств измерений. Эти параметры называются **метрологическими характеристиками**. Они оказывают влияние на результат измерения и его погрешности (ГОСТ 8.009—84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений). Метрологические характеристики (МХ), устанавливаемые в нормативных документах, называются нормируемыми (НМХ), а определяемые экспериментально – действительными.

Метрологические характеристики средств измерения позволяют:

- определять результаты измерений и рассчитывать инструментальную составляющую погрешности измерения в реальных условиях;
- производить обоснованный выбор средства измерения, обеспечивающего требуемое качество измерения в данных условиях;
- сравнивать средства измерения различных типов с учетом условий применения;
- рассчитывать метрологические характеристики измерительных установок и систем, состоящих из ряда средств измерения с известными метрологическими характеристиками.

Выбор перечня НМХ базируется на следующих принципах:

1. НМХ должны быть однозначно функционально связаны с инструментальной погрешностью; целесообразно нормировать комплекс МХ, каждая из которых отражает и может служить для контроля конкретных свойств средств измерения.

2. Нормирование МХ для различных средств измерения должно базироваться на общих принципах и выражаться в форме, доступной для решения конкретных практических задач.

3. НМХ должны быть независимы от условий применения и режимов работы средств измерения. Они должны отражать только их свойства.

4. НМХ должны быть общими не для отдельного экземпляра, а для всей совокупности средств измерения данного типа, учитывающими принципиальную схему, назначение, конструкцию, технические условия.

5. НМХ должны обеспечивать статистическое суммирование всех составляющих инструментальной погрешности:

$$\Delta_{и} = \Delta_{о} + \Delta_{д} + \Delta_{в.с.} + \sum \Delta_{в.в.} \quad (7)$$

где  $\Delta_{и}$  – инструментальная погрешность;  
 $\Delta_{о}$  – основная погрешность, обусловленная отличием действительной функции преобразования от номинальной;  
 $\Delta_{д}$  – динамическая погрешность, обусловленная реакцией средства измерения на скорость изменения входного сигнала;  
 $\Delta_{в.с.}$  – погрешность выходного сигнала, обусловленная взаимодействием средства измерения с объектом измерения и другими средствами измерения, включенными в измерительную систему;  
 $\sum \Delta_{в.в.}$  – сумма погрешностей от внешних влияний, вызывающих отклонение входного сигнала от номинальных значений.  
 $\Delta_{о}$  и  $\sum \Delta_{в.в.}$  – основная и дополнительная погрешности – представляют статическую, а  $\Delta_{д}$  – динамическую составляющую инструментальной погрешности. Из них только основная погрешность определяется свойствами средства измерения, а дополнительная и динамическая погрешности зависят как от самого средства измерения, так и от внешних условий, параметров измерительного сигнала и пр., причем, если  $\Delta_{д}$  описывается нелинейной зависимостью, ее следует учитывать отдельно.

Перечень НМХ делится на шесть основных групп:

1. МХ для определения результата измерения; к ним относятся функция преобразователя, значение меры, цена деления, вид выходного кода для цифровых приборов.

2. МХ погрешностей средства измерения; к ним относятся значения  $\Theta_x$ ,  $\delta_x$ , вид функции распределения  $\delta_x$ ,  $\Delta_{и}$ , погрешность от гистерезиса (вариация выходного сигнала при различных колебаниях входного сигнала).

3. МХ чувствительности средств измерения к влияющим факторам; к ним относятся функции влияния  $Y = \psi(\zeta)$ , – здесь  $\psi$  – функция влияния,  $\zeta$  – влияющие факторы.

4. МХ динамических характеристик средств измерения; к ним относятся время реакции, погрешность датирования и т.д.

5. МХ влияния на погрешность; например, потребление энергии средством измерения от объекта измерения или пред-

включенного прибора, погрешность теплообмена при измерении температуры.

6. МХ неинформативных параметров выходного сигнала.

Обычно МХ 4 – 6 групп приводятся в специальной литературе и учитываются при выполнении метрологических измерений.

Наряду с НМХ необходимо учитывать следующие принципы определения погрешности средств измерения (ГОСТ 8.401—80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования).

Суммарная погрешность средств измерения (формула 7) включает постоянную составляющую  $\Delta_0$  – основную погрешность ( линия 1 на рис.7), называемую аддитивной и  $\sum \Delta_{в.в}$  – дополнительную погрешность (линия 2 на рис.7), называемую мультипликативной; при этом полное значение инструментальной погрешности определяется линией 3.

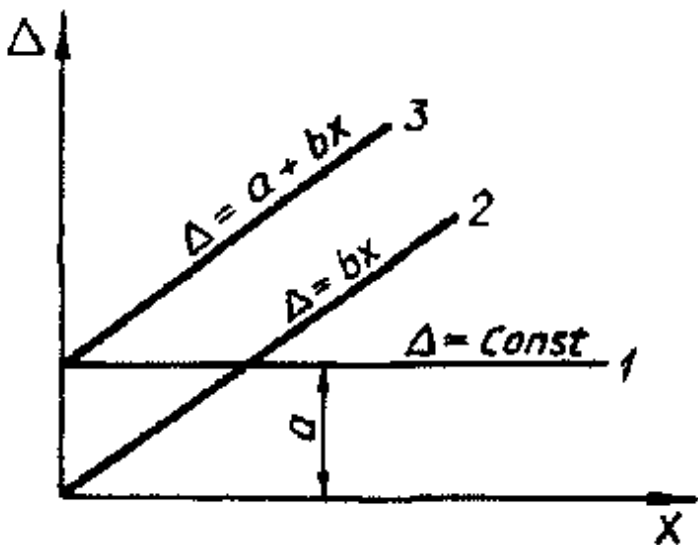


Рисунок 7 – Формирование погрешности средства измерения

В зависимости от соотношения этих составляющих и других параметров средства измерения (см. перечень НМХ) осуществляется нормирование инструментальной погрешности (табл.1).

Метрологические характеристики средств измерения могут отражаться в **классах точности**, которые характеризуют пределы основной и дополнительной погрешности и некоторые другие

факторы, влияющие на точность результата, и представляют собой обобщенную характеристику средства измерения.

Классы точности устанавливаются для средств измерения, предназначенных для статических измерений.

Таким образом, отличительной чертой всех средств измерения является наличие комплекса метрологических характеристик, предназначенных для получения результата измерения с заданной (прогнозируемой) степенью точности.

Таблица 1. – Формулы вычисления погрешностей и обозначение классов точности СИ

Вид погрешности	Примеры пределов допускаемой погрешности	Обозначение класса точности		СИ, рекомендуемые к обозначению таким способом
		в НТД	на СИ	
Абсолютная	$\Delta = \pm 2A$	Класс точности N или класс точности III	N  III	Меры  тоже
		Класс точности 0,5	0,5	Мосты, счетчики, делители, измерительные трансформаторы
Относительная	$\Delta = \pm 0,5\%$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/ 0,01	Цифровые СИ, магазины емкостей (сопротивлений)
	$\delta = \pm \left[ 0,02 + 0,01 \left( \left  \frac{x_0}{x} \right  - 1 \right) \right], \%$	Класс точности C или класс точности II	C  II	Цифровые частотомеры, мосты сопротивлений
Приведенная	а) при $x_N = x_k$ $\gamma = \pm 1,5\%$	Класс точности 1,5	1,5	Аналоговые СИ; если $x_N$ – в единицах величины
	б) $x_N$ – длина шкалы или ее части, мм $\gamma = \pm 0,5\%$	Класс точности 0,5	0,5	Омметры; если $x_N$ определяется длиной шкалы или ее части



Основными метрологическими характеристиками, характеризующими точность результата являются:

- 1) Погрешность прибора и меры.
- 2) Вариация показаний.
- 3) Поправка.
- 4) Чувствительность.
- 5) Диапазон.

**Погрешность измерительного прибора** – это алгебраическая разность между показаниями прибора и действительным значением измеряемой величины (приложение А) .

Погрешность меры – это алгебраическая разность между номинальным и действительным значением меры. Под номинальным понимается значение меры указанной на ней.

Погрешность измерительного прибора по форме выражения в НТД (научно-технической документации) может указываться в виде:

- приведенной погрешности  $\gamma_x$  ;
- относительной погрешности  $\delta_x$ ;
- абсолютной погрешности  $\Delta_x$  ;

**Приведенная погрешность** выражается в процентах от какого либо определенного (нормативного) значения для рабочей части шкалы средства измерения.

**Относительная погрешность** измерительного прибора относит основную погрешность с.и. к самой измеряемой величине, т.е. является переменной.

**Поправка** — то значение, которое алгебраически прибавляется к результату измерения, полученного с помощью данного средства измерения. По знаку поправка противоположна погрешности. Поправку определяют в разных точках шкалы путем поверки прибора по показаниям более точного средства измерения.

**Основная погрешность** – это погрешность при нормальных условиях работы средства измерения.

**Дополнительная погрешность** средства измерения обуславливается отклонением условий измерения от нормальных.

Под **нормальными условиями** понимаются условия окружающей среды и порядок использования средства измерения, указанный в нормативах ( $T=293^{\circ}\text{K}$ ,  $P_6=100\text{ МПа}$ ,  $\phi=58\%$ ).

Качество средства измерения характеризуется также его чувствительностью, порогом чувствительности и вариацией.

**Чувствительность** средства измерения  $S$  оценивает его способность вызывать возникновение минимального измеритель-

ного сигнала при минимальном изменении измеряемой физической величины. Она выражается отношением приращения углового или линейного перемещения указателя  $\Delta n$  к изменению измеряемой величины  $\Delta x$ :

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta x} \quad (8)$$

**Порог чувствительности** – это наименьшее значение измеряемой величины, способное вызвать перемещение указателя.

**Вариация средства измерения** – наибольшая разность между повторными показаниями при одних и тех же значениях измеряемой величины и одинаковых условиях.

$$\alpha = \frac{\Delta x}{D} \quad (9)$$

## 4. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Измерение размера физической величины, то есть ее количественной характеристики, производится путем измерительного эксперимента и получения результата измерения в виде некоторого численного значения. Размер физической величины, относящийся к конкретному объекту, существует независимо от того, измеряем мы его или нет, т.е. объективен, а полученное нами численное значение – субъективно, поэтому между ними всегда существует некоторая разница, называемая погрешностью измерения. Математически при определении численного значения физической величины  $X$  погрешность измерения  $\Delta_x$  записывается как разность между истинным (достоверным) значением  $Q_x$  и результатом измерения  $X_{\text{изм}}$  :

$$Q_x - X_{\text{изм}} = \Delta_x, [X] \quad (10)$$

Причинами возникновения погрешности являются несовершенство метода и средства измерения, а также ошибка, возникающая при считывании результата оператором. Таким образом, при любом измерении имеется погрешность, представляющая собой отклонение результата измерения от действительного значения измеряемой величины (приложение А).

Достоверное значение измеряемой величины, определенное в результате измерения, можно выявить наиболее точно только при значительном числе наблюдений. Можно сократить их количество, а, следовательно, и затраты на проведение измерений, применяя специальные методики, включающие статистический и вероятностный анализ. С их помощью оценивается случайная составляющая результата измерения. Однако есть и систематическая составляющая, значение и характер которой неизменны при пользовании одними и теми же средствами и методами измерений, т.е. при равноточных измерениях. Погрешности показывают, как результат измерения отличается от достоверной величины (рис.8).

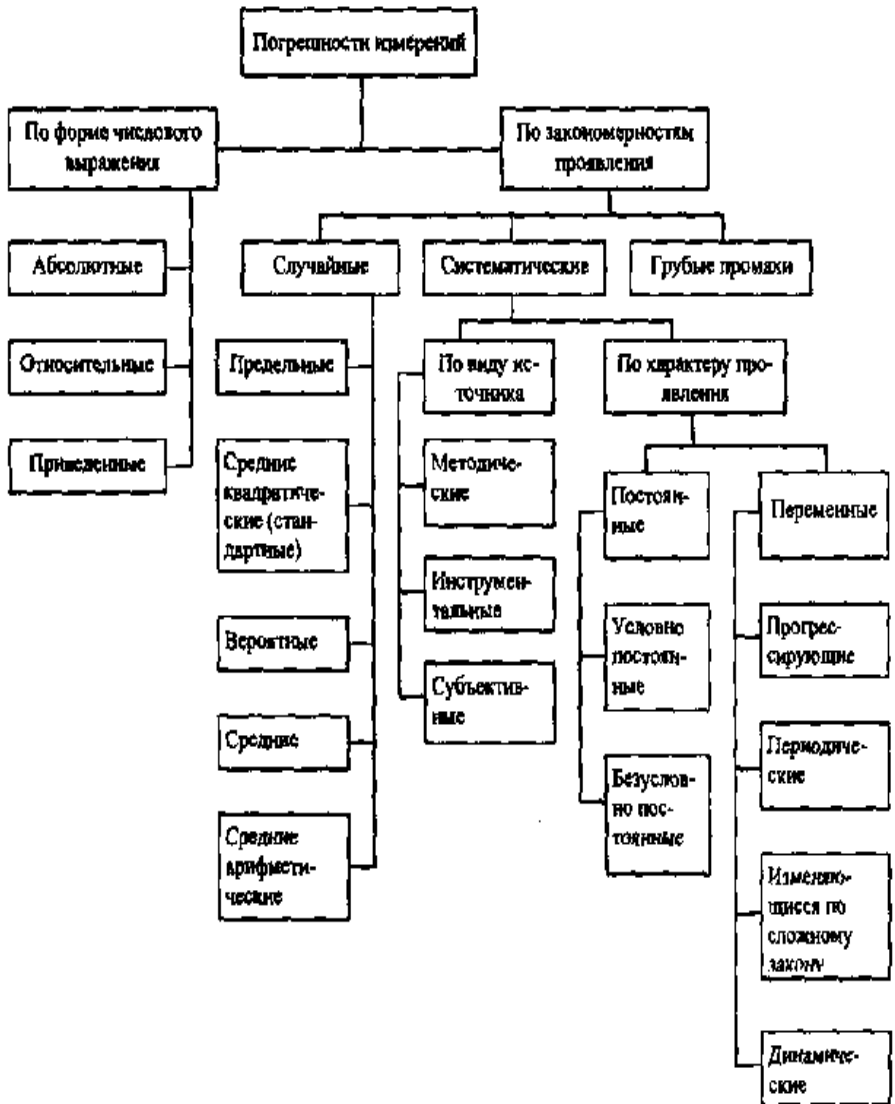


Рисунок 8 – Классификация погрешностей измерения

#### 4.1. Виды погрешностей измерения

Погрешности измерения подразделяются по следующим признакам:

1) по способу выражения: абсолютная, относительная и приведенная;

2) по характеру проявления: систематическая, случайная и грубая;

3) по способу получения численного значения при обработке результатов измерения: средние арифметические и среднеквадратичные.

Абсолютная (полная) погрешность определяется как разность между измеренным и действительным значениями физической величины:

$$\Delta_x = Q_x - X_{\text{изм}}, [X] \quad (11)$$

Относительная погрешность измерения представляет собой отношение абсолютной погрешности к измеренному значению физической величины:

$$\delta_x = \Delta_x / X_{\text{изм}} \cdot 100, \% \quad (12)$$

Понятие относительной погрешности используется наряду с абсолютной и по ее значению судят о качестве измерения.

Приведенная погрешность определяется отношением абсолютной погрешности к некоторому нормативному значению измеряемой физической величины и может служить характеристикой качества средства измерения (раздел 3):

$$\gamma_x = \Delta_x / X_{\text{норм}} \cdot 100, \% \quad (13)$$

Систематической постоянной погрешностью называют отклонение математического ожидания результата наблюдения  $M[X]$  от действительного значения физической величины. Эта погрешность детерминирована, т.е. строго обусловлена используемым методом измерения и применяемыми средствами измерений:

$$\Theta_x = M[X] - Q, [X] \quad (14)$$

Случайная погрешность представляет собой разность

между результатом одиночного наблюдения  $x_i$  и математическим ожиданием результата измерения  $M[x]$  :

$$\delta_x = x_i - M[x], [X] \quad (15)$$

Эта погрешность возникает при случайном одновременном воздействии многих факторов, причем в каждом из замеров эти факторы могут воздействовать или нет.

Таким образом, достоверное значение измеряемой физической величины определяется:

$$\begin{aligned} Q &= M[X] - \Theta_x = x_i - \delta_x - \Theta_x = x_i - (\delta_x + \Theta_x) = \\ &= x_i - \Delta_x, [X] \end{aligned} \quad (16)$$

При этом следует учитывать, что значения погрешностей равновероятны как положительные, так и отрицательные и в формуле 16 используется алгебраическое суммирование.

Грубые погрешности представляют собой разновидность случайных погрешностей, существенно превышающих значения, оправданные объективными условиями измерения.

## 4.2. Систематическая погрешность

Систематические погрешности формируют отличия результата измерения от действительного значения, наряду со случайными и грубыми погрешностями (промахами)..

**Систематической погрешностью** называется составляющая абсолютной погрешности измерения, остающаяся неизменной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

Значение систематической погрешности не зависит от числа измерений. Предполагается, что она представляет собой определенную функцию неслучайных факторов, состав которых зависит от физических, конструктивных и технологических особенностей использованных в эксперименте средств измерения и условий их применения. Закономерности, которым подчиняются систематические погрешности, определяются либо при создании средств измерения, либо непосредственно при подготовке и проведении измерительного эксперимента. Совершенствование методов измерения, использование прогрессивных технологий и современных материалов позволяют резко сократить систематические погрешности

Систематические погрешности, в зависимости от причин

возникновения, бывают:

- инструментальные;
- теоретические;
- погрешности влияния;
- погрешности установки;
- субъективные погрешности.

По характеру проявления:

- постоянные;
- переменные;
- прогрессивные;
- периодические;
- функциональные.

Причина **инструментальных погрешностей** заключается в применяемых средствах измерения, которые могут вызывать погрешности различного характера, например, погрешности неравноплечести (равноплечие весы, мостовые схемы и т.д.); погрешности свободного хода (люфта); погрешность трения; погрешность градуировки шкалы.

**Теоретические погрешности** заложены в самом методе измерения. Например, при взвешивании образца, не учитывается Архимедова сила, разная по величине для образца и для меры. Погрешности метода присущи результатам измерений, базирующихся на эмпирических предпосылках, не имеющих строгого теоретического обоснования. Так, при определении твердости материала широко используются полуэмпирические методы Роквелла, Бринелля и Виккерса, оценивающие твердость в разных единицах на основании различных физических явлений (по глубине погружения стандартных шарика или призмы, по размеру отпечатка).

**Погрешности, вызванные неправильной установкой** и взаиморасположением средств измерения, определяются несогласованностью их характеристик, влиянием внешних полей, нестабильностью источников питания (установка не по уровню, несогласованность входных и выходных параметров электрических цепей и пр.).

**Субъективные погрешности** обусловлены индивидуальными особенностями наблюдателя, например, запаздыванием регистрации сигнала, неправильным считыванием показаний (ошибка параллакса).

**Погрешности, обусловленные внешними влияниями**, возникают при условиях измерения, отличающихся от нормальных или предусмотренных в технической документации.

**Погрешности износа** возникают при эксплуатации средства измерения (увеличение люфта, деформация, коррозия).

По характеру проявления систематические погрешности подразделяются на постоянные и переменные (рис.9). **Постоянные систематические погрешности** характеризуются тем, что в течение всего времени измерения, остаются постоянными по модулю и по знаку. Они возникают, например, при неверной установке начала отсчета, неправильной градуировке. К ним относятся погрешности большинства мер: гирь, концевых мер длины, магазинов сопротивлений.

**Переменные погрешности** делятся на прогрессивные, периодические и функциональные. Прогрессивные погрешности в процессе измерений постепенно убывают или возрастают. Одной из причин их возникновения является, например, падение напряжения источника питания прибора.

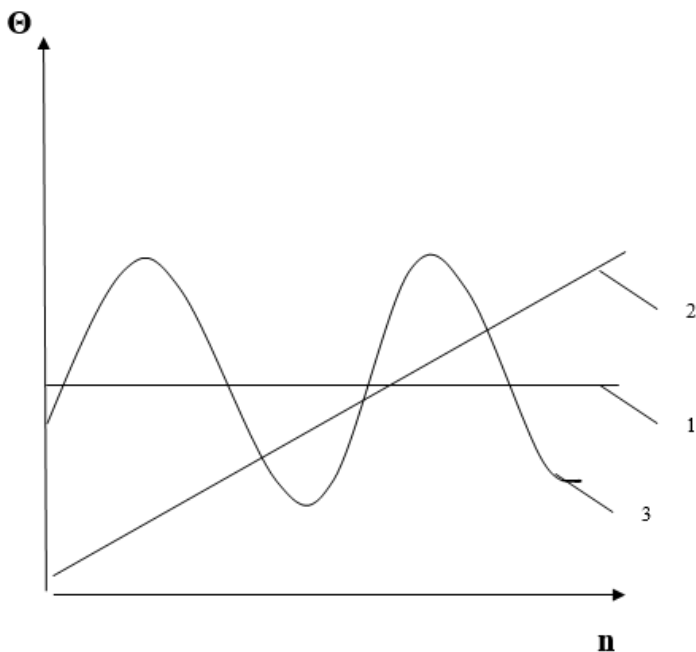


Рисунок 9 – Систематические погрешности:  
1 – постоянная; 2 – прогрессивная; 3 – периодическая  
Периодическая погрешность меняет периодически числен-



ное значение и знак. Она встречается у средств измерения с круговой шкалой при несовпадении оси циферблата и оси указателя и называется погрешностью от эксцентриситета (рис.10).

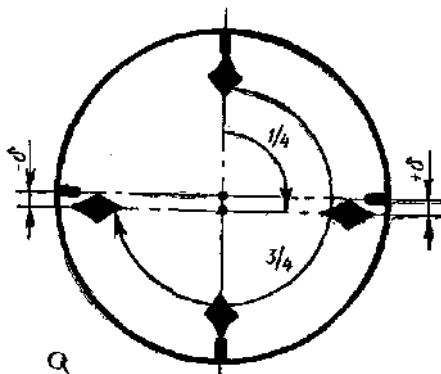


Рисунок 10

Переменная погрешность, изменяющаяся по сложному закону, называется функциональной погрешностью. Она может быть задана как графически (рис.11) так и аналитически.



Рисунок 11

Рассмотрим, например, погрешность градуировки стеклянного жидкостного термометра. Она возникает при несоответствии условий градуировки и измерения и определяется по формуле:

$$\Delta t = 0,00016 kn (t - t_{cp}), \quad (17)$$

где  $k$  – кажущийся коэффициент расширения, зависящий от марки стекла и термометрической жидкости, равный для ртути 1,000 – 1,095;  
 $n$  – разность температур при градуировке и опыте, °С;  
 $t$  – температура по шкале термометра, °С;  
 $t_{cp}$  – температура окружающей среды термометра середины интервала  $n$ , °С.

### Порядок обнаружения и устранения систематических погрешностей

Для обнаружения систематической погрешности надо проанализировать неисправленные отклонения ( $v_i = x_i - X$ ) нескольких серий замеров. Если они резко изменяются при изменении условий наблюдения, то данные результаты содержат постоянную систематическую погрешность.

При прогрессивной систематической погрешности последовательность неисправленных отклонений обнаруживает тенденцию к возрастанию или убыванию.

При периодической систематической погрешности группы знаков в последовательности  $V_i$  периодически сменяются, т.е. для обнаружения и определения характера систематической погрешности анализируются либо знаки  $V_i$ , либо графики, построенные по результатам наблюдений

Способы устранения систематической погрешности можно разделить на четыре основные группы.

1. Устранение источников погрешности до начала измерения (профилактика погрешности: устранение влияния источников тепла, электрических полей, вибрации).

2. Исключение погрешности в процессе измерения (инструментальные методы: замещения, компенсации по знаку, симметричных наблюдений, противопоставления).

3. Внесение известных поправок в результат измерения (исключение систематической погрешности в процессе вычислений):

4. Оценка границ неисключенных систематических погрешностей. Если известно, что погрешность результата измерения определяется рядом составляющих неисключенных систематических погрешностей, каждая из которых имеет свои довери-

тельные границы, то суммарная погрешность определяется так:

$$\Theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^{i=m} \Theta_i^2} \quad (18)$$

где  $m$  – число неисключенных систематических составляющих погрешности результата измерения или число степеней свободы, принимаемое равным числу источников погрешностей  $m=n$ , то есть числу задействованных средств измерения  $n$ ;

$k$  – коэффициент, зависящий от заданной доверительной вероятности (см. раздел 4.3) и  $n$ ; при  $P(x)=0,95$  и  $n=5$   $k=1,1$  ;

$\Theta_i$  – известные пределы допустимых систематических погрешностей каждого средства измерения.

### 4.3. Случайная погрешность

При проведении повторных равноточных измерений, несмотря на предполагаемое равенство систематических погрешностей, численные значения результатов могут отличаться друг от друга. Такое расхождение в результатах объясняется наличием в них случайных погрешностей.

Случайная погрешность является составной частью погрешности результата измерения, которая изменяется по знаку и значению случайным образом. Случайные погрешности, определенные в разные моменты времени для разных наблюдений одной серии, оказываются независимыми друг от друга и не зависят от особенностей отдельно взятого замера.

При увеличении числа наблюдений случайная погрешность результата измерения уменьшается вследствие того, что сумма погрешностей отдельных наблюдений денной серии стремится к нулю.

$$\sum_1^n (x_i - X) = \sum_1^{n \rightarrow \infty} \Delta_{x_i} \rightarrow 0 \quad (19)$$

При рассмотрении влияния случайных погрешностей на результат измерения исследуются свойства совокупности результатов отдельных наблюдений, которые не зависят от особенностей отдельно взятого замера, т.е. использование теории вероят-

ности и математической статистики позволяет усреднить характер проявления случайных погрешностей при измерении конкретной физической величины.

Теория вероятностей называет случайным такое событие, которое при осуществлении определенного комплекса факторов может произойти либо не произойти, т.к. любой из факторов может проявиться, либо нет. При проведении повторных наблюдений каждая из множества причин, вызывающих случайные изменения результатов может появиться или нет, что приводит к непредсказуемому влиянию их произвольного сочетания на результат, поэтому принято рассматривать вероятность проявления случайного события.

Случайная погрешность математически выражается следующим образом:

$$\delta_i = x_i - M[x] \tag{20}$$

Вероятность события  $P(x)$  является количественной оценкой возможности его появления. Вероятность достоверного события равна 1, а вероятность невозможного события равна 0 и эти события неслучайны. События, имеющие вероятность больше 0 но меньше 1 являются случайными.

0	<	$P(x)$	<	1
недостоверное событие		случайное событие		достоверное событие

Вероятность события можно определить либо подсчетом, либо статистическими методами:

$$P(x) = \frac{m_x}{n_x} \tag{21}$$

где  $m(x)$ ,  $n(x)$  – число случаев ожидаемого вероятного события и общее число наблюдений соответственно.

В результате наблюдений массовых явлений (явления наблюдаемые многократно, по которым набрана достаточная статистика) было установлено, что то или иное определенное событие сохраняет устойчивую частоту проявления по отношению к

общему числу всех событий, т.е. при повторе аналогичных наблюдениях событие проявляется с той же частотой.

### **Теорема Бернулли:**

При неограниченном увеличении числа независимых опытов можно утверждать, что частота проявления событий будет пренебрежимо мало отличаться от их вероятности.

Относительную вероятность или частоту проявления случайного события достаточно просто определять для дискретных величин счетным методом, но определить вероятность подсчетом возможно лишь в немногих случаях. Гораздо чаще, в том числе для непрерывных случайных величин, вероятность определяется статистическим методом, используя аппарат теории вероятности.

Если для полной характеристики дискретной случайной величины необходимо и достаточно знать её возможные конкретные значения и общее число событий, то непрерывная величина имеет численные значения во всем диапазоне измерения и число результатов может быть бесконечным.

Плотность вероятности и частоту (относительная вероятность) для дискретных величин графически можно изобразить с помощью гистограммы.

Гистограмма – графическая интерпретация закона распределения конкретной дискретной величины, построенная на основании статистического ряда распределения.

Для построения гистограммы необходимо весь диапазон полученных результатов от минимального  $x_{\min}$  до максимального  $x_{\max}$  разбить на ряд интервалов  $r$  шириной  $\Delta x_i$ . Далее рассчитываются частоты по всем интервалам по формуле 21, принимая за  $m_x$  число результатов в  $i$ -м интервале, а за  $n$  – общее число результатов. Записав полученные значения в таблицу, в которой в верхней строке приведены интервалы в порядке их возрастания, а в нижней строке – соответствующие им частоты получают статистический ряд распределения дискретной случайной величины (табл.2).

Таблица 2. – Статистический ряд распределения

$г_i, \Delta x_i.$	$x_1 - x_2$	$x_2 - x_3$	.....	$x_{n-1} - x_n$
$P_i$	$P_1$	$P_2$	.....	$P_n$

Графическое представление статистического ряда распределения имеет вид ступенчатого графика – гистограммы (рис.12). По оси абсцисс откладываются интервалы  $\Delta x_i$ , являющиеся основаниями прямоугольников ординаты которых пропорциональны соответствующим частотам. Площади столбцов-прямоугольников равны частотам соответствующих интервалов, а их суммарная площадь равна 1.

При сокращении границ интервалов и увеличении их количества ( $\Delta x_i \rightarrow 0, n \rightarrow \infty$ ) график потеряет ступенчатый характер и перейдет в плавную кривую. Такая кривая называется кривой плотности распределения вероятности для данной непрерывной случайной величины. Аналитическое описание такой кривой называется законом распределения случайной величины.

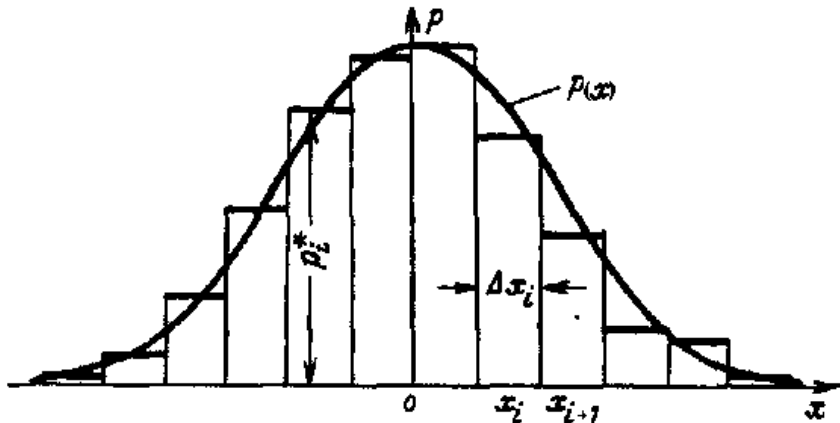


Рисунок 12 – Гистограмма и кривая распределения

Наиболее универсальным способом описания случайных величин являются их интегральные и дифференциальные функции распределения.

Интегральной функцией распределения случайной величины называется зависимость вероятности того, что результат в  $i$ -м опыте окажется меньше некоторого текущего значения  $X$ :

$$F(x) = P\{x_i \leq x\} = P\{-\infty < x_i \leq x\}. \quad (22)$$

Более наглядно описание свойств случайных величин с помощью дифференциальной функции распределения. Она является функцией, производной от интегральной по своему аргументу:

$$P_x(x) = \frac{dF_x(x)}{dx} \quad (23)$$

Дифференциальные функции распределения позволяют определить вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:

$$\begin{aligned} P(x) = P(x_1 < x \leq x_2) &= P(-\infty < x \leq x_2) - P(-\infty < x \leq x_1) = \\ &= \int_{-\infty}^{x_2} p(x)dx - \int_{-\infty}^{x_1} p(x)dx. \end{aligned} \quad (24)$$

На рис.13 приведены графики интегральной и дифференциальной функций распределения для случайной погрешности и для результата измерения.

Случайные величины можно изучать статистическим методом, выполняя значительное количество опытов с их последующей графической интерпретацией, определяя экспериментальные законы распределения случайных величин. В большинстве случаев из-за трудоемкости операций это неосуществимо. Однако на основании анализа характера поведения данной измеряемой случайной физической величины и аналогичных измерений, выполнявшихся ранее, можно предположить качественную форму описывающего ее наиболее часто встречающегося (типового) закона распределения.

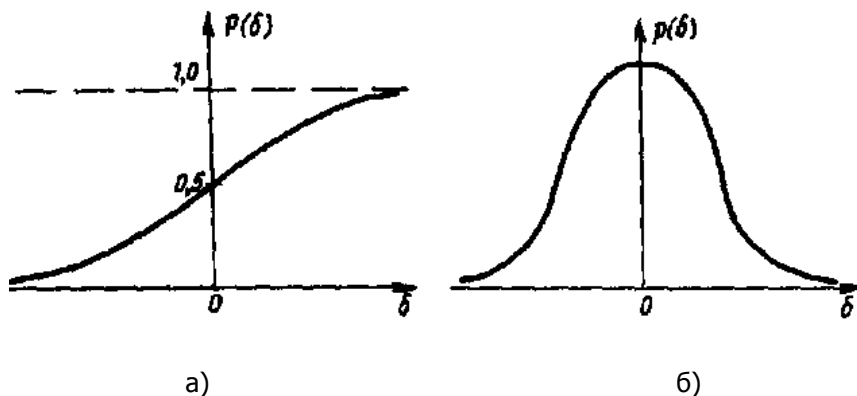


Рисунок 13 – Интегральная (а) и дифференциальная (б) функции распределения случайной погрешности измерения.

Используя графическое и математическое описание законов распределения случайных величин можно резко сократить число проводимых замеров в серии не снижая точность получаемых результатов.

Зная форму распределения данной случайной величины и проведя минимальное количество замеров можно определить параметры распределения для данной конкретной серии и в дальнейшем использовать для расчетов всю совокупность результатов, попадающую в область характеризуемую плотностью распределения данной случайной величины. Вид закона распределения определяется:

- видом измеряемой физической величины;
- известными точностными характеристиками результата;
- числом замеров.

Различные законы распределения и их функции, наиболее часто встречающиеся для физических величин, измеряемых в строительных дисциплинах, представлены на рис.14



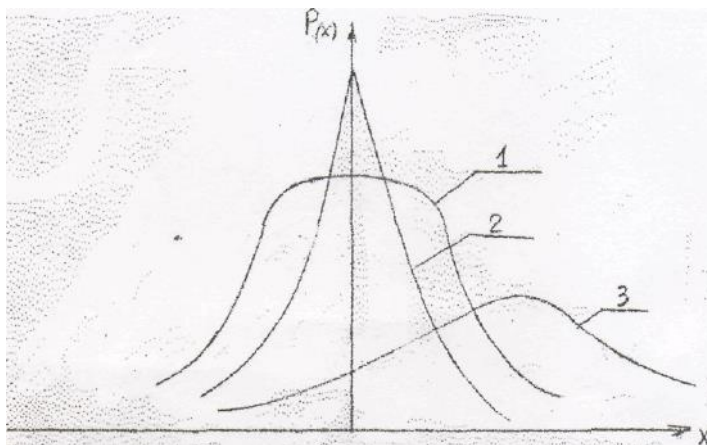


Рисунок14 – Функции распределения:

- 1 – функция распределения Гаусса; 2 – функция распределения Лапласа; 3 – функция распределения Стьюдента

В качестве случайной величины можно рассматривать либо непосредственно результат измерения либо его случайную погрешность.

Распределение Гаусса применимо для случайных величин с известными точностными характеристиками и со значительным числом наблюдений.

Распределение Лапласа используется, когда неизвестны точностные характеристики получаемых результатов, а распределение Стьюдента выбирается, когда мала статистика опыта.

Выбрав форму распределения и проведя минимальное необходимое число опытов по заданной доверительной вероятности, можно рассчитать параметры распределения. Так, например, для распределения Гаусса параметрами распределения являются математическое ожидание достоверного значения случайной величины  $M[x]$ , дисперсия  $D[x]$ , среднее квадратическое отклонение (СКО) –  $\sigma[x]$ . Координаты параметров распределения, полученные по данным конкретных замеров, позволяют прогнозировать бесконечно большое число результатов, описываемых конкретной уточненной кривой распределения.

**Основные свойства распределения Гаусса** (центрального нормального распределения).

Широкое использование нормального распределения на практике объясняется центральной предельной теоремой теории

вероятности. Она утверждает, что распределение случайных погрешностей будет близко к нормальному всякий раз, когда результаты наблюдений формируются под действием большого числа независимо действующих факторов, каждый из которых оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным действием всех остальных.

Плотность нормального распределения для любой случайной величины описывается уравнением:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp - \frac{(x-a)^2}{2\sigma^2} \quad (25)$$

Приняв  $a = M[x]$  и перенеся начало координат в центр распределения, получаем кривую, симметричную относительно оси ординат, а функция преобразуется в функцию центрального нормального распределения:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp - \frac{x^2}{2\sigma^2} \quad (26)$$

На рис.15 показаны различные реализации функции центрального нормального распределения.

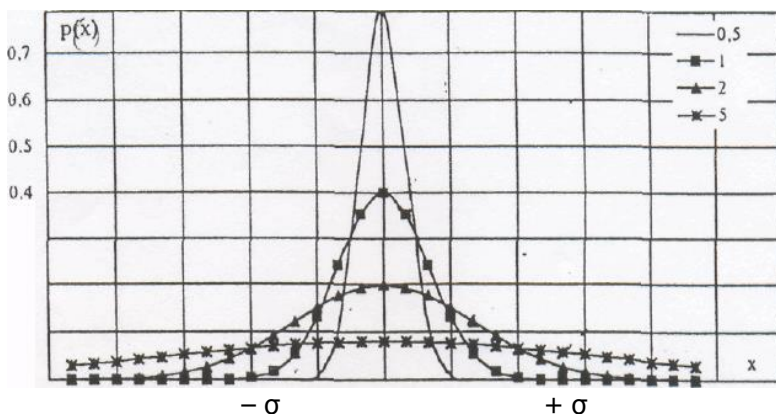


Рисунок 15 – Вид нормального распределения при SKO = 0,5; 1; 2; 5

Графическая интерпретация закона центрального нормального логарифмического распределения позволяет принять, что

**математическое ожидание** достоверного значения случайной величины является центром тяжести фигуры, образованной осью абсцисс и кривой распределения, причем площадь этой фигуры стремится к 1.

Таким образом, математическое ожидание случайной величины принимается за ее достоверное значение, вокруг которого группируются остальные результаты отдельных наблюдений. Для дискретных величин:

$$M[x] = \sum x_i p_i \quad (27)$$

Для непрерывных величин необходимо интегрирование:

$$M[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} xp(x)dx \quad (28)$$

В расчетах за математическое ожидание принимается среднее арифметическое результатов:

$$M[x] = \frac{\sum X_i}{n} \quad (29)$$

**Дисперсия** показывает степень рассеивания совокупности значений измеряемой случайной величины относительно центра распределения, то есть ее достоверного значения. Так как центр распределения или математическое ожидание лежит на оси ординат, то дисперсия характеризует удаленность от нее наиболее отличающихся от среднего арифметического и наименее вероятных значений рассматриваемой величины. Дисперсия определяется выражением для непрерывных величин:

$$D(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - X)p(x)dx = \sigma^2 \quad (30)$$

**Среднее квадратическое отклонение** (СКО) вычисляется как корень квадратный из значения дисперсии и соответствует характерным точкам кривой нормального распределения – абсциссам точек перегиба кривой (рис.15):

$$\sigma = \pm \sqrt{D} \quad (31)$$

При рассмотрении в качестве случайной величины случайной погрешности и для ее оценки СКО называется средней квадратической погрешностью.

Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение являются основными параметрами центрального нормального распределения и определяют основные свойства кривой распределения Гаусса:

- наибольшая плотность вероятности или максимальная ордината распределения имеет абсциссу, равную нулю. При возрастании ее модуля ординаты соответствующих значений уменьшаются и в пределе кривая асимптотически приближается к оси абсцисс. Для распределения случайной погрешности это означает, что чем больше погрешность, тем меньше вероятность ее появления;
- кривая нормального распределения симметрична относительно оси ординат и это показывает, что погрешности одинаковые по модулю, но с разными знаками равновероятны;
- кривая имеет колоколообразную форму – вблизи оси ординат выпуклость положительная, после точек с абсциссами  $\pm \sigma$  – выпуклость отрицательная;
- высота кривой и координаты точек перегиба для различных реализаций (различных серий замеров) различны и отражают характеристики конкретного вида нормального распределения.

В общем случае охарактеризовать вид кривой распределения позволяет анализ численных значений моментов распределения физических величин, которые представляют собой специальные параметры различного порядка (степени)  $r$ :

$$\mu^r [x] = d^r [x] = \int_{-\infty}^{+\infty} x^r p(x) dx \quad (32)$$

Все моменты представляют собой некоторые средние значения, причем если усредняются величины, отсчитываемые от начала координат, то моменты называются начальными, а если от центра распределения, то центральными.

Момент распределения первого порядка характеризует по-

положение центра распределения и для распределения Гаусса при  $X = M[x]$  имеет вид:

$$\mu^1[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - X) p(x) dx = 0 \quad (33)$$

Это говорит о том, что центр распределения имеет абсциссу, равную нулю, то есть лежит на оси ординат.

Момент распределения второго порядка характеризует рассеивание значений относительно центра распределения и для распределения Гаусса дает значение дисперсии:

$$\mu^2[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - X)^2 p(x) dx = D(x) \quad (34)$$

При  $\sigma = \pm 1$ ,  $P(x) = 0,683 \approx \frac{2}{3} P(x)_{\max}$ ;  $P(x)_{\max} = 1$ .

Математическое ожидание и дисперсия являются наиболее часто применяемыми моментами, поскольку они определяют важные черты распределения: положение центра и степень разбросанности результатов относительно него. Для более подробного описания распределения используются моменты более высоких порядков.

Момент распределения третьего порядка представляет собой характеристику асимметрии кривой, причем если функция распределения симметрична, то все моменты нечетных степеней равны нулю. Коэффициент асимметрии  $Sk$  определяется по формуле:

$$Sk = \frac{\mu^3(x)}{\sigma^3 x} \quad (35)$$

и при  $Sk = 0$  кривая симметрична, а при  $Sk < 0$  кривая смещена в сторону положительных значений (например, распределение Стьюдента).

Момент распределения четвертого порядка характеризует плосковершинность кривой и для нормального распределения  $\mu^4[x] = 3$ .

Для других распределений о плосковершинности кривой судят по разности, называемой эксцессом:

$$E(x) = \frac{\mu^4(x)}{\sigma^4 x} - 3 \quad (36)$$

При форме кривой как у нормального распределения  $E(x) = 0$ ; если  $E(x) > 0$ , то кривая островершинная (распределение Лапласа). Проверку нормальности распределения производят по соответствующей методике (приложение Б).

#### 4.4. Грубая погрешность

Грубыми погрешностями или промахами называются погрешности, которые явно искажают результат измерения и отличаются по своему значению от объективно обусловленных средних значений.

Источником промахов нередко бывают ошибки, допущенные наблюдателями во время измерений. Наиболее характерными являются:

- неправильный отсчет по шкале измерительного прибора, происходящий из-за неверного учета цены малых делений шкалы. Особенно часто это бывает, когда цена делений в середине шкалы изменяется, например, в случае с логарифмической шкалой;
- неправильная запись результата наблюдений (описка);
- ошибки при манипуляциях с приборами или частями измерительной установки, что делает негодным весь ряд наблюдений.

Практически очень большие погрешности из ряда результатов исключаются, как нехарактерные. Учет их при ограниченном числе наблюдений мог бы исказить результат в значительно большей степени, чем это соответствует действительности и чем это было бы при неограниченно большом числе наблюдений. Например, одна и та же достаточно большая погрешность «5» при 25 наблюдениях могла бы исказить среднее арифметическое значение на 4 %, а при 250 тыс. – всего лишь на 0.0004%.

Между результатами, содержащими грубые отклонения и заслуживающими доверия, бывает трудно провести границу. Предложен ряд приёмов и формул для определения результатов, подлежащих отбрасыванию. Наиболее простым приёмом является отбрасывание результатов содержащих погрешности превышающие  $3S$ ,  $3,58$ , или  $4S$ .

Чтобы определить, какие результаты подлежат отбрасыванию, необходимо предварительно обработать ряд, включая все

результаты, т.е. вычислить среднее квадратичное отклонение данного ряда

Более обоснованно исключение грубых погрешностей производится с помощью критерия Граббса  $t_r$ , сравнивая его нормируемое значение с параметром  $t$ , определенным по экспериментальным данным:

$$t_r = \frac{\max(x_i - X)}{\sigma} \quad (37)$$

Нормируемое значение параметра  $t_r$  определяется по таблице (приложение Б) в зависимости от уровня значимости и числа замеров. Так при  $n = 10$  и  $q = (1 - 0,95)$  значение параметра  $t_r$  составляет 2,414.

Если  $t > t_r$ , то  $x_r$  отбрасывается, после чего производится пересчет.

#### 4.5. Обработка результатов измерений.

Полученные в процессе измерений результаты для обеспечения требуемых качеств измерения (раздел 2.2) нуждаются в обработке. Методы обработки результатов измерения выбираются в соответствие с видом измерения. Разработаны и унифицированы методы обработки результатов для многократных равноточных и неравноточных, прямых и косвенных, совокупных и совместных измерений. Большинство методов базируется на использовании основных параметров, таких как среднее арифметическое, среднее квадратическое, разброс и пр., а также показатели, учитывающие специфику конкретных измерений, например, рекомендации МИ 2083 – 90. /Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей /. В приложении Г приведен ГОСТ Р 8.207-76. «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдения».

Одной из основных операций при обработке результатов является проверка гипотезы о принадлежности результатов измерения нормальному закону распределения. Порядок проведения проверки дан в приложении Б.

## 5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Стандартизация на современном этапе развития общества определяет суть технической политики во всех странах мира и по существу является техническим законодательством. Деятельность по стандартизации динамична, она всегда соответствует изменениям, происходящим в различных сферах жизни общества, превосходящая их и способствуя развитию производства.

Система стандартизации представляет возможность для широкого участия в процессе создания стандарта всех заинтересованных сторон. Это реализует законные права изготовителей продукции, потребителей, разработчиков проектов, представителей общественных организаций, отдельных специалистов участвовать в работе технических комитетов по разработке стандартов.

Влияние стандартизации на улучшение качества продукции осуществляется через комплексную разработку стандартов на сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, оборудование, оснастку и готовую продукцию, а также через установление в стандартах технологических требований и показателей качества, единых методов испытаний и средств контроля.

Стандартизацию следует рассматривать как эффективное средство обеспечения качества, совместимости, взаимозаменяемости продукции и ее составных частей, а также их унификации, типизации, норм безопасности и экологических требований, единства характеристик и свойств продукции, работ, процессов и услуг.

По определению Международной организации по стандартизации (ИСО) *стандартизация* – это установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенных областях на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении функциональных условий и требований техники безопасности.



## 5.1. Государственная система стандартизации и техническое регулирование

Структура и концепция технического регулирования в РФ определена Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.02. Под *техническим регулированием* понимается правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения как обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации так и аналогичных требований, устанавливаемых на добровольной основе, а также правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

Установлено обязательное исполнение требований *технических регламентов*, имеющих силу закона и придание *национальным стандартам* статуса документов, добровольных для исполнения. Стандарты являются основой для исполнения требований технических регламентов и базируются на наиболее эффективных и передовых технических, организационных, технологических, конструктивных и пр. решениях.

Концепция развития стандартизации в РФ, учитывающая особенности нового подхода к техническому нормированию, гармонизированному с международными нормами, включает совершенствование законодательных основ национальной системы стандартизации. Это предусматривает усиление роли стандартизации в решении государственных задач и роли государства в развитии стандартизации и совершенствование взаимодействия с международными организациями по стандартизации (ИСО, МЭК и пр.) .

Закон «О техническом регулировании» определяет стандартизацию как деятельность по установлению правил и характеристик, направленную на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции, повышения конкурентноспособности продукции, работ или услуг. Основными целями стандартизации являются повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, повышение уровня экологической безопасности, содействие соблюдению требований технических регламентов.

Техническое регулирование включает: установление в нормативных и правовых актах РФ и других нормативных документах требований к продукции, процессам проектирования, производства, эксплуатации, транспортирования, реализации и утилизации; правовое регулирование в области применения и исполне-

ния требований; правовое регулирование в области оценки соответствия (аккредитация, сертификация, испытания, экспертиза и пр.).

Ключевыми понятиями нового Федерального закона «О техническом регулировании» являются «технический регламент», «стандарт» и «оценка соответствия». Смысл этих понятий, а также их сравнение с понятиями, применявшимися в отмененных законах «О стандартизации» и «О сертификации продукции и услуг», приведены в таблицах .

Принципиальные новшества, вводимые законом:

- введение вместо государственных стандартов (ГОСТ, ГОСТ Р) документов двух уровней: технических регламентов, принимаемых в виде законов Российской Федерации и обязательных к исполнению, и национальных стандартов, применение которых носит добровольный характер;

- разграничение сферы регулирования технических регламентов и стандартов: сфера регулирования техническими регламентами ограничена требованиями безопасности и единством измерений, стандарты содержат добровольные требования более широкого масштаба, отчасти, развивающие и конкретизирующие требования технических регламентов, отчасти, самостоятельные;

- государственный надзор предусмотрен только за требованиями технических регламентов и только на стадии обращения продукции. Надзор за соблюдением требований на стадиях разработки, подготовки к производству и изготовления продукции исключен;

- введено понятие «оценки соответствия», включающее добровольное и обязательное подтверждение соответствия;

- обязательное подтверждение соответствия может проводиться только в случаях, установленных техническим регламентом и исключительно на соответствие его требованиям. Таким образом, обязательному подтверждению соответствия подлежат только требования безопасности и единства измерений;

- добровольное подтверждение соответствия может осуществляться для установления соответствия стандартам, системам добровольной сертификации, условиям договоров и другим требованиям, не входящим в сферу регулирования технических регламентов.

В соответствие с новым Федеральным законом создана новая система подтверждения соответствия. Федеральным законом «О техническом регулировании» не предусмотрен государственный надзор за соблюдением требований стандартов, а

надзор в отношении соблюдения требований технических регламентов допускается только на стадии обращения продукции, действовавший ранее порядок разработки и постановки на производство продукции теряет силу.

## 5.2. Цели и научная база стандартизации

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.02 №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов РФ – в ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

В настоящее время фонд национальных стандартов (ГОСТ и ГОСТ Р) в строительном комплексе составляет около 800 единиц. Они устанавливают требования к эксплуатационным характеристикам зданий и сооружений, их безопасности, надежности и долговечности. Наряду с более 200 строительными нормами и правилами (СНиП), а также другими НТД они составляют нормативную базу строительной отрасли. В них рассматриваются важнейшие вопросы энергоэффективности и ресурсосбережения, технической и информационной совместимости и взаимозаменяемости, которые согласно перспективной программе по разработке и пересмотру нормативной базы в строительстве до 2011 г. должны быть гармонизированы с требованиями технических регламентов. Согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» обязательному подтверждению соответствия подлежат только требования безопасности и единства измерений.

Государственными стандартами и иными нормативными документами устанавливаются:

- требования, нормы и правила проектирования систем;
- требования, нормы и правила, предъявляемые к продукции, материалам и оборудованию;
- требования и нормы предъявляемые к объектам защиты, к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам.
- требования, нормы и правила, предъявляемые к соответствующим методам контроля.

Стандарты предназначены для обеспечения качества оборудования, материалов, оптимизации проектных решений в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества.

*Объектом стандартизации* обычно называют продукцию, процесс или услугу, для которых разрабатывают те или

иные требования, характеристики, параметры, правила и т.п. стандартизация может касаться либо объекта в целом, либо его отдельных составляющих (характеристик).

*Областью стандартизации* называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

В настоящее время сформировалась государственная система стандартизации Российской Федерации (ГСС), которая регламентирует процессы построения, изложения и распространения стандартов в Российской Федерации. ГСС включает 5 основополагающих стандартов.

Можно выделить семь актуальных задач, нашедших свое воплощение в основополагающих стандартах ГСС или в ее исходной концепции:

1. Гармонизация отечественной нормативно – технической документации с международной, зарубежной, национальной и региональной нормативной документацией.

2. Минимизация ограничивающих инициативу (изготовителей и потребителей) запретов и предписаний, ориентация на добровольность применения и возможность выбора документов того или иного вида при заключении договоров и контрактов.

3. Освоение, адаптация, совершенствование процедур сертификации продукции в сочетании с разработкой документов по сертификации систем качества, аккредитации испытательных подразделений различного уровня для проведения сертификационных испытаний продукции и услуг.

4. Сопровождение тенденции отказа от ужесточения входного контроля, выходных испытаний и приемки, переход на пооперационный производственный контроль в технологическом цикле.

5. Оптимизация количественного состава и структуры технической документации на продукцию, процессы и услуги, обеспечение информативности и коммуникативности документов.

6. Совершенствование методологии разработки документации.

7. Обеспечение влияния нормативных документов на повышение технико-экономической эффективности производств.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политического региона мира принимают стандарт. Если участи в стандартизации открыто для соответствующих органов любой страны, то это международная стандартизация.

Региональная стандартизация – деятельность, открытая только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира. Региональная и международная стандартизация осуществляется специалистами стран, представленных в соответствующих региональных и международных организациях.

Национальная стандартизация – стандартизация в одном конкретном государстве. При этом национальная стандартизация также может осуществляться на разных уровнях: государственном, отраслевом уровне, в том или ином секторе экономики, на уровне ассоциаций, производственных фирм, предприятий (фабрик, заводов) и учреждений.

В настоящее время используются следующие категории стандартов:

- *национальные стандарты*, например: ГОСТ 12.1.004-99 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- *национальные стандарты, гармонизированные с международными*, например: ГОСТ Р ИСО 9001-2001(03) Системы менеджмента качества. Требования.
- *национальные стандарты, гармонизированные с Европейскими стандартами*, например: ГОСТ Р 52383-2005 (ЕН 81-73:2004) Лифты. Пожарная безопасность.
- *стандарты организаций*, например:
  - строительные нормы и правила: СНиП 21-01-97(02). Пожарная безопасность зданий и сооружений.
  - своды правил, например, СП 21-104-98. Свод правил по проектированию систем противопожарной защиты ... резервуарных парков ГКР РФ .
  - нормы, например, НПБ 88-2001(02). Нормы пожарной безопасности, Установки пожаротушения и сигнализации, Нормы и правила проектирования.
  - правила, например, ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в РФ.
  - рекомендации, например, МДС 41-99. Рекомендации по противодымной защите при пожаре.
  - руководящие документы в строительстве, например, РДС 82-201-96. Правила разработки норм расхода материалов в строительстве.

Используется также ряд других нормативных материалов, носящих рекомендательный характер.

Основными задачами стандартизации являются:

- обеспечение взаимопонимания между разработчи-

ками, изготовителями, продавцами и потребителями (заказчиками);

- установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе, обеспечивающих ее безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;

- установление требований по совместимости (конструктивной, электрической, электромагнитной, информационной, программной и др.), а также взаимозаменяемости продукции;

- согласование и увязка показателей и характеристик продукции, ее элементов, комплектующих изделий, сырья и материалов;

- унификация на основе установления и применения параметрических и типоразмерных рядов, базовых конструкций, конструктивно-унифицированных блочно-модульных составных частей изделий;

- установление метрологических норм, правил, положений и требований;

- нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;

- установление требований к технологическим процессам, в том числе для снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости, для обеспечения применения малоотходных технологий;

- создание и ведение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;

- нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических программ (проектов) и инфраструктурных комплексов (транспорт, связь, оборона, охрана окружающей среды, контроль среды обитания, безопасность населения и т.д.);

- создание системы каталогизации для обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях продукции;

- содействие выполнению законодательства Российской Федерации методами и средствами стандартизации.

*Цель стандартизации* – достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм, для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Цели стандартизации можно подразделить на общие и более узкие, касающиеся обеспечения соответствия. Конкретизация общих целей для российской стандартизации связана с выполнением тех требований стандартов, которые являются обязательными. К ним относятся разработка норм, требований, правил, обеспечивающих:

- безопасность продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- техническую и информационную совместимость, а также взаимозаменяемость продукции;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем научно-технического прогресса;
- единство измерений;
- экономию всех видов ресурсов;
- безопасность хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособность и мобилизационную готовность страны.

Конкретные цели стандартизации относятся к определенной области деятельности, отрасли производства товаров и услуг, тому или другому виду продукции, предприятию и т.п.

*Принципы стандартизации* отражают основные закономерности процесса разработки стандартов, обосновывают ее необходимость в управлении народным хозяйством, определяют условия эффективной реализации и тенденции развития. Выделяют семь важнейших принципов стандартизации:

1. Сбалансированность интересов сторон, разрабатывающих, изготавливающих, предоставляющих и потребляющих продукцию (услугу). Участники работ по стандартизации, исходя из возможностей изготовителя продукции и исполнителя услуги, с одной стороны, и требований потребителя – с другой, должны прийти к согласию, т.е. отсутствию возражений по существенным вопросам у большинства заинтересованных сторон.

2. Системность и комплексность стандартизации. Системность – это рассмотрение каждого объекта как части более сложной системы. Комплексность предполагает совместимость всех элементов сложной системы.

3. Динамичность и опережающее развитие стандарта. Динамичность обеспечивается периодической проверкой стандартов, внесением в них изменений, отменой НД. Для того что-

бы вновь создаваемый стандарт был меньше подвержен моральному старению, он должен опережать развитие общества.

*Опережающее развитие* обеспечивается внесением в стандарт перспективных требований к номенклатуре продукции, показателям качества, методам контроля и т.д.; опережающее развитие также обеспечивается путем учета на этапе разработки НД международных и региональных стандартов, прогрессивных национальных стандартов других стран.

4. Эффективность стандартизации. Применение НД должно давать экономический или социальный эффект. Непосредственный экономический эффект дают стандарты, ведущие к экономии ресурсов, повышению надежности, технической и информационной совместимости. Стандарты, направленные на обеспечение безопасности жизни и здоровья людей, окружающей среды, обеспечивают социальный эффект.

5. Приоритетность разработки стандартов, способствующих обеспечению безопасности, совместимости и взаимозаменяемости продукции (услуг). Эта цель достигается путем обеспечения соответствия требованиям стандартов, нормам законодательства и реализуется путем регламентации и соблюдения обязательных требований государственных стандартов. Важное требование к стандарту – пригодность его для целей сертификации. Стандарты, содержащие четко выделенные по тексту обязательные требования и методы их объективной проверки, являются «обязательными стандартами» и отвечают указанному требованию.

6. Принцип гармонизации. Он предусматривает разработку гармонизированных стандартов. Обеспечение идентичности документов, относящихся к одному и тому же объекту, но принятых как организациями по стандартизации в нашей стране, так и международными (региональными) организациями, позволяют разработать стандарты, которые не создают препятствий в международной торговле.

7. Четкость формулировок положений стандарта. Возможность двусмысленного толкования нормы свидетельствует о серьезном дефекте нормативного документа.

Для достижения социальных и технико-экономических целей стандартизация выполняет определенные функции.

Функция упорядочения – преодоление неразумного многообразия объектов (раздутая номенклатура продукции, ненужное многообразие документов). Она сводится к упрощению и ограничению.

Охранная (социальная) функция – обеспечение безопасно-



сти потребителей продукции (услуг), изготовителей и государства, объединение усилий человечества по защите природы от техногенного воздействия цивилизации.

Ресурсосберегающая функция обусловлена ограниченностью материальных, энергетических, трудовых и природных ресурсов и заключается в установлении в НД обоснованных ограничений на расходование ресурсов.

Коммуникативная функция обеспечивает общение и взаимодействие людей, в частности специалистов, путем личного обмена или использования документальных средств, аппаратных (компьютерных, спутниковых и пр.) систем и каналов передачи сообщений. Эта функция направлена на преодоление барьеров в торговле и содействие научно-техническому и экономическому сотрудничеству.

Цивилизующая функция направлена на повышение качества продукции и услуг как составляющей качества жизни.

Информационная функция. Стандартизация обеспечивает материальное производство, науку и технику и другие сферы нормативными документами, эталонами мер, образцами – эталонами продукции, каталогами продукции как носителями ценной технической и управленческой информации. Ссылка в договоре на стандарт является наиболее удобной формой информации о качестве товара как главного условия договора.

Функция нормотворчества и правоприменения проявляется в узаконивании требований к объектам стандартизации в форме обязательного стандарта и его всеобщем применении в результате придания документу юридической силы.

Соблюдение обязательных требований НД обеспечивается, как правило, принудительными мерами экономического, административного и уголовного характера.

### 5.3. Методы стандартизации

*Метод стандартизации* – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации. Стандартизация базируется на общенаучных и специфических методах. Наиболее широко применяемыми методами являются следующие:

- 1) параметрическая стандартизация;
- 2) унификация продукции;
- 3) агрегатирование;
- 4) комплексная стандартизация;

## 5) опережающая стандартизация.

*Параметрическая стандартизация*

Параметр продукции – количественная характеристика ее свойств. Наиболее важными параметрами являются характеристики, определяющие назначение продукции и условия ее использования:

- Размерные параметры (размер одежды и обуви, вместимость посуды);
- Весовые параметры (масса отдельных видов спортивного инвентаря);
- Параметры, характеризующие производительность машин и приборов;
- Энергетические параметры (мощность двигателя и пр.)

Продукция определенного типа, характеризуется рядом параметров. Набор установленных значений параметров называется параметрическим рядом. Разновидностью параметрического ряда является размерный ряд. Процесс стандартизации параметрических рядов (параметрическая стандартизация) заключается в выборе и обосновании целесообразной номенклатуры и численного значения параметров. Решается эта задача с помощью математических методов.

При создании, например, размерных рядов одежды и обуви производятся антропометрические измерения большого числа мужчин и женщин разных возрастов, проживающих в различных районах страны. Полученные данные обрабатывают методами математической статистики.

Параметрические ряды машин, приборов, тары рекомендуется строить согласно системе предпочтительных чисел – набору последовательных чисел изменяющихся в геометрической прогрессии. Смысл этой системы заключается в выборе лишь тех значений параметров, которые подчиняются строго определенной математической закономерности, а не любых значений.

Основным стандартом в этой области является ГОСТ 8032-84 «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел». ГОСТ 8032-84 предусматривает четыре основных ряда предпочтительных чисел:

1-й ряд – R5 – 1,00; 1,60; 2,50; 4,00; 6,30; 10,00;... имеет знаменатель прогрессии  $\sqrt[5]{10} \approx 1,6$ ;

2-й ряд – R10 – 1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50;... имеет знаменатель

прогрессии  $\sqrt[10]{10} \gg 1,25$ ;

3-й ряд – R20 – 1,00; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60;... имеет знаменатель

прогрессии  $\sqrt[20]{10} \gg 1,12$ ;

4-й ряд – R40 – 1,00; 1,06; 1,12; 1,18; 1,25;... имеет знаменатель

прогрессии  $\sqrt[40]{10} \gg 1,06$ .

Количество чисел в интервале 1-10: для ряда R5 – 5, R10 – 10, R20 – 20, для ряда R40 – 40.

В некоторых технически обоснованных случаях допускается округление предпочтительных чисел.

При выборе того или иного ряда учитывают интересы не только потребителей продукции, но и изготовителей. Частота параметрического ряда должна быть оптимальной.

Применение системы предпочтительных чисел позволяет не только унифицировать параметры продукции определенного типа, но и увязать по параметрам продукцию различных видов – детали, изделия, транспортные средства и технологическое оборудование.

*Унификация продукции.* Под унификацией понимают действия, направленные на сведение к технически и экономически обоснованному рациональному минимуму неоправданного многообразия различных изделий, деталей, узлов, технологических процессов и документации.

Унификацию можно рассматривать как средство оптимизации параметров качества и ограничения количества типоразмеров выпускаемых изделий и их составных частей. Благодаря унификации возрастает спрос на отдельные детали, узлы и комплектующие изделия, используемые в производстве различных видов продукции. Повышенный спрос позволяет организовывать поточное производство указанных компонентов готовой продукции, укрупнять их партии, создавать специализированные участки и предприятия.

К основным видам унификации относят конструкторскую и технологическую унификации. Конструкторская унификация предполагает унификацию изделий в целом и их составных частей, а технологическая – унификацию нормативно-технической документации (стандартов, технических условий, инструкций, методик, руководящих документов и др.).

Унификация делится на два основных направления: компоновочное и ограничительное.

Компоновочное направление предусматривает исследование рынка, анализ существующих потребностей и выявление номенклатуры изделий, необходимых потребителю.

Ограничительное направление предполагает углубленный анализ номенклатуры выпускаемых изделий и ее дальнейшее ограничение до минимально необходимой номенклатуры типоразмеров изделий и их составляющих. Ограничительное направление унификации получило название симплификации.

По определению ИСО, *симплификация* – это процесс простого сокращения количества, типов или других разновидностей изделий до количества технически и экономически необходимого для удовлетворения потребностей.

*Агрегатирование* – метод создания машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости. Важнейшим преимуществом изделий, созданных на основе агрегатирования, является их конструктивная обратимость. Агрегатирование позволяет также многократно применять стандартные детали, узлы и агрегаты в новых модификациях изделий при изменении их конструкции.

Использование агрегатирования как метода стандартизации обеспечивает решение целого ряда актуальных задач в различных отраслях промышленности:

- расширение номенклатуры выпускаемых изделий за счет создания их новых модификаций и различных вариантов исполнения;
- комплектование и сборка изделий разного функционального назначения из унифицированных и взаимозаменяемых деталей, узлов и агрегатов;
- расширение области применения универсальных изделий, машин и оборудования за счет создания возможности быстрой замены их рабочих органов;
- создание сложной технологической оснастки и приспособлений на основе использования общих деталей, узлов и агрегатов;
- обеспечение высокопроизводительного ремонта и эффективного восстановления изношенных изделий, машин и оборудования за счет использования взаимозаменяемых деталей, запасных частей, комплектующих изделий, узлов и агрегатов.

*Комплексная стандартизация* обеспечивает единые требования к качеству продукции, сырья, материалов, полуфабри-

катов и комплектующих изделий, используемых в ее производстве, к методам подготовки и организации самого производства, применяемым технологическим процессам, оборудованию, инструменту и т.д.

Проведение комплексной стандартизации позволяет разрабатывать комплексы согласованных между собой нормативно-технических документов по стандартизации, устанавливающих нормы и требования к различным объектам стандартизации, взаимосвязанным в процессе разработки, производства и эксплуатации продукции, что в конечном итоге обеспечивает взаимосвязь и взаимозависимость предприятий разных отраслей при совместном производстве конечной продукции, соответствующей требованиям стандартов.

Эффективной формой организации деятельности по проведению комплексной стандартизации является разработка и реализация программ комплексной стандартизации.

Программы содержат перечни стандартов и технических условий, подлежащих разработке или пересмотру. Эти программы должны быть увязаны по срокам и ресурсному обеспечению с планами освоения новой техники и технологии, материально-технического снабжения и пр.

Деятельность по проведению комплексной стандартизации должна базироваться на принципах системности, оптимальности и программного планирования. Эти принципы основаны на выявлении взаимосвязей между показателями качества изделия в целом, его составных частей, использованных сырья и материалов.

Таким образом, развитие комплексной стандартизации позволяет устранить излишнее многообразие и разнотипность промышленной продукции; создать необходимую техническую базу для организации серийного и массового производства продукции на специализированных предприятиях; повысить общий уровень качества выпускаемой продукции и его отдельных показателей; ускорить внедрение новой техники.

Метод опережающей стандартизации заключается в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм и требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время.

Научно-техническая база опережающей стандартизации включает в себя:

- результаты фундаментальных и прикладных научных исследований;

- открытия и изобретения, принятые к реализации и внедряемые в производство;
- результаты прогнозирования потребностей рынка и населения в конкретной продукции;
- методы оптимизации параметров различных объектов стандартизации.

При планировании опережающей стандартизации должен быть реализован принцип комплексности, предполагающий ее тесную взаимосвязь с планированием научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ.

Важнейшей предпосылкой дальнейшего развития опережающей стандартизации является долгосрочное научное прогнозирование, позволяющее определить основные направления совершенствования изделий и пересмотра соответствующих параметров.

#### 5.4. Показатели, уровни и системы качества.

Основным результатом деятельности по стандартизации является повышение степени соответствия продукта (услуг), процессов их функциональному назначению, то есть *качества*.

Под качеством понимается совокупность свойств продукции, обуславливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением, а качество изделия – степень удовлетворённости требований потребителя.

*Управление качеством* – действия, осуществляемые при создании эксплуатации или потреблении продукции, в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня её качества.

Основные функции службы управления качеством – поддержание уровней качества продукции в соответствии с политикой фирмы в соотношении качества; обеспечение контроля приобретаемых деталей, инструмента и технологических процессов; составление статистических отчётов.

*Система управления качеством* является необходимым атрибутом современной концепции управления в промышленности. В рамках системы комплексного управления качеством объединяются элементы пяти важнейших стратегий, реализуемых промышленными компаниями. К числу важнейших мероприятий по внедрению системы следует отнести:

- выбор стратегии;
- создание инфраструктуры;
- подготовка сотрудников к переменам;

- разработка планов внедрения;
- установление каналов связи с персоналом других фирм.

Повышение качества или интенсификация производства – средство для повышения эффективности производства и более полного удовлетворения на этой основе потребностей общества. Эта цель достигается как путём экономии производственных ресурсов, так и в результате улучшения качества продукции, средств производства, предметов потребления, услуг. Неуклонный рост качества продукции – это и средство, и результат интенсификации производства.

Пути повышения качества:

- значение НТП для повышения качества продукции;
- соблюдение технологической дисциплины и усиление контроля качества;
- совершенствование управления качеством.

Основные факторы совершенствования управления качеством продукции:

- улучшение стандартизации, приемки и аттестации качества;
- комплексное планирование повышения качества;
- усиление стимулирования повышения качества;
- внедрение комплексных систем управления качеством (КСУК).

Важнейшим источником роста эффективности производства является постоянное повышение технического уровня и качества выпускаемой продукции. Для технических систем характерна жесткая функциональная интеграция всех элементов. Таким образом, современный уровень развития НТП значительно ужесточил требования к техническому уровню и качеству изделий в целом и их отдельных элементов.

При возникновении отклонения от заданных параметров качества, которые обнаруживаются в блоке сравнения и принятия решения, блок сил воздействия для устранения этих отклонений направляет усилия либо на факторы, либо на условия, либо одновременно на то и другое. Меры воздействия и их сочетания зависят от характера и величины отклонений качества и от эффективности тех или иных возможных вариантов устранения отклонений.

Категории управления качеством продукции устанавливаются для эффективной организации управления качеством продукции.

В отношении управления качеством продукции выделяются следующие категории:

Объект управления – качество продукции. Иногда в качестве объекта выступает конкурентоспособность, технический уровень или какой либо другой показатель, характеристика. Как объект управления может выступать либо вся совокупность свойств продукции, либо какая то их часть, группа или отдельное свойство.

Цель управления – уровень и состояние качества продукции с учетом экономических интересов производителя и потребителя, а также требований безопасности и экологичности продукции.

Субъект управления – управляющие органы всех уровней и лица, призванные обеспечить достижение и содержание планируемого состояния и уровня качества продукции.

Методы и средства управления – способы, которыми органы управления воздействуют на элементы производственного процесса, обеспечивая достижение и поддержание планируемого состояния и уровня качества продукции.

*Управление качеством* использует следующие четыре типа методов:

1) экономические методы, обеспечивающие создание экономических условий, побуждающих коллективы предприятий, конструкторских, технологических и других организаций изучать запросы потребителей, создавать, изготавливать и обслуживать продукцию, удовлетворяющую эти потребности и запросы. К числу экономических методов относятся правила ценообразования, условия кредитования, экономические санкции за несоблюдение требований стандартов и технических условий, правила возмещения экономического ущерба потребителю за реализацию ему некачественной продукции;

2) методы материального стимулирования, предусматривающие, с одной стороны, поощрение работников за создание и изготовление высококачественной продукции ( к числу этих методов относятся: создание систем премирования за высокое качество, установление надбавок к заработной плате и др.), а с другой – взыскание за причиненный ущерб от ее некачественности;

3) организационно – распорядительные методы, осуществляемые посредством обязательных для исполнения директив, приказов, указаний руководителей. К числу организационно распорядительных методов управления качеством продукции относятся также требования нормативной документации;



4) воспитательные методы, оказывающие влияние на сознание и настроение участников производственного процесса, побуждающие их к высококачественному труду и четкому выполнению специальных функций управления качеством продукции.

## 5.5. Управление качеством в строительстве

Управление качеством – это установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации, осуществляемое путем систематического контроля качества (мониторинг качества) и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество.

В основу построения системы управления качеством, являющейся частью общей системы управления строительством, положены принципы Единой системы государственного управления качеством продукции. Органами РФ по стандартизации и сертификации в области обеспечения качества строительной продукции осуществляется деятельность, согласующаяся с Международной Организацией по Стандартизации (ИСО)

ИСО разрабатывает стандарты качества, общие для всех отраслей экономики и нуждается в адаптации применительно к специфическим особенностям конкретной страны и отрасли. Система управления качеством на основании стандартов ГОСТ Р ИСО 9000 и ГОСТ Р ИСО 9001 представляет собой организационно-управленческую и технологическую системы, направленные на оптимизацию деятельности предприятий строительной отрасли.

Основными функциями системы управления качеством являются планирование качества продукции с учетом требований технических регламентов, национальных стандартов и НТД, организация государственного надзора за соблюдением качества, разработка мероприятий по улучшению качества.

Важным инструментом управления качеством продукции строительного производства является система сертификации качества, а также экспертиза проектов строительства.

Главное управление экспертизы проектов (Главгосэкспертиза), территориальные органы государственной вневедомственной экспертизы и экспертные органы федеральных министерств и ведомств в пределах своих полномочий осуществляют проверку проектно-сметной документации до ее утверждения. При экспертизе проектов строительства в том числе в части решений по системам ТГВ и ОВК руководствуются постановлениями Правительства РФ №145 от 05.03.07 «О порядке организации и прове-

дения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»; №1008 от 27.12.2000 «О порядке проведения государственной экспертизы и утверждения градостроительной, предпроектной и проектной документации»; №87 от 16.02.08 «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию», а также действующими нормативными документами. При этом проверяются полнота и правильность исходных данных, оцениваются качество и рациональность принятых решений, обоснование устройства систем и подбора оборудования мероприятия по энергосбережению, соответствие принятых решений техническим условиям, санитарно-гигиеническим и противопожарным нормам, отвечающим требованиям закона №123-ФЗ.

Конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения зданий, сооружений и строений должны обеспечивать в случае пожара возможности эвакуации людей, проведения спасательных мероприятий, доступа и доставки средств пожаротушения, а также нераспространение пожара на соседние объекты.

Более подробно и конкретно вопросы экспертизы в строительстве рассматриваются в разделе 7.

## 6. СЕРТИФИКАЦИЯ

Сертификация – это способ контроля товаров и услуг, поступающих на потребительский рынок, гарантирующий их качество.

Сертификация – процедура подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров, проводимая третьей независимой стороной в целях подтверждения заявленного качества.

### 6.1. Законодательные основы и виды сертификации

Деятельность в области сертификации законодательно регулировалась Законом РФ от 10.06.1993 №5151-1 (изм. от 10.01.2003) «О сертификации». В настоящее время порядок и правовые основы сертификационной деятельности заложены в Законе РФ №184 – ФЗ «О техническом регулировании». Данные нормативы устанавливают порядок проведения обязательной сертификации, добровольной сертификации и декларирования соответствия.

Центры сертификации продукции, работ и услуг, аккредитованные в государственной системе сертификации ГОСТ Р и добровольной системе сертификации продукции и услуг «Росстройсертификация», оформляют сертификаты соответствия, санитарно-эпидемиологические заключения, сертификаты пожарной безопасности, протоколы и акты испытаний продукции.

Обязательная сертификация продукции применяется центром сертификации товаров для изделий попадающих в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в России. Для других изделий проводится добровольная сертификация продукции или регистрация декларации соответствия на товар. Добровольная сертификация продукции может проводиться в системе «Росстройсертификация» и в государственной системе ГОСТ Р. Если необходима обязательная сертификация товаров и нужен сертификат качества, можно также получить сертификат соответствия ГОСТ Р.

Стандартизация и сертификация в строительстве в основном проводится в добровольной системе «Росстройсертификация». Выдача сертификатов соответствия осуществляется по результатам проведения сертификации продукции и лабораторных испытаний материалов по методикам проведения испытаний продукции предусмотренных в ГОСТ или ТУ на выпуск продукции. Срок действия сертификата качества ГОСТ Р определяет орган по

сертификации продукции на основании результатов лабораторных испытаний материалов в испытательном центре, анализа стабильности производства и поступающих рекламаций.

Сертификат качества выдает центр сертификации продукции на срок до трех лет. В ряде случаев ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ИСО 9001:2008).

Орган по сертификации систем менеджмента качества «Россертификация» проводит разработку, внедрение и сертификацию системы менеджмента качества, инспекционный контроль и выдачу сертификатов соответствия системы качества. Срок действия сертификата системы менеджмента качества составляет три года.

## 6.2. Международные и государственные системы сертификации

В России постоянно осуществляется процесс гармонизации отечественных стандартов с европейскими и международными. Для некоторых групп продукции эта гармонизация составляет почти 100%. Однако, в некоторых областях, которые непосредственно влияют на национальную безопасность России, отечественные стандарты никогда не будут гармонизированы с международными, а сама сертификация будет оставаться закрытой. В настоящее время Россия участвует в следующих международных системах сертификации:

- Системе международной электротехнической комиссии (МЭК) по испытаниям электрооборудования на соответствие стандартам безопасности.
- Системе сертификации легковых, грузовых автомобилей, автобусов и других транспортных средств (ЕЭК ООН).
- Системе сертификации ручного огнестрельного оружия и патронов.
- Систему сертификации изделий электронной техники МЭК.
- Международной системе сертификации метрологического оборудования и приборов.
- Соглашении о взаимном признании результатов испытаний импортируемых летательных аппаратов и сертификации отдельных деталей самолетов.
- Международной морской организации при ООН (Конвенция по безопасности мореплавания).

Системы сертификации, действующие в России

- Системы обязательной сертификации:

- Система сертификации «ГОСТ Р»
- Система сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации
- Система сертификации средств защиты информации
- Система сертификации безопасности взрывоопасных производств
- Система сертификации на федеральном железнодорожном транспорте
- Система сертификации "Электросвязь"
- Система сертификации продукции и услуг в области пожарной безопасности
- Система сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности
- Система сертификации морских гражданских судов
- Система сертификации на воздушном транспорте Российской Федерации
- Система сертификации геодезической, топографической и картографической продукции
- Система сертификации авиационной техники и объектов гражданской авиации
- Федеральная система сертификации космической техники научного и народнохозяйственного назначения
- Система сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения
- Система сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности для сведений, составляющих государственную тайну
- Система сертификации иммунобиологических препаратов
- Системы добровольной сертификации:
  - Система сертификации строительной продукции «Росстройсертификация»
  - Система сертификации персонала и услуг ЖКХ «Росжилкоммунсертификация»
  - Система сертификации средств криптографической защиты информации
  - Система добровольной сертификации продукции по акустическим и вибрационным характеристикам
  - Система добровольной сертификации продукции Госстандарта России

### 6.3. Сертификация в строительстве

Проведение испытаний строительной продукции на соответствие требованиям ГОСТ и ТУ с выдачей акта испытаний материалов и оформлением протокола испытаний продукции в испытательном центре является основанием для выдачи сертификата соответствия сертификационным центром.

Получить сертификат ГОСТ Р можно на основании протоколов испытаний, сертификата пожарной безопасности и санитарно-эпидемиологического заключения. Испытательная лаборатория проводит также строительные испытания сооружений, статические испытания конструкций зданий и сооружений.

Сертификат пожарной безопасности выдается органом по сертификации пожарной безопасности, если обязательная пожарная сертификация заявленной продукции предусмотрена законодательством России. Проводится обязательная пожарная сертификация и пожарные испытания для электрооборудования и электроустановок всех видов, части строительных материалов, химических и резинотехнических изделий. Пожарный сертификат необходим, чтобы получить сертификат качества.

Техническое свидетельство на строительную и промышленную продукцию оформляет Минрегион России на основании лабораторных испытаний в испытательных лабораториях ГОСТ Р, технической оценки пригодности изделия для применения в строительстве ФГУ ФЦС и документов, подтверждающих качество товаров. Техническое свидетельство оформляется в срок от одного до трех месяцев.

Ввиду обширности темы раздела подробно положения о сертификационной деятельности рассматриваются в специальной литературе [2,3].

## 7. ЭКСПЕРТИЗА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

При экспертизе проектов строительства следует руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации, настоящими рекомендациями, а также другими документами, регулирующими инвестиционную деятельность.

Основные требования по составу и содержанию экспертного заключения по проектам строительства приведены в РДС 11-201-95 "Инструкция о порядке проведения государственной экспертизы проектов строительства", а также в соответствующих разделах настоящих методических рекомендаций.

Данные положения составлены исходя из того, что разработке проектов строительства предшествовало составление обоснований инвестиций в строительство объекта, рассмотрение и утверждение (одобрение) его в установленном порядке.

### 7.1. Порядок проведения государственной экспертизы

В соответствии с [1] государственной экспертизе подлежат проектная документация объектов капитального строительства и результаты инженерных изысканий.

Государственная экспертиза проводится уполномоченными на проведение государственной экспертизы органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации или подведомственными им государственными учреждениями.

При экспертизе проектов строительства следует руководствоваться законодательными и нормативными актами РФ, а также другими документами, регулирующими инвестиционную деятельность.

Для проведения государственной экспертизы проектной документации необходимо предоставить следующий перечень документов [2].

1. Заявление о проведении государственной экспертизы (приложение Д).

2. Реестр – перечень разделов проектной документации и документов, представляемых для проведения оценки соответствия проектной документации (приложение Е).

3. Проектная документация на объект капитального строительства в соответствии с требованиями (в том числе к составу и содержанию разделов документации), установленными законодательством РФ.

4. Копия задания на проектирование, заверенная в установленном порядке.

5. Документы, подтверждающие полномочия заявителя действовать от имени застройщика, заказчика (в случае, если заявитель не является заказчиком и (или) застройщиком), в которых полномочия на заключение, изменение, исполнение, расторжение договора о проведении государственной экспертизы (далее – договор) должны быть оговорены специально.

6. Доверенность на лицо представляющее интересы заявителя в государственной экспертизе проектов.

7. Заверенная копия выданного саморегулируемой организацией свидетельства о допуске исполнителя работ к соответствующему виду работ по подготовке проектной документации и (или) инженерным изысканиям, действительного на дату подписания акта приемки выполненных работ и копия акта приемки выполненных работ в случае, если в соответствии с законодательством Российской Федерации получение допуска к таким работам является обязательным.

## **7.2. Состав проектной документации для предоставления в государственную экспертизу.**

Согласно [3] проектная документация содержит как текстовую, так и графическую части.

Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта капитального строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и технические документы, используемые при подготовке проектной документации и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения.

Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

Проектная документация на объекты капитального строительства производственного и непроизводственного назначения состоит из 12 разделов:

Раздел 1. «Пояснительная записка» должен содержать:

- реквизиты документа, на основании которого принято решение о разработке проектной документации;
- исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства;
- технические условия;
- сведения о функциональном назначении объекта капи-



тального строительства, состав и характеристику производства, номенклатуру выпускаемой продукции (работ, услуг);

- сведения о потребности объекта капитального строительства в топливе, газе, воде и электрической энергии;
- данные о проектной мощности объекта капитального строительства – для объектов производственного назначения;
- сведения о предполагаемых затратах, связанных со сносом зданий и сооружений, переселением людей, переносом сетей инженерно-технического обеспечения (при необходимости) и т.д.

Документы (копии документов, оформленные в установленном порядке), должны быть приложены к пояснительной записке в полном объеме.

Раздел 2 "Схема планировочной организации земельного участка"

Раздел 3 "Архитектурные решения"

Раздел 4 "Конструктивные и объемно-планировочные решения"

Раздел 5 "Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений" должен состоять из следующих подразделов:

- а) подраздел "Система электроснабжения";
- б) подраздел "Система водоснабжения";
- в) подраздел "Система водоотведения";
- г) подраздел "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети";
- д) подраздел "Сети связи";
- е) подраздел "Система газоснабжения";
- ж) подраздел "Технологические решения".

**Подраздел "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети" раздела 5** должен содержать:

**в текстовой части**

- а) сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, расчетных параметрах наружного воздуха;
- б) сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей систем отопления и вентиляции;
- в) описание и обоснование способов прокладки и конструктивных решений, включая решения в отношении диаметров и

теплоизоляции труб теплотрассы от точки присоединения к сетям общего пользования до объекта капитального строительства;

г) перечень мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод;

д) обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха помещений;

е) сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение на производственные и другие нужды;

ж) сведения о потребности в паре;

з) обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, характеристик материалов для изготовления воздухопроводов;

и) обоснование рациональности трассировки воздухопроводов вентиляционных систем – для объектов производственного назначения;

к) описание технических решений, обеспечивающих надежность работы систем в экстремальных условиях;

л) описание систем автоматизации и диспетчеризации процесса регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

м) характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные вещества, – для объектов производственного назначения;

н) обоснование выбранной системы очистки от газов и пыли – для объектов производственного назначения;

о) перечень мероприятий по обеспечению эффективности работы систем вентиляции в аварийной ситуации (при необходимости).

**в графической части:**

п) принципиальные схемы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

р) схему паропроводов (при наличии);

с) схему холодоснабжения (при наличии);

т) план сетей теплоснабжения.

**Подраздел "Система газоснабжения" раздела 5** должен содержать:

**в текстовой части**

а) сведения об оформлении решения (разрешения) об установлении видов и лимитов топлива для установок, потребляющих топливо, – для объектов производственного назначения;

б) характеристику источника газоснабжения в соответствии с техническими условиями;

в) сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, – для объектов производственного назначения;

г) расчетные (проектные) данные о потребности объекта капитального строительства в газе – для объектов непроизводственного назначения;

д) обоснование топливного режима – для объектов производственного назначения;

е) описание технических решений по обеспечению учета и контроля расхода газа и продукции, вырабатываемой с использованием газа, в том числе тепловой и электрической энергии, – для объектов производственного назначения;

ж) описание и обоснование применяемых систем автоматического регулирования и контроля тепловых процессов – для объектов производственного назначения;

з) описание технических решений по обеспечению учета и контроля расхода газа, применяемых систем автоматического регулирования – для объектов непроизводственного назначения;

и) описание способов контроля температуры и состава продуктов сгорания газа – для объектов производственного назначения;

к) описание технических решений по обеспечению теплоизоляции ограждающих поверхностей агрегатов и теплопроводов – для объектов производственного назначения;

л) перечень сооружений резервного топливного хозяйства – для объектов производственного назначения;

м) обоснование выбора маршрута прохождения газопровода и границ охранной зоны присоединяемого газопровода, а также сооружений на нем;

н) обоснование технических решений устройства электрохимической защиты стального газопровода от коррозии;

о) сведения о средствах телемеханизации газораспределительных сетей, объектов их энергоснабжения и электропривода;

п) перечень мероприятий по обеспечению безопасного функционирования объектов системы газоснабжения, в том числе

описание и обоснование проектируемых инженерных систем по контролю и предупреждению возникновения потенциальных аварий, систем оповещения и связи;

р) перечень мероприятий по созданию аварийной спасательной службы и мероприятий по охране систем газоснабжения – для объектов производственного назначения;

**в графической части:**

с) схему маршрута прохождения газопровода с указанием границ его охранной зоны и сооружений на газопроводе;

т) план расположения производственных объектов и газоиспользующего оборудования с указанием планируемых объемов использования газа – для объектов производственного назначения;

у) план расположения объектов капитального строительства и газоиспользующего оборудования с указанием планируемых объемов использования газа – для объектов непромышленного назначения;

ф) план сетей газоснабжения.

**Подраздел "Технологические решения" раздела 5** должен содержать:

**в текстовой части:**

а) сведения о производственной программе и номенклатуре продукции, характеристику принятой технологической схемы производства в целом и характеристику отдельных параметров технологического процесса, требования к организации производства, данные о трудоемкости изготовления продукции – для объектов производственного назначения;

б) обоснование потребности в основных видах ресурсов для технологических нужд – для объектов производственного назначения;

в) описание источников поступления сырья и материалов – для объектов производственного назначения;

г) описание требований к параметрам и качественным характеристикам продукции – для объектов производственного назначения;

д) обоснование показателей и характеристик (на основе сравнительного анализа) принятых технологических процессов и оборудования – для объектов производственного назначения;

е) обоснование количества и типов вспомогательного оборудования, в том числе грузоподъемного оборудования, транс-

портных средств и механизмов;

ж) перечень мероприятий по обеспечению выполнения требований, предъявляемых к техническим устройствам, оборудованию, зданиям, строениям и сооружениям на опасных производственных объектах, – для объектов производственного назначения;

з) сведения о наличии сертификатов соответствия требованиям промышленной безопасности и разрешений на применение используемого на подземных горных работах технологического оборудования и технических устройств (при необходимости) – для объектов производственного назначения;

и) сведения о расчетной численности, профессионально-квалификационном составе работников с распределением по группам производственных процессов, числе рабочих мест и их оснащенности – для объектов производственного назначения;

к) перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных и непромышленных объектов капитального строительства (кроме жилых зданий);

л) описание автоматизированных систем, используемых в производственном процессе, – для объектов производственного назначения;

м) результаты расчетов о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники (по отдельным цехам, производственным сооружениям) – для объектов производственного назначения;

н) перечень мероприятий по предотвращению (сокращению) выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду;

о) сведения о виде, составе и планируемом объеме отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению, с указанием класса опасности отходов – для объектов производственного назначения;

п) описание и обоснование проектных решений, направленных на соблюдение требований технологических регламентов;

### **в графической части:**

р) принципиальные схемы технологических процессов от места поступления сырья и материалов до выпуска готовой продукции;

с) технологические планировки по корпусам (цехам) с указанием мест размещения основного технологического оборудования, транспортных средств, мест контроля количества и качества

сырья и готовой продукции и других мест – для объектов производственного назначения;

т) схему грузопотоков (при необходимости) – для объектов производственного назначения;

у) схему расположения технических средств и устройств.

Раздел 6 "Проект организации строительства".

Раздел 7 "Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства" выполняется при необходимости сноса (демонтажа) объекта или части объекта капитального строительства.

Раздел 8 "Перечень мероприятий по охране окружающей среды".

Раздел 9 "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности".

Раздел 10 "Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов".

Раздел 10\_1 "Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов".

Раздел 11 "Смета на строительство объектов капитального строительства".

Раздел 12 "Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами" должен содержать документацию, необходимость разработки которой при осуществлении проектирования и строительства объекта капитального строительства предусмотрена законодательными актами Российской Федерации.

### **7.3. Проведение оценки соответствия проектной документации**

Организация по проведению государственной экспертизы в течение 3-х рабочих дней со дня получения от заявителя документов, указанных выше, осуществляет их проверку.

Срок проведения проверки объектов не должен превышать 10 рабочих дней.

В указанный срок заявителю представляется (направляется) проект договора с расчетом размера платы за проведение государственной экспертизы, подписанный со стороны организации по проведению государственной экспертизы, либо мотивированный отказ в принятии документов, представленных для проведения государственной экспертизы, или указанные документы

должны быть возвращены без рассмотрения.

Проведение государственной экспертизы начинается после представления заявителем документов, подтверждающих внесение платы за проведение государственной экспертизы в соответствии с договором, и завершается направлением (вручением) заявителю заключения государственной экспертизы.

Срок проведения государственной экспертизы не должен превышать 3 месяца. Установлены следующие сроки проведения оценки соответствия проектной документации:

1. Проектной документации в полном объеме или ее отдельных разделов (за исключением проектной документации или ее отдельных разделов по жилым объектам) – не более 60 дней;
2. Проектной документации в полном объеме или ее отдельных разделов по жилым объектам – не более 45 дней.

При выявлении в проектной документации в процессе проведения государственной экспертизы недостатков (отсутствие (неполнота) сведений, описаний, расчетов, чертежей, схем и т.п.), которые не позволяют сделать выводы о соответствии (положительное заключение) или несоответствии (отрицательное заключение), государственная экспертиза проектов незамедлительно уведомляет Заявителя о выявленных недостатках (замечаниях) и устанавливает срок для их устранения (приложение Ж).

В случае если выявленные недостатки невозможно устранить в процессе государственной экспертизы или Заявитель в установленный срок их не устранил, государственная экспертиза проектов вправе отказаться от дальнейшего проведения экспертизы и поставить вопрос о досрочном расторжении договора, о чем письменно уведомляет Заявителя с указанием мотивов принятого решения.

Проектная документация направляются повторно (2 и более раза) на государственную экспертизу после устранения недостатков, указанных в отрицательном заключении государственной экспертизы, или при внесении изменений в проектную документацию, получившую положительное заключение государственной экспертизы, в части изменения технических решений, которые влияют на конструктивную надежность и безопасность объекта капитального строительства.

В случае если недостатки, послужившие основанием для отрицательного заключения государственной экспертизы, можно устранить без возврата этих документов и Заявитель не настаивает на их возврате, государственная экспертиза проектов устанавливает

ливаает срок для устранения таких недостатков. В этом случае документы, представленные на государственную экспертизу, Заявителю не возвращаются. После их доработки Заявитель представляет в государственную экспертизу проектов часть проектной документации с внесенными изменениями и справку с описанием этих изменений.

Пример устранения недостатков в проектной документации для раздела «Отопление и вентиляция» приведен в приложении К.

Перечень типовых недостатков и замечаний по инженерному оборудованию и сетям инженерно-технического обеспечения представлен в приложении Л.

### **Порядок взимания платы за проведение государственной экспертизы**

Государственная экспертиза проектной документации осуществляется за счет средств заявителя.

Оплата услуг по проведению государственной экспертизы производится независимо от результата государственной экспертизы.

### **7.4. Заключение государственной экспертизы.**

Результатом государственной экспертизы является заключение, содержащее выводы о соответствии (положительное заключение представлено в приложении М) или несоответствии (отрицательное заключение представлено в приложении Н) проектной документации требованиям технических регламентов и результатам инженерных изысканий – в случае, если осуществлялась государственная экспертиза проектной документации.

Заключение государственной экспертизы подписывается государственными экспертами, участвовавшими в проведении экспертизы, и утверждается руководителем организации по проведению государственной экспертизы либо должностным лицом, уполномоченным таким руководителем.

Проектная документация не может быть утверждена застройщиком или заказчиком при наличии отрицательного заключения государственной экспертизы проектной документации.

Отрицательное заключение государственной экспертизы может оспариваться застройщиком или заказчиком в судебном порядке.

Выдача заключения государственной экспертизы осуществляется на руки заявителю или путем направления заказного



письма. Положительное заключение государственной экспертизы выдается в 4 экземплярах.

Проектная документация, копия задания на проектирование, результаты инженерных изысканий и копия задания на выполнение инженерных изысканий подлежат возврату заявителю в сроки и в порядке, определенные договором.

В случае утраты заключения государственной экспертизы заявитель вправе получить в организации по проведению государственной экспертизы дубликат этого заключения. Выдача дубликата осуществляется бесплатно в течение 10 дней с даты получения указанной организацией письменного обращения.

## 8. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При решении сложных технических задач необходимо оперировать численными значениями различных физических величин, получаемыми в том числе в результате экспериментальных исследований. Известно, что измерения этих величин могут быть произведены с различной степенью точности. Оценка этой точности является неотъемлемой частью любого эксперимента и может производиться различными методами в соответствии с различными способами обработки результатов измерений. Принципы получения результата измерения, оценки его погрешности приведены в разделе 4.

Современная теория погрешностей базируется на принципах теории вероятности и математической статистики. Основные понятия теории вероятности, используемые в теории погрешностей, с законами распределения этих погрешностей, с понятиями надежности и достоверности результата измерений, дисперсией, доверительным интервалом используются также в различных методиках научно-исследовательских и экспериментальных исследований и в решении конкретных инженерно-технических задач.

### 8.1. Статистическая обработка экспериментальных исследований по определению концентрации пыли в воздухе рабочей зоны

Расчетная формула определения концентрации витающей пыли:

$$C = \frac{\Delta m}{V_0}, \text{ мг/м}^3, \quad (38)$$

где  $C$  – концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup>;  
 $\Delta m$  – масса навески пыли, мг;  
 $V_0$  – объем воздуха, прошедшего через фильтр, приведенный к нормальным условиям, м<sup>3</sup>.

Для определения необходимого количества замеров концентрации пыли, следует исходить из обеспечения принятой величины доверительной вероятности 0.95 и суммарной погрешности (не должна превышать 15%). Основываясь на этом, для оценки случайной составляющей погрешности достаточно проведение

эксперимента с пятью наблюдениями.

Погрешность измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны складывается из суммы неисключенной систематической и случайной погрешностей.

Неисключенная систематическая погрешность обуславливается:

- погрешностью аспиратора  $\Theta_A = \pm 7\%$ ;
- погрешностью секундомера  $\Theta_C = \pm 1\%$ ;
- погрешностью измерения температуры  $\Theta_t, \%$ ;
- погрешностью измерения атмосферного давления  $\Theta_p, \%$ ;
- погрешностью взвешивания навески  $\Theta_n, \%$ .

Погрешность измерения температуры  $\Theta_t$ , исходя из погрешности термометра, определенной по поверочному свидетельству, вычисляли по формуле:

$$\Theta_t = \frac{m_t \cdot 100}{273 + t}, \%, \quad (39)$$

где  $m_t$  – погрешность термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  – температура, при которой проводились измерения,  $^{\circ}\text{C}$ .

Значения погрешностей измерения температуры приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Погрешность измерения температуры

№ п/п	Погрешность термометра, $m_t, ^{\circ}\text{C}$	Температура, $t, ^{\circ}\text{C}$	Погрешность измерения температуры, $\Theta_t, \%$
1	0.5	20	0.17
2		21	0.17
3		22	0.17
4		24	0.17
5		25	0.17

Погрешность измерения атмосферного давления  $\Theta_p$  с учетом погрешности барометра определяли по поверочному свидетельству по формуле:

$$\Theta_p = \frac{m_p \cdot 100}{P}, \%, \quad (40)$$

где  $m_p$  – погрешность барометра, Па,  
 $p$  – давление, при котором проводились измерения, Па.  
 Значения погрешностей измерения атмосферного давления  
 приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Погрешность измерения атмосферного давления

№ п/п	Погрешность барометра, $m_p$ , Па	Давление, $p$ , Па	Погрешность измерения атмосферного давления, $\Theta_p$ , %
1	33.35	$101.1 \cdot 10^3$	0.03
2		$101.3 \cdot 10^3$	0.03
3		$101.4 \cdot 10^3$	0.03
4		$101.5 \cdot 10^3$	0.03
5		$101.7 \cdot 10^3$	0.03

Погрешность взвешивания навески  $\Theta_H$  определяли, исходя из погрешности весов, и вычисляли по формуле:

$$\Theta_H = \frac{2m_m}{m_{max}} \cdot 100, \%, \quad (41)$$

где  $m_m$  – погрешность весов, согласно поверочному свидетельству, г;

$m_{max}$  – максимальная масса взвешиваемой навески, г.

Погрешность взвешивания навески  $\Theta_H = 0.013\%$  при  $m_m = 0.0001$  г;  $m_{max} = 1.59$ г для керамической пыли.

Погрешность взвешивания навески  $\Theta_H = 0.025\%$  при  $m_m = 0.0001$  г;  $m_{max} = 0.8$ г для угольной пыли.

Суммарную неисключенную систематическую погрешность  $\Theta_\Sigma$  определяли по формуле:

$$\Theta_\Sigma = \sqrt{\Theta_A^2 + \Theta_C^2 + \Theta_t^2 + \Theta_p^2 + \Theta_H^2}, \%, \quad (42)$$

Для рассматриваемого случая:  $\Theta_\Sigma = 7.78\%$  для керамической и угольной пыли.

Границы суммы неисключенных систематических погрешностей  $\Theta$  рассчитывали по формуле:

$$\Theta = K \cdot \Theta_{\Sigma}, \%, \quad (43)$$

где  $K$  – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью, принимаемый равным 1,1 при доверительной вероятности 0.95.

Для оценки случайной составляющей погрешности  $\varepsilon$  проводили 5 наблюдений при постоянной концентрации пыли.

Значения среднеквадратичных отклонений группы результатов наблюдений  $s$ , определяли по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta C_i)^2}{n-1}}, \quad (44)$$

где  $\Delta C = C_i - \bar{C}$  – разность между  $i$  – результатом наблюдения  $C_i$  и средним арифметическим значением  $\bar{C}$ ;  
 $n$  – число измерений.

Значения относительных среднеквадратичных отклонений результата измерений  $s_{\bar{C}}$ , определяли по формуле:

$$s_{\bar{C}} = \frac{s \cdot 100}{\sqrt{n} \cdot \bar{C}}, \%, \quad (45)$$

Доверительные границы случайной погрешности  $\varepsilon$  результата измерения находили по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot s_{\bar{C}}, \quad (46)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента.

Задаемся доверительной вероятностью  $p = 0.95$ . При этом коэффициент Стьюдента с четырьмя степенями свободы ( $n - 1 = 5 - 1 = 4$ ) равен  $t = 2.776$ .

Для расчета суммарной погрешности  $\Delta$  определяем отношение систематической  $\Theta$  и случайной  $s_{\bar{C}}$  составляющих:

- если  $\frac{\Theta}{s_C} < 0.8$ , то неисключенными систематическими

погрешностями пренебрегают, а суммарную погрешность  $\Delta$  принимают равной  $\varepsilon$ .

- если  $\frac{\Theta}{s_C} > 8$ , то случайными погрешностями пренебре-

гают, а суммарную погрешность  $\Delta$  принимают равной  $\Theta$ .

- если  $0.8 < \frac{\Theta}{s_C} < 8$ , то границу погрешности результатов

измерения находят путем построения композиций распределения случайных и неисключенных систематических погрешностей, рассматриваемых как случайные величины по формуле:

$$\Delta = K \cdot s_{\Sigma}, \quad (47)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешности;  
 $s_{\Sigma}$  – оценка суммарного среднеквадратичного отклонения результата измерения, вычисляемая по формуле

$$s_{\Sigma} = \sqrt{\frac{(\Theta_{\Sigma})^2}{3} + s_C^2}. \quad (48)$$

Коэффициент  $K$  вычисляли по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta}{s_C + \sqrt{\frac{(\Theta_{\Sigma})^2}{3}}}. \quad (49)$$

Таким образом, максимальная погрешность  $\Delta$  измерений концентрации керамической пыли в воздухе рабочей зоны составляет  $\pm 13.85\%$  без применения средств улавливания пыли и  $\pm 14.98\%$  с применения средств улавливания пыли, а угольной пыли  $\pm 13\%$  без применения средств улавливания пыли и

$\pm 11.38\%$  с применения средств улавливания пыли при доверительной вероятности = 0.95.

## **8.2. Статистическая обработка экспериментальных исследований по определению концентрации пыли в воздуховоде**

Погрешность измерения концентрации пыли в воздуховоде определяли аналогично погрешности концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Добавляется только погрешность измерения средней скорости в мерном сечении воздуховода  $\Theta_{СК}$ , которую определяли по формуле:

$$\Theta_{СК} = \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_T^2 + \sigma_p^2} + \sigma_e, \quad (50)$$

где  $\sigma_B$ ,  $\sigma_T$ ,  $\sigma_p$ , – среднеквадратичные погрешности измерений, соответственно, барометрического давления, температуры воздуха в воздуховоде, динамического давления воздуха;  $\sigma_e$ , – предельная относительная погрешность определения средней скорости воздуха, связанная с неравномерностью распределении скоростей по мерному сечению. Расчет погрешности измерения  $\Theta_{СК}$  приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Погрешность измерения средней скорости в мерном сечении воздуховода

№ п/п	Микроманометр		Барометр		Термометр		$\sigma_e$ , %	$\Theta_{ск}$ , %
	Отсчет по шкале, $\times 10^3$ м	$\sigma_p$ , %	Отсчет по шкале, мм рт.ст.	$\sigma_B$ , %	Отсчет по шкале, °С	$\sigma_T$ , %		
1	2.5	8.0	760	0.7	24	1.0	3.0	11.09
2	9.5	5.0						8.15
3	21.5	3.5						6.71
4	38.5	2.0						5.34
5	60.0	1.5						4.93
6	82.0	1.0						4.58

Таким образом, максимальная погрешность  $\Delta$  измерений концентрации пыли в воздуховоде составляет  $\pm 14.47\%$  при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

### 8.3. Статистическая обработка результатов при анализе дисперсного состава пыли

Дисперсный состав (зерновой, гранулометрический) характеризует долю по массе, объему поверхности и количеству частиц в любом диапазоне их размеров, т.е. характеризует «тонкость» дисперсной фазы и физико-механические свойства, а также скорость оседания частиц пылей, что имеет решающее значение при оценке санитарно-гигиенической «опасности» пылевой обстановки для работающих, а также при расчете и выборе пылеулавливающего оборудования.

Дисперсный состав пыли рассматривается, как установление доли частиц различного диаметра. В качестве примера дисперсный состав пыли определяли методом микрофотоирования. Исследование дисперсного состава пыли данным методом основано на визуальном изучении отдельных частиц пыли – определении их числа, формы и размеров. Наблюдения производят либо непосредственно под микроскопом, либо просматривая фотоснимки или проекции препарата (просветленного фильтра с пылевыми частицами) на экране.

Аналитическое описание дисперсного состава пыли возможно с помощью различных теоретических и экспериментальных зависимостей. При этом логарифмически нормальное распределение среди специалистов считается наиболее обоснованным для аналитического описания данных дисперсного анализа различных



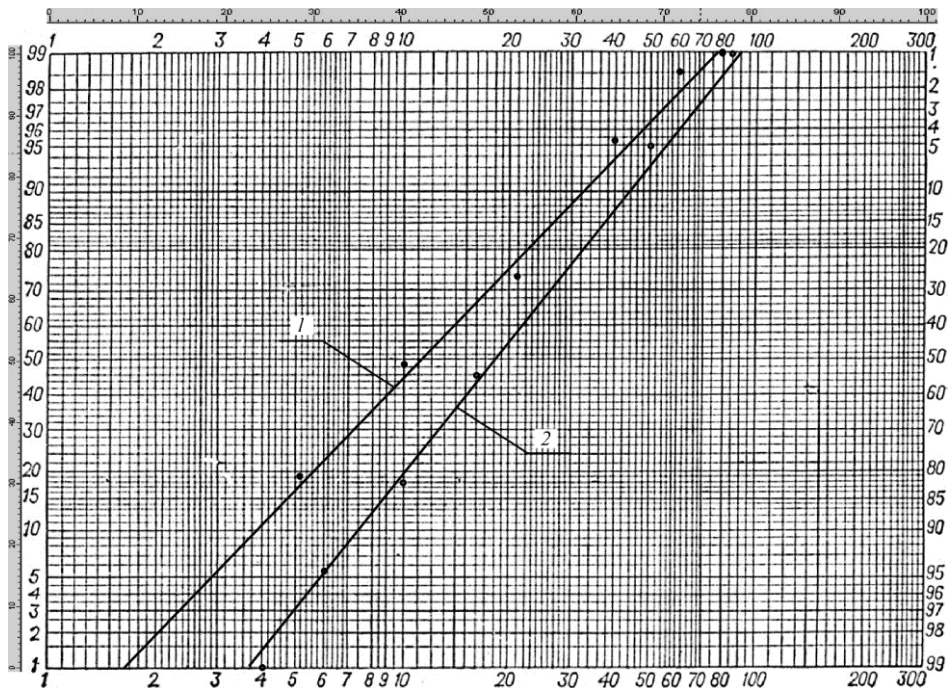
пылей, поскольку в процессе измельчения материалов различной природы распределение частиц (функции прохода  $D(d)$ , остатка  $R(d)$  и плотности  $\phi(d)$ ) стремятся к логнормальному, в котором нормально распределен не диаметр частиц  $d$ , а его логарифм  $\lg d$ .

Результаты определения дисперсного состава пыли с использованием логарифмически нормального закона распределения случайной величины представлены в таблице 6.

Графически результаты определения дисперсного состава пыли интерпретируются построением дифференциальных кривых распределения по размерам. Однако наиболее удобным является графическое изображение результатов дисперсных анализов в виде интегральных кривых  $R(d)$  (остатка) или  $D(d)$  (прохода), каждая точка которых показывает относительное содержание частиц с размерами соответственно больше или меньше заданного.

Интегральные графики для частиц с логарифмически нормальным распределением удобно строить в вероятностно-логарифмической системе координат, где они приобретают вид прямых линий (рисунок 16). Для построения такой системы координат по оси абсцисс в логарифмическом масштабе откладывают значения  $d$ , а по оси ординат – значения  $D(d)$  или  $R(d)$ . Построив по результатам дисперсного анализа интегральную функцию распределения частиц по размерам, можно определить медианный диаметр  $d_m$  и среднее квадратичное отклонение в функции данного распределения  $\lg s_{\text{ч}}$ .

Медианный диаметр  $d_m$  определяется из условия, что масса частиц более крупных и более мелких, чем  $d_m$ , составляет 50%, т.е. искомое значение на графике определяется его пересечением с осью абсцисс  $D(d) = 50\%$ . Среднее квадратичное отклонение характеризует угол наклона графика к оси абсцисс (тангенс угла наклона).



1 – керамическая пыль; 2 – угольная пыль  
 Рисунок 16. График дисперсного состава пылей.

Таблица 6. – Обработка результатов дисперсного анализа пыли.

№ измерений	Вид пыли	Диаметр частиц на границах фракций, d, мкм	Фракция по массе частиц, %	Диаметр частиц d, мкм	Содержание частиц с размерами меньше данной фракции, %	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$(x_i)^2$	a	b	$d_{50}$	$d_{84.1}$	$d_{15.9}$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_{cp}$
1	керамическая	0-5	19.5	5	19.5	29.0	31.0	899.00	841.00	1.47	-11.42	10	23	4.4	2.30	2.27	2.29
2		5-10	29.0	10	48.5	41.0	50.0	2050.00	1681.00								
3		10-20	24.5	20	73.0	52.0	63.0	3276.00	2704.00								
4		20-40	22.5	40	95.5	64.5	86.0	5547.25	4160.25								
5		40-60	3.0	60	98.5	72.0	96.0	6912.00	5184.00								
6		>60	1.5	>60	100.0	77.0	100.0	7700.00	5929.00								
			$\Sigma 100.0$			$\Sigma 335.5$	$\Sigma 426.0$	$\Sigma 26384.00$	$\Sigma 20499.25$								
1	угольная	0-4	0.4	4	0.4	31.5	16.0	504.00	992.25	1.80	-41.51	18	36	9.5	2.00	1.89	1.95
2		4-6	5.5	6	5.9	41.0	30.0	1230.00	1681.00								
3		6-10	12.4	10	18.3	49.0	47.5	2327.50	2401.00								
4		10-16	28.1	16	46.4	69.0	85.0	5865.00	4761.00								
5		16-50	48.2	50	94.6	78.0	99.9	7792.20	6084.00								
6		>50	5.4	>50	100	80.0	100.0	8000.00	6400.00								
			$\Sigma 100.0$			$\Sigma 348.5$	$\Sigma 378.4$	$\Sigma 25718.70$	$\Sigma 22319.25$								

## 8.4. Статистическая обработка результатов при оценке надежности работы вентиляционных систем

Надежность представляет собой свойство системы (элемента) выполнять свои функции на заданном уровне и сохранять во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования. Надежность – сложное свойство, включающее несколько характеристик качества:

- сохраняемость – свойство системы непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение хранения и после транспортирования;
- безотказность – свойство системы сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;
- долговечность – свойство системы сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта;
- ремонтпригодность – свойство системы, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению отказов и повреждений, к восстановлению работоспособности и исправности в процессе технического обслуживания и ремонта;
- исправность – свойство системы, при котором она соответствует всем требованиям, установленным нормативно – технической документацией.

При анализе характеристик и выборе показателей надежности вентсистем существенное значение имеет решение, которое должно быть принято в случае потери работоспособности, т.е. при наступлении отказа. Отказ стоит первым в логической цепочке характеристик надежности технических систем.

Под отказом понимают полную или частичную утрату работоспособности (исправности) системы или ее элементов. Последнее дает основание при дальнейшем анализе рабочих параметров надежности ограничиться рассмотрением параметров отказов как ее ключевой характеристики. Такой подход к надежности вентсистем предусматривает принятие ряда допущений:

- отказы системы носят вероятностный характер;
- работа системы считается удовлетворительной, даже когда ее параметры и прежде всего эффективность ухудшаются с течением времени;
- для оценки надежности необходимо оценивать

соответствие исходных технологических и санитарно-гигиенических данных условиям производства.

Характеристика вентсистем с точки зрения безотказности требует уточнения целей оценки надежности. Такими целями чаще всего являются:

- поддержание санитарно-гигиенических нормативов состояния соответствующего компонента окружающей среды (воздуха, воды и т.п.);
- достижение каких-либо конструктивных параметров, повышающих технологический уровень и безотказность вентсистем и их элементов.

Таким образом, исходя из типа решаемых задач, существует два критерия надежности вентсистем:

- технологической надежности –  $P_{mex}$ , характеризующей достижимый на заданный период эксплуатации уровень вероятности «физической» безотказности ИЭС (подсистем) в результате воздействия внутренних дефектов изготовления, внезапных внешних нагрузок или факторов постепенного износа;
- санитарно-гигиенической надежности –  $P_{cz}$ , характеризующей достижимый на заданный период эксплуатации уровень вероятности параметрической безотказности ИЭС (подсистем), обусловленный постепенным снижением эффективности ее работы (технологической или санитарно-гигиенической).

Основными параметрами, описывающими безотказность ИЭС являются:

- частота появления отказов-  $n(t)$ , 1/ч, элементов или системы в целом – это число отказов в единицу времени, отнесенное к первоначальному числу поставленных на испытание элементов:

$$n_i = \frac{\Delta n_i}{N \Delta t_i} \quad (52)$$

где  $\Delta n_i$  - число отказов, шт., происшедших в определенные

интервалы времени  $\Delta t_i$ , с;

N – число элементов, участвующих в испытаниях, шт.

- интенсивность возникновения отказов (опасность от-

казов)  $\lambda_i$ , 1/ч, – это число отказов в единицу времени, отнесенное к числу элементов, оставшихся исправными к началу рассматриваемого промежутка времени, т.е. доля от работающих в некоторый момент времени элементов, отказавших в единицу времени после этого момента:

$$\lambda_i = \frac{\Delta n_i}{(N - n_i) \Delta t_i}, \quad (53)$$

где  $\Delta n_i$  — число отказов за промежуток времени  $\Delta t_i$ ;

$N$  — начальное число элементов;

$n_i$  — общее число отказавших элементов к началу рассматриваемого промежутка времени.

– среднее время безотказной работы (для невозстанавливаемой системы) или наработка на отказ (для восстанавливаемой системы):

Под средним временем безотказной работы  $\bar{T}$ , ч, понимают математическое ожидание времени исправной работы элементов или системы. Среднее время безотказной работы однотипных элементов определяется по данным их испытаний:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}, \quad (54)$$

где  $t_i$  — интервал времени исправной работы  $i$  – го элемента;

$N$  — общее число испытываемых элементов.

Если в процессе испытаний фиксируется только количество отказавших элементов  $\Delta n_i$  в каждом интервале времени, то расчет среднего времени безотказной работы производится по формуле:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta n_i t_{cpi}}{N}, \quad (55)$$

где  $t_{cpi}$  — время от начала испытания до середины рассматриваемого интервала, ч; равно:

$$t_{cpi} = \frac{t_{i-1} + t_i}{2}, \quad (56)$$

где  $t_{i-1}$  — время в начале  $i$ -го интервала времени, ч;

$t_i$  — время в конце  $i$ -го интервала времени, ч.

$N$  — количество интервалов времени, шт., определяемое как:

$$N = \frac{t_n}{\Delta t}, \quad (57)$$

Наработка на отказ  $T_0$ , ч, — это среднее число часов работы между двумя соседними отказами:

$$T_0 = \frac{T_p}{\Delta n_i}. \quad (58)$$

где  $T_p$  — суммарное время работы, ч, за определенный календарный срок. Общее время работы  $T_p$  за определенный календарный срок равно сумме интервалов рабочего времени между соседними отказами  $t_i$ , т. е.:

$$T_p = t_1 + t_2 + \dots + t_n = \sum_{i=1}^n t_i. \quad (59)$$

Продолжительность времени исправной работы  $t_i$  между любыми двумя соседними отказами является величиной случайной, точное значение которой заранее предсказать невозможно. Поэтому пользуются усреднённой статистической величиной  $T_0$ , определенной по данным опыта эксплуатации или специальных испытаний. Тогда (58) можно представить в виде:

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\Delta n_i}, \quad (60)$$

– вероятность безотказной работы  $P(t)$  – вероятность того, что за заданный интервал времени  $t$  не произойдет ни одного отказа:

$$P(t) = P\{T > t\}, \quad (61)$$

где  $T$  – время исправной работы элемента или системы.

Величина вероятности безотказной работы за некоторый промежуток времени  $t_i$  может быть определена статистическим путем по результатам испытаний элементов на надежность как отношение числа элементов, оставшихся исправными в конце рассматриваемого интервала времени  $t_i$ , к начальному числу элементов, поставленных на испытание:

$$P_i(t) = \frac{N - n_i}{N}, \quad (62)$$

где  $N$  — начальное число испытываемых элементов;  
 $n_i$  — число отказавших элементов за время  $t_i$ .

Смысл вероятности безотказной работы восстанавливаемой системы отличается от аналогичного понятия для невозстанавливаемой системы только тем, что в качестве случайной величины  $t_i$  рассматривается не время исправной работы элемента от начала его работы до первого отказа, а промежуток времени между двумя соседними отказами системы.

Расчет вероятности безотказной работы отдельных элементов вентсистем применяется при наличии данных лабораторных испытаний их безотказности или многолетних наблюдений за их работой. Он базируется на положениях теории вероятности, главными из которых являются понятия случайной величины (СВ) и законов распределения СВ.

Экспоненциальный закон распределения СВ описывает схему возникновения внезапных, мгновенных повреждений элемен-



тов вентсистем. Система не испытывает влияние износа, а подвержена лишь случайным отказам. В этом случае отказ является следствием внешних условий эксплуатации (ударных нагрузок, температурных условий и т.п.) или внутренних дефектов изготовления устройства. С точки зрения жизненного цикла такие условия в большей степени характерны для периода приработки, совпадающего, как правило, с гарантийным сроком работы элемента (системы). При приработке элементы системы как бы приспособляются к условиям нагружения.

Количественно экспоненциальное распределение СВ характеризуется:

- вероятностью безотказной работы  $P(t)$ :

$$P(t) = \begin{cases} e^{-\lambda t} & \text{— при непрерывной работе} \\ e^{-kt} & \text{— при циклической работе} \end{cases}; \quad (63)$$

- интенсивностью возникновения отказов,  $\lambda$ , 1/ч:

$$\lambda = \begin{cases} \frac{1}{T} & \text{— при непрерывной работе} \\ \frac{1}{k_0} & \text{— при циклической работе} \end{cases}; \quad (64)$$

где  $k$ ,  $k_0$  – соответственно количество текущих и «безотказных» включений (циклов) объекта, шт;

– средним временем безотказной работы  $\bar{T}$  (наработкой на отказ  $T_0$ ), ч.

Износные отказы, характерные для периода нормальной эксплуатации, когда вентсистема и ее элементы приобретают относительно стабильные свойства, отвечающие условиям нагружения. Математически износные отказы могут описываться несколькими классическими законами распределения СВ.

$\gamma$  - распределение СВ описывает схему непрерывного, постепенного износа, при котором отказ не наступает вследствие

первого же повреждения, а является следствием накопления повреждений. Причем каждое из этих повреждений происходит по схеме мгновенного повреждения. Для  $\gamma$  - распределения времени

безотказной работы характерна модель, когда приработка уже закончена, а катастрофический износ еще не наступил. Поскольку речь идет о постепенно накапливающимся повреждениях, то необходимо оценить степень их накопления. Для этого используют понятие величины накопления повреждения до отказа  $r$ , равной:

$$r = M / y, \quad (65)$$

где  $M$  – предельный уровень износа;  
 $y$  – приращение износа за каждое повреждение (размерности при  $M$  и  $y$  должны быть одинаковы).

Численные значения  $r$  при  $\gamma$  - распределении времени безотказной работы находятся в пределах:  $1 < r < 12$ .

Пользуясь статистическими методами, значение  $r$  можно оценить как:

$$r = \frac{\bar{T}^2}{\sigma_t^2}. \quad (66)$$

При этом величина интенсивности возникновения отказов составит:

$$\lambda = \frac{r}{\bar{T}}. \quad (67)$$

$\gamma$  - распределение СВ количественно характеризуется:

– вероятностью безотказной работы  $P(t)$ :

$$P(t) = \sum_{k=1}^{r-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}; \quad (68)$$

- средним временем безотказной работы  $\bar{T}$  (наработкой на отказ  $T_0$ ), ч;
- среднеквадратичным отклонением времени безотказной работы,  $\sigma_t$ , ч:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{T})^2}, \quad (69)$$

- интенсивностью возникновения отказов,  $\lambda$ , 1/ч:

$$\lambda = \frac{\bar{T}}{\sigma_t^2}; \quad (70)$$

Нормальный закон распределения СВ описывает схему длительного «естественного» старения. В этом случае отказы являются следствием накопления повреждений при постоянной скорости износа и однородном начальном качестве объектов.

Количественно нормальное распределение СВ описывается:

- вероятностью безотказной работы  $P(t)$ :

$$p(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{t-\bar{T}}{\sigma_t}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du = \Phi\left(\frac{t-\bar{T}}{\sigma_t}\right), \quad (71)$$

где  $\Phi(x)$ ,  $x = \frac{t - \bar{T}}{\sigma_t}$  – функция Лапласа, значение которой представлено в приложении Б;

- матожиданием времени безотказной работы  $\bar{T}$  (наработки на отказ  $T_0$ ), ч;
- среднеквадратичным отклонением времени безотказной работы  $\sigma_t$ , ч:

Кривые плотности нормального распределения симметрич-

ны и имеют ветви, уходящие в сторону  $T = +\infty$  и  $T = -\infty$ . Таким образом, нормальное распределение задано на всей временной шкале. Но время безотказной работы не может быть отрицательно. В связи с этим необходимо отметить, что нормальное распределение дает приближенное (асимптотическое) описание распределения времени безотказной работы. При этом если учесть, что нормальное распределение используется при больших значениях величины накопления повреждений до отказа  $-r$ , то в абсолютном большинстве случаев вероятность отрицательного значения времени безотказной работы оказывается ничтожно малой величиной и практически не влияет на точность вычислений надежности объекта.

Если вероятность отрицательных значений времени безотказной работы оказывается достаточно большой величиной, то нормальное распределение для расчетов надежности использовать нельзя. В этом случае переходят к логарифмически нормальному закону распределения вероятности безотказной работы. Математическим условием перехода от нормального к логнормальному закону является требование, чтобы  $P(t) > 0,05$ .

Логарифмически нормальный закон распределения СВ описывает ситуацию, когда интенсивность износа со временем не увеличивается, а даже уменьшается. Например, если износ воздуха обусловлен химической коррозией, то в ряде случаев скорость этой коррозии с течением времени уменьшается в виду образования защитных оксидных пленок, защищающих металлическую поверхность от действия агрессивной среды. Логнормальное распределение описывает появление усталостных отказов, отказов вследствие износа. Для логнормального закона характерна асимметрия (вершина кривой плотности лежит левее математического ожидания), т.е. большая часть отказов к моменту средней наработки уже произойдет. Значит  $t > 0$  и в отрицательной области не существует. Асимметрия более ощутима при больших значениях дисперсии  $\sigma_t$ .

Количественно логнормальное распределение СВ описывается:

- вероятностью безотказной работы  $P(t)$ :

$$p(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\lg t - \bar{T}}{\sigma_t}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du = \Phi\left(\frac{\lg t - T}{\sigma_t}\right); \quad (72)$$

- матожиданием времени безотказной работы  $\bar{T}$  (наработки на отказ  $T_0$ ), ч;
- среднеквадратичным отклонением времени безотказной работы  $\sigma_t$ , ч.

При использовании законов распределения СВ, описывающих износостойкие отказы накапливающихся повреждений ( $\gamma$  - распределения, нормального, логарифмически нормального законов), могут встретиться случаи, когда износ начинается спустя некоторое время  $t_0$  после начала работы системы или ее элемента (например, время действия защитного покрытия и т. п.). Тогда при оценке вероятности безотказной работы необходимо принимать во внимание «смещение» начала износа. Время  $t_0$ , в течение которого устройство не испытывает постепенного износа, называется параметром смещения, или порогом чувствительности. При расчете надежности устройств в случае постепенных износов, режимы эксплуатации которых предполагают наличие параметра смещения, пользуются вышеприведенными зависимостями для представленных законов распределения СВ, но с заменой:  $t \rightarrow (t - t_0)$ .

Санитарно-гигиеническая надежность, характеризуя безотказность по параметру эффективности, является частным случаем постепенного отказа. Она описывает ситуацию, когда в условиях постепенного, но не критического физического износа элемента ИЭС текущее значение его эффективности  $E_i$  находится в заданном интервале значений от  $E_{\min}$  до  $E_{\max}$ , и обеспечивает выполнение санитарно-гигиенических и экологических нормативов. Математическое описание санитарно-гигиенической надежности вентсистем использует нормальный закон распределения случайной величины:

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{E_{max}-E_{\phi}}{\sigma_E}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{E_{\phi}-E_{min}}{\sigma_E}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du, (73)$$

- где  $E_{min}$  – минимальная эффективность;  
 $E_{max}$  – максимальная эффективность (технически достижимый уровень эффективности или 100 %);  
 $E_{\phi}$  – фактическая расчетная эффективность работы элемента ИЭС;  
 $\sigma_E$  – среднеквадратичное отклонение фактической эффективности от среднего значения, определяемое как:

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}, (74)$$

- где  $E_i$  – текущее значение эффективности в некоторый момент времени  $t$ ;  
 $\bar{E}$  – среднее значение эффективности работы ИЭС, равное:

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i (75)$$

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: учеб. пособие. М.: Логос, 2001.
2. Метрология. Стандартизация. Сертификация: учебник для студентов вузов.../ [А.В. Архипов и др.] ; под ред. В.М. Мишина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009.
3. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ.
4. ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация Российской Федерации. Основные положения.
5. ГОСТ Р 12-2004. Стандартизация Российской Федерации. Термины и определения.
6. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008г. № 102-ФЗ.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 № 145 «О порядке организации проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ. Постановлением Администрации Ростовской области от 14.02.2008 № 54 «О создании государственного автономного учреждения Ростовской области «Государственная экспертиза проектов документов территориального планирования и проектной документации» путем изменения типа существующего государственного учреждения».
9. Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года N 87 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями на 2 августа 2012 года).
10. РДС 11-201-95 «Инструкция о порядке проведения государственной экспертизы проектов строительства».
11. СНиП 11-01-95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».
12. Страхова Н.А. Надежность инженерно-экологических систем и техногенный риск: Учеб. пособие.- Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2004.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### СХЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОГРЕШНОСТИ

#### ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ\*



\* Примечание. На рисунке приведены в качестве примеров возможные составляющие погрешности измерения для лучшего понимания принципов индексации.

Рисунок А.1



## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ \*



\* Примечание. На рисунке приведены в качестве примеров возможные составляющие инструментальной погрешности для лучшего понимания индексации.

Рисунок А.2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

При числе результатов наблюдений  $n < 50$  нормальность их распределения проверяют при помощи составного критерия.

**Критерий 1.** Вычисляют отношение  $d$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{A}|}{n\bar{S}}$$

где  $\bar{S}$  – смещенная оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая по формуле

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{A})^2}{n}}$$

Результаты наблюдений группы можно считать распределенными нормально, если

$$d_{1-q_1|2} \leq \bar{d} \leq d_{q_1|2}$$

где  $d_{1-q_1|2}$  и  $d_{q_1|2}$  – квантили распределения, получаемые из табл. 1 по  $n$ ,

$q_1|2$  и  $(1-q_1|2)$ , причем  $q_1$  – заранее выбранный уровень значимости критерия.

## Статистика критерия d

n	q <sub>1 2</sub> 100%		(1-q <sub>1 2</sub> )100%	
	1%	5%	95%	99%
16	9137	8884	7236	6829
21	9001	8768	7304	6950
26	8901	8686	7360	7040
31	8826	8625	7404	7110
36	8769	8578	7440	7167
41	8722	8540	7470	7216
47	8682	8508	7496	7256
51	8648	8481	7518	7291

**Критерий 2.** Можно считать, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению, если не более  $m$  разностей  $(x_i - \bar{A})$  превзошли значение  $z_{p|2} S$ , где  $S$  — оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{A})^2}{n - 1}}$$

где  $z_{p|2}$  — верхняя квантиль распределения нормированной функции Лапласа, отвечающая вероятности  $P/2$ .

Значения  $P$  определяются по выбранному уровню значимости  $q_2$  и числу результатов наблюдений  $n$ .

При уровне значимости, отличном от предусмотренных в таблице значение  $P$  находят путем линейной интерполяции.

В случае, если при проверке нормальности распределения результатов наблюдений группы для критерия 1 выбран уровень значимости  $q_1$ , а для критерия 2-  $q_2$  то результирующий уровень значимости составного критерия

В случае, если хотя бы один из критериев не соблюдается, то считают, что распределение результатов наблюдений группы не соответствует нормальному.

Значения  $P$  для вычисления  $z_{p|2}$

n	m	q <sub>z</sub> -100%		
		1%	2%	5%
10	1	0,98	0,98	0,96
11-14	1	0,99	0,98	0,97
15-20	1	0,99	0,99	0,98
21-22	2	0,98	0,97	0,96
23	2	0,98	0,98	0,96
24-27	2	0,98	0,98	0,97
28-32	2	0,98	0,98	0,98
33-35	2	0,98	0,98	0,98
36-49	2	0,99	0,99	0,98

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА Т ДЛЯ СЛУЧАЙНОЙ**  
**ВЕЛИЧИНЫ Y, ИМЕЮЩЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**  
**СТЬЮДЕНТА С N-1 СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ**

$n^{-1}$	$P=0,95$	$P=0,99$	$n^{-1}$	$P=0,95$	$P=0,99$
3	3,182	5,841	16	2,120	2,921
4	2,776	4,604	18	2,101	2,878
5	2,571	4,032	20	2,086	2,845
6	2,447	3,707	22	2,074	2,819
7	2,365	2,998	24	2,064	2,797
8	2,306	3,355	26	2,056	2,779
9	2,262	3,250	28	2,048	2,763
10	2,228	3,169	30	2,043	2,750
12	2,179	3,055	$\infty$	1,960	2,576
14	2,145	2,977			

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

### **ГОСТ 8.207-76 «ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЯ».**

Настоящий стандарт распространяется на нормативно-техническую документацию, предусмотренную ГОСТ 8.010—72 и регламентирующую методику выполнения прямых измерений с многократными независимыми наблюдениями, и устанавливает основные положения методов обработки результатов наблюдений и оценивания погрешностей результатов измерений.

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1 При статистической обработке группы результатов наблюдений следует выполнить следующие операции:

- исключить известные систематические погрешности из результатов наблюдений;
- вычислить среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений, принимаемое за результат измерения;
- вычислить оценку среднего квадратического отклонения результата наблюдения;
- вычислить оценку среднего квадратического отклонения результата измерения;
- проверить гипотезу о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению;
- вычислить доверительные границы случайной погрешности (случайной составляющей погрешности) результата измерения;
- вычислить границы неисключенной систематической погрешности (неисключенных остатков систематической погрешности) результата измерения;
- вычислить доверительные границы погрешности результата измерения.

1.2 Проверку гипотезы о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению, следует проводить с уровнем значимости  $q$  от 10 до 2 %. Конкретные значения уровня значимости должны быть указаны в конкретной методике выполнения измерений.

1.3 Для определения доверительных границ погрешности результата измерения доверительную вероятность  $P$  принимают равной 0,95.

В тех случаях, когда измерение нельзя повторить, помимо границ, соответствующих доверительной вероятности  $P = 0,95$ , допускается указывать границы для доверительной вероятности  $P = 0,99$ .

В особых случаях, например при измерениях, результаты которых имеют значение для здоровья людей, допускается вместо  $P = 0,99$  принимать более высокую доверительную вероятность.

## **2. РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКА ЕГО СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ**

2.1 Способы обнаружения грубых погрешностей должны быть указаны в методике выполнения измерений.

Если результаты наблюдений можно считать принадлежащими к нормальному распределению, грубые погрешности исключают в соответствии с указаниями, приведенными в ГОСТ 11.002 – 73.

2.2 За результат измерения принимают среднее арифметическое результатов наблюдений, в которые предварительно введены поправки для исключения систематических погрешностей.

Примечание. Если во всех результатах наблюдений содержится постоянная систематическая погрешность, допускается исключать ее после вычисления среднего арифметического исправленных результатов наблюдений.

2.3 Среднее квадратическое отклонение  $a$  результата наблюдения оценивают согласно разд. 1 ГОСТ 11.004 – 74.

2.4 Среднее квадратическое отклонение  $a$  ( $A$ ) результата измерения оценивают по формуле

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{A})^2}{n(n-1)}}$$

где  $x_i$  –  $i$ -й результат наблюдения;  
 $A$  – результат измерения (среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений);  
 $n$  – число результатов наблюдений;  
 $S(\tilde{A})$  – оценка среднего квадратического отклонения результата измерения.

### **3. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ СЛУЧАЙНОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ**

3.1 Доверительные границы случайной погрешности результата измерения в соответствии с настоящим стандартом устанавливают для результатов наблюдений, принадлежащих нормальному распределению.

Если это условие не выполняется, методы вычисления доверительных границ случайной погрешности должны быть указаны в методике выполнения конкретных измерений.

3.1.1 При числе результатов наблюдений  $n > 50$  для проверки принадлежности их к нормальному распределению по ГОСТ 11006-74 предпочтительным является один из критериев:  $\chi^2$  Пирсона или  $\omega^2$  Мизеса – Смирнова.

3.1.2 При числе результатов наблюдений  $50 > n > 15$  для проверки принадлежности их к нормальному распределению предпочтительным является составной критерий, приведенный в справочном приложении 1

При числе результатов наблюдений принадлежность их к нормальному распределению не проверяют. При этом нахождение доверительных границ случайной погрешности результата измерения по методике, предусмотренной настоящим стандартом, возможно в том случае, если заранее известно, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению.

3.2 Доверительные границы  $\varepsilon$  (без учета знака) случайной погрешности результата измерения находят по формуле

$$\varepsilon = t \times S(A),$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности  $P$  и числа результатов наблюдений  $n$  находят по таблице справочного приложения 2.



#### **4. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ НЕИСКЛЮЧЕННОЙ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ**

4.1 Неисключенная систематическая погрешность результата образуется из составляющих, в качестве которых могут быть неисключенные систематические погрешности:

- метода;
- средств измерений;
- вызванные другими источниками.

В качестве границ составляющих неисключенной систематической погрешности принимают, например, пределы допускаемых основных и дополнительных погрешностей средств измерений, если случайные составляющие погрешности пренебрежимо малы.

4.2 При суммировании составляющих неисключенной систематической погрешности результата измерения неисключенные систематические погрешности средств измерений каждого типа и погрешности поправок рассматривают как случайные величины. При отсутствии данных о виде распределения случайных величин их распределения принимают за равномерные.

4.3 Границы неисключенной систематической погрешности  $\Theta$  результата измерения вычисляют путем построения композиции неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей, вызванных другими источниками. При равномерном распределении неисключенных систематических погрешностей эти границы (без учета знака) можно вычислить по формуле

$$\Theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \Theta_i^2}$$

где  $\Theta$  – граница  $i$ -й неисключенной систематической погрешности;

$k$  – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью. Коэффициент  $k$  принимают равным 1,1 при доверительной вероятности  $P=0,95$ .

При доверительной вероятности  $P=0,99$  коэффициент  $k$  принимают равным 1,4, если число суммируемых неисключенных систематических погрешностей более четырех ( $m > 4$ ). Если же число суммируемых погрешностей равно четырем или менее четырех ( $m < 4$ ), то коэффициент  $k$  определяют по графику зависимости (см. чертеж)  $k=f(m,l)$ , где  $m$  – число суммируемых погрешно-

стей;

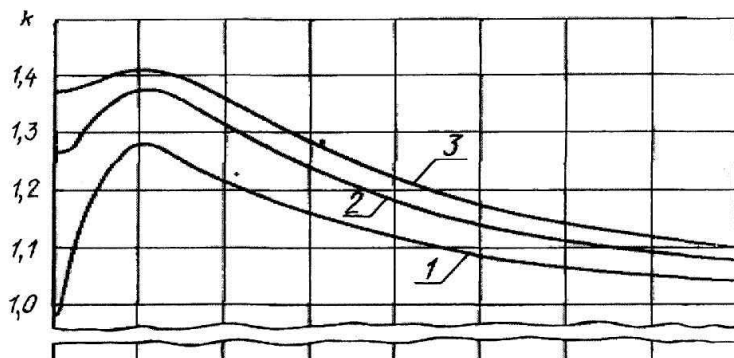
$$l = \frac{\Theta_1}{\Theta_2}; \text{ кривая 1 — } m=2; \text{ кривая 2 — } m=3; \text{ кривая 3 — } m=4.$$

$m=4$ .

При трех или четырех слагаемых в качестве в  $\Theta$  принимают составляющую, по числовому значению наиболее отличающуюся от других, в качестве  $\Theta_2$  следует принять ближайшую к  $\Theta_1$  составляющую.

Доверительную вероятность для вычисления границ неисключенной систематической погрешности принимают той же, что при вычислении доверительных границ случайной погрешности результата измерения.

График зависимости  $k=f(m,l)$



## **5. ГРАНИЦЫ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ.**

В случае, если  $\frac{\Theta}{S(A)} < 0,8$  то неисключенными систематическими погрешностями по сравнению со случайными пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата  $\Delta = \varepsilon$ .

Если  $\frac{\Theta}{S(A)} > 8,0$ , то случайной погрешностью по сравнению с систематическими пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата  $\Delta = \Theta$ .

Примечание. Погрешность, возникающая из-за пренебрежения одной из составляющих погрешности результата измерения при выполнении указанных неравенств, не превышает 15%.

5.2 В случае, если неравенства п. 5.1 не выполняются, границу погрешности результата измерения находят путем построения композиции распределений случайных и неисключенных систематических погрешностей, рассматриваемых как случайные величины в соответствии с п. 4.3. Если доверительные границы случайных погрешностей найдены в соответствии с разделом 3 настоящего стандарта, допускается границы погрешности результата измерения  $\Delta$  (без учета знака) вычислить по формуле

$$\Delta = K \times S_{\Sigma},$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;

$S_{\Sigma}$  – оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения.

Оценку суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\Theta_i^2}{3} + S^2(A)}.$$

Коэффициент  $K$  вычисляют по эмпирической формуле

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta}{S(A) + \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\Theta_i^2}{3}}}$$

## **6. ФОРМА ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

6.1 Оформление результатов измерений – по ГОСТ 8.011-72. При симметричной доверительной погрешности результаты измерений представляют в форме

$$\tilde{A} \pm \Delta$$

где  $A$  — результат измерения.

Числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности  $A$ .

6.2 При отсутствии данных о виде функций распределений составляющих погрешности результата и необходимости дальнейшей обработки результатов или анализа погрешностей, результаты измерений представляют в форме

$$A; S(A), n; 0.$$

В случае, если границы неисключенной систематической погрешности вычислены в соответствии с п. 4.4, следует дополнительно указывать доверительную вероятность  $P$ .

Примечания:

1. Оценки  $S(A)$  и  $0$  могут быть выражены в абсолютной и относительной формах.
2. Определения терминов, встречающихся в стандарте, даны в справочном приложении 3.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### ФОРМЫ ЗАЯВЛЕНИЙ НА ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ И ПРОВЕРКИ

Для физического лица  
(государственная экспертиза)

Руководителю  
Государственного автономного  
учреждения  
Ростовской области  
«Государственная экспертиза  
проектной документации и результатов  
инженерных изысканий»

---

#### **Заявление о проведении государственной экспертизы**

Прошу Вас провести (повторно провести) государственную экспертизу проектной документации, результатов инженерных изысканий, результатов инженерных изысканий и проектной документации (указать нужное) по объекту строительства, реконструкции или капитального ремонта (указать нужное):

---

(полное наименование объекта)

Оплату гарантируем.

#### **Идентификационные сведения**

Наименование объекта

---

Почтовый адрес

---

**Вид объекта капитального строительства в зависимости от функционального назначения: (производственный, непроизводственный, линейный) (указать нужное)**

**Основные технико-экономические характеристики объекта: (выбрать необходимое)**

площадь участка	кв.м;	площадь застройки	кв.м;
мощность	;		
протяженность	м. (п.м.);	общая площадь	кв.м;
количество квартир	;		
строительный объем	куб.м;	количество этажей	

**Иные сведения**

**Источник оплаты экспертизы:** (областной, местный бюджет, внебюджетные, федеральные средства) (указать нужное)

**Источник финансирования по объекту:** (областной, местный бюджет, внебюджетные, федеральные средства, софинансирование) (указать нужное)

**Форма собственности объекта:** (областная, муниципальная, частная, федеральная) (указать нужное)

**Просадочность:** тип

**Заявитель:**

Ф.И.О.

данные паспорта: серия	№	выдан ОВД
дата выдачи	зарегистрирован по адресу:	
адрес проживания		
ИНН	код	
телефон, факс		

**Генпроектировщик:**

наименование организации

Ф.И.О. руководителя организации, должность

юридический адрес

почтовый адрес

ИНН КПП

телефон, факс



**Застройщик (Технический заказчик):**

наименование организации

---

Ф.И.О. руководителя организации, должность

---

юридический адрес

---

почтовый адрес

---

ИНН

КПП

---

телефон, факс

---

**Приложение:**

Реестр предоставленной проектной документации в \_\_\_\_\_ экземплярах  
на \_\_\_ л.

Руководитель (указывать должность) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Приложение к заявлению  
(указать № и дату)

### РЕЕСТР

**документации, предоставляемой для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий (указать, что предоставляется согласно заявления) по объекту строительства, реконструкции или капитального ремонта (указать *нужное*): (указать наименование проектной документации)**

№п /п	Наименование документа	Кол-во экземпляров	Кол-во листов	Примечание
<b>Предоставляемые документы</b>				
1.				
2.				
<b>Проектная документация в составе разделов</b>				
1.				
2.				

(Указать должность) \_\_\_\_\_ ФИО (полностью)  
(подпись)

#### Пояснения к оформлению реестра

1. В части «**Предоставляемые документы**» перечисляются документы, которые предоставляются вместе с проектной документацией, например: заявление на экспертизу, копия задания на проектирование, копия свидетельства СРО и т.д.
2. В части «**Проектная документация в составе разделов**» перечисляются наименование разделов в соответствии с титульными листами проекта с указанием шифра и других обозначений, например: Том, книга и др.
3. Количество листов должны указываться в отношении одного документа (раздела) без суммирования количества экземпляров.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Приложение №

**Локальное заключение**  
№XXXX/2009-XXXX/ЭЭ  
Раздел: «Энергоэффективность»

### 1. Общие данные

Проектировщик - ООО «\_\_\_\_\_»

На экспертизу представлено:

- пояснительная записка;
- графическая часть марки ОВ по заказу ПXXXX-1-ПЗ. ЭЭ том 3;
- техническое задание на проектирование;
- градостроительный план;
- архитектурно-планировочные задания.

### 2. Принятые проектные решения

В целях сокращения потерь тепла в холодный период и поступления тепла в теплый период года в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 в проекте предусмотрены необходимые решения, обеспечивающие теплозащиту зданий, солнцезащиту световых проемов, применением эффективных теплоизоляционных материалов.

Для снижения расходов тепла системами отопления и вентиляции предусмотрены следующие мероприятия:

- автоматизация систем вентиляции;
- автоматическое регулирование теплоотдачи отопительных приборов;
- тепловая изоляция магистральных трубопроводов систем теплоснабжения;
- утилизация тепла и холода вытяжного воздуха в системах кондиционирования;
- тепловая изоляция систем приточной вентиляции и кондиционирования.

#### 2.1. Состав ограждающих конструкций

Наружные стены:

- кирпич глиняный толщиной 640 мм;
- штукатурка сложная высококачественная толщиной 20 мм;
- утеплитель «ISOVER KL» толщиной 50 мм (для душевых - 5=80 мм);
- цементно-песчаный раствор по сетке и керамическая плитка.

Покрытие:

- железобетонная плита толщиной 220 мм;
- утеплитель «ISOVER KL» толщиной 110 мм;

два слоя цементно-песчаного раствора по 20 мм.

Окна:

Двухкамерный стеклопакет в одинарном металлопластиковом переплете.

По результатам расчетов теплотехнических и энергетических показателей по зданиям объекта класс энергетической эффективности комплекса нормальный, что соответствует нормативным требованиям СП 50.13330.2012

### 3. Результаты рассмотрения

Разделом допущены нарушения требований действующих НТД.

Согласно СП при определении фактического термического сопротивления ограждающих конструкций не следует учитывать коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью ограждающей конструкции для зимних условий ( $a_n = 23 \text{ Вт/м}^2, \text{ }^\circ\text{C}$ ).

### 4 Вывод

Раздел проекта не соответствует требованиям действующих НТД.

Инженер

Т.В. Попова

Начальник отдела  
инженерного оборудования  
и сетей

В.О.Пищулин.

Заключение № XXXX/2009

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

**Ответы  
на замечания по экспертному заключению  
№XXXX/2009-XXXX/ЭЭ по разделу «Энергоэффектив-  
ность»,  
к рабочему проекту  
«Строительство стадиона на 10000 мест в северной части  
г. Махачкала».**

	Замечания	Ответ
1	2	3
3.1	Разделом допущены нарушения требований действующих НТД. Согласно СП 50.1330.2012 при определении фактического термического сопротивления ограждающих конструкций не следует учитывать коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью ограждающей конструкции для зимних условий ( $\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2, \text{ }^\circ\text{C}$ ).	Замечание рассмотрено. Согласно СП 23-101-2004 (п.9.1.2, ф-ла 8) при определении термического сопротивления ограждающих конструкций коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью ограждающей конструкции для зимних условий ( $\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2, \text{ }^\circ\text{C}$ ) принимают по табл. 8.

ГИП

/Иванова Т.Н./

Начальник ОТГВ

/Петрова Н. Н./

Исполнитель Сидорова Н.И.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Л**

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ ОШИБОК ПО ИНЖЕНЕРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ И СЕТЯМ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

#### ***Отопление и вентиляция:***

1. Не указываются категории помещений по взрывопожарной и пожарной безопасности (ГОСТ 21.602-2003).
2. Отсутствуют решения по узлу учёта тепловой энергии и теплоносителя (ст.13 Федерального закона №261-ФЗ от 23.11.2009 г.).
3. Прокладка транзитных воздуховодов и размещение противопожарных клапанов не соответствует требованиям п.п. 6.54 – 6.65 СП 7.13130.2009.
4. Не предусматривается подача наружного воздуха при пожаре в автостоянку для возмещения объёмов удаляемых продуктов горения (п. 7.13 СП 7.13130.2009).
5. Не предусматривается система вытяжной противодымной вентиляции при наличии системы приточной противодымной вентиляции (п. 7.1 СП 7.13130.2009).
6. Оборудование вентиляционных систем размещено в кладовых и на чердаке в нарушение п. 6.36 СП 7.13130.2009.
7. Общие системы вентиляции для помещений с разными категориями по взрывопожарной безопасности предусмотрен без учета требований п.п. 6.6 СП 7.13130.2009.

#### ***Тепломеханические решения котельных и тепловые сети:***

8. Отсутствуют решения по оперативному дистанционному контролю тепловых сетей, выполненных из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке (п.3.3 СП 41-105-2002).
9. Неверно выбираются места расположения проектируемых котельных (СНиП II-35-76).
10. Предусматривается надземная прокладка тепловых сетей по территории детских и лечебных заведений (п.9.1. СНиП 41-02-2003).
11. Расстояние прокладки тепловой сети до фундаментов зданий выполняются с нарушением СНиП 41-02-2003.
12. Для объектов по производству тепловой энергии, мощностью более 5Гкал/ч не предусматривается комбини-

рованная выработка тепловой и электрической энергии (Постановление Правительства от 31 декабря 2009 г. №1221).

13. Неверно определяется общая производительность котельной, не учитываются потери в сети и собственные нужды котельной, п.1.15 СНиП II-35-76 с изм.1.

***Система газоснабжения:***

14. Не предоставляются сведения об оформлении решения (разрешения) об установлении видов и лимитов топлива для установок, потребляющих топливо (подпункт «а») п.21 «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации 16.02.2008г. №87).

15. При разработке проектной документации на строительство газопроводов не предоставляются расчетные схемы, а также в технических условия отсутствует информация о наличии расчетной схемы (п.2.1.5 ПБ 12-529-03).

16. Прокладка газопроводов на участках пересечения с существующими дорогами и территориями, имеющими дорожное покрытие, выполняются без учета требований п.10.64 СП 42-101-2003.

17. При прокладке газопроводов на подводных переходах не представляется информация о прогнозируемом профиле дна, подтверждаемая гидрогеологическими изысканиями.

## ПРИЛОЖЕНИЕ М

### ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ



АДМИНИСТРАЦИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«Государственная экспертиза проектов документов территориального  
планирования и проектной документации»

344006, Ростов-на-Дону, Седова 5/3, этажи 1, 4, 5; тел: 28-000-92;  
e-mail: [rostov-exp@donpac.ru](mailto:rostov-exp@donpac.ru)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель

Э.А. Таржиманов

«   »   2012 г.

#### ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

№ в реестре

6	1	-	1	-	1	-	0	1	5	4	-	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

#### Объект капитального строительства

Наименование: Реконструкция здания с надстройкой второго этажа под  
размещение поликлиники по адресу: ул. Ворошилова, 55, г.  
Каменск-Шахтинский Ростовской области

Адрес: Ростовская область, г.Каменск-Шахтинский, ул. Ворошилова, дом  
55

#### Объект государственной экспертизы

Результаты инженерных изысканий

## ПРИЛОЖЕНИЕ Н

# ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ



АДМИНИСТРАЦИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«Государственная экспертиза проектов документов территориального  
планирования и проектной документации»

344006, Ростов-на-Дону, Садовая 60, этажи 1, 4, 5; тел: 28-050-02;  
e-mail: [rostov-ekz@rosobnec.ru](mailto:rostov-ekz@rosobnec.ru)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель

\_\_\_\_\_ З.А. Таржиманов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

### ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

№ в реестре

6	1	-	3	-	2	-	0	1	8	5	-	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Объект капитального строительства

Наименование: Многоквартирный жилой дом №55 в 6А МКР ЗЖР в г.  
Ростове-на-Дону

Адрес: Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, Стачки, в 6А МКР Западного  
жилого района

Объект государственной экспертизы

Проектная документация без сметы