

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных  
технологий и дизайна»

## **ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МАШИН**

Методические указания к изучению дисциплины  
для студентов направления подготовки  
15.03.02 – Технологические машины и оборудование  
заочной формы обучения

Составитель  
И. М. Беспалова

Санкт-Петербург  
2016

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 3  |
| 1. Цель дисциплины.....   | 3  |
| 2. Задачи дисциплины .....  | 3  |
| 3. Содержание дисциплины .....  | 3  |
| 4. Вопросы к зачету .....   | 4  |
| 5. Задания для выполнения контрольной работы.....                         | 5  |
| 6. Содержание отчета о выполнении контрольной работы.....                 | 8  |
| 7. Учебная литература .....   | 9  |
| Приложение А. Правила оформления отчета о выполнении контрольной работы.. | 10 |

## **Введение**

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам заочной формы обучения направления подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» в изучении дисциплины «Основы надежности машин». Формой контроля является зачет. Методические указания содержат перечень разделов и тем для самостоятельного изучения, а также перечень вопросов к зачету. Приводятся задания для выполнения контрольных работ, а также список литературы, из которой можно получить необходимые сведения для изучения дисциплины и подготовки к зачету.

### **1. Цель дисциплины**

Сформировать компетенции обучающегося в области оценки технического состояния производственного оборудования.

### **2. Задачи дисциплины**

Основные задачи дисциплины:

- рассмотреть основные показатели надежности и факторы, влияющие на изменение технического состояния производственного оборудования;
- раскрыть принципы оценки эксплуатационной надежности, способы повышения долговечности и надежности машин и формы их реализации;
- показать особенности различных методов оценки надежности машин;
- предоставить обучающимся возможности для формирования навыков работы со статистической информацией о надежности, навыков обработки и анализа результатов испытаний на надежность, умений формулировать инженерные рекомендации относительно повышения надежности оборудования.

### **3. Содержание дисциплины**

**Раздел 1.** Основные понятия и терминология надежности машин

Тема 1. Основные понятия и положения теории вероятностей, используемые в теории надежности. Математическая статистика в теории надежности.

Тема 2. Основные понятия надежности технологических машин. Современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих систем.

Тема 3. Характеристика надежности, законы распределения и показатели надежности деталей машин.

Тема 4. Классификация отказов. Потоки отказов.

**Раздел 2.** Методика оценки эксплуатационной надежности машин

Тема 5. Задачи, решаемые при оценке эксплуатационной надежности технологического оборудования.

Тема 6. Установление законов распределения отказов.

Тема 7. Оценка вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов.

### **Раздел 3. Физические основы надежности машин**

Тема 8. Источники вредных воздействий на оборудование. Мероприятия по предупреждению нарушений технологических процессов.

Тема 9. Основные виды изнашивания и типы фрикционных контактов. Показатели износа и методы его измерения.

Тема 10. Основные закономерности изнашивания и факторы, влияющие на износ. Выбор основных и вспомогательных материалов при изготовлении деталей машиностроения.

Тема 11. Деформация, излом, коррозия.

### **Раздел 4. Определение оптимальной долговечности деталей и узлов машин**

Тема 12. Определение предельного состояния деталей, сопряжений и механизмов. Определение остаточного ресурса технологического оборудования.

Тема 13. Моральный и физический износ, оптимальная долговечность. Прогнозирование потребности в запасных частях.

### **Раздел 5. Методы испытаний машин на надежность**

Тема 14. Организация и методы испытаний машин на надежность.

Тема 15. Подготовка испытаний и отбор изделий. Методика сбора статистической информации о надежности деталей машин.

### **Раздел 6. Методы обеспечения надежности**

Тема 16. Конструктивная надежность.

Тема 17. Надежность машин на стадии изготовления.

Тема 18. Эксплуатационная надежность машин. Профилактические и ремонтные мероприятия. Применение прогрессивных методов эксплуатации.

## **4. Вопросы к зачету**

1. Основные понятия теории вероятностей, используемые в теории надежности.
2. Математическая статистика в теории надежности.
3. Основные понятия надежности технологических машин.
4. Законы распределения отказов и показатели надежности машин.
5. Классификация отказов.
6. Потоки отказов.
7. Установление законов распределения отказов.
8. Оценка вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов.
9. Источники вредных воздействий на оборудование.
10. Основные виды изнашивания и типы фрикционных контактов.
11. Показатели износа и методы его измерения.
12. Основные закономерности изнашивания и факторы, влияющие на износ.

13. Материалы для узлов трения.
14. Смазка и уход за оборудованием.
15. Деформация, излом, коррозия.
16. Определение предельного состояния деталей, сопряжений и механизмов.
17. Определение остаточного ресурса и допустимых сроков службы деталей.
18. Моральный и физический износ, оптимальная долговечность.
19. Прогнозирование потребности в запасных частях.
20. Организация и методы испытаний на надежность машин.
21. Подготовка испытаний и отбор изделий.
22. Методика сбора статистической информации о надежности машин.
23. Конструктивная надежность.
24. Надежность машин на стадии изготовления.
25. Эксплуатационная надежность машин.
26. Профилактические и ремонтные мероприятия.

### 5. Задания для выполнения контрольной работы

Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.

#### Вариант 0

1. Описать единичные количественные показатели надежности и привести формулы для их определения.

2. На испытании находилось 700 образцов невосстанавливаемых объектов. Отказы фиксировались через каждые 1000 ч работы. Данные о распределении числа отказов  $n_i$  по интервалам времени  $\Delta t_i$  представлены в виде таблицы. Требуется дать оценку надежности объектов, построив зависимости от времени вероятности безотказной работы, частоты отказов и интенсивности отказов и вычислив среднюю наработку до отказа объектов.

| $\Delta t_i, \text{ч}$ | $n_i$ | $\Delta t_i, \text{ч}$ | $n_i$ | $\Delta t_i, \text{ч}$ | $n_i$ |
|------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| 0–1000                 | 60    | 7000–8000              | 24    | 14000–15000            | 23    |
| 1000–2000              | 56    | 8000–9000              | 22    | 15000–16000            | 25    |
| 2000–3000              | 50    | 9000–10000             | 23    | 16000–17000            | 30    |
| 3000–4000              | 44    | 10000–11000            | 22    | 17000–18000            | 37    |
| 4000–5000              | 31    | 11000–12000            | 23    | 18000–19000            | 45    |
| 5000–6000              | 25    | 12000–13000            | 24    | 19000–20000            | 58    |
| 6000–7000              | 23    | 13000–14000            | 24    | –                      | –     |

#### Вариант 1

1. Описать комплексные количественные показатели надежности (коэффициенты надежности) и привести формулы для их определения.

2. Дать сравнительную оценку эффективности работы двух машин при механических отказах на основании данных о распределении периодов времени работы  $t_{pi}$  и восстановления  $t_{bi}$  с использованием коэффициентов готовности, вынужденного простоя, профилактики, наработки на отказ и среднего времени восстановления.

#### Машина №1

|          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t_{pi}$ | 172 | 176 | 180 | 184 | 188 | 190 | 193 | 198 | 202 |
| $t_{bi}$ | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |

#### Машина №2

|          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t_{pi}$ | 151 | 157 | 160 | 165 | 169 | 170 | 171 | 172 | 175 | 178 | 183 | 189 |
| $t_{bi}$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |

### Вариант 2

1. Описать количественные показатели надежности характеризующие влияние надежности элементов, входящих в технологическую систему, на надежность этой системы и привести формулы для их определения.

2. На испытании в течение 1000 ч находилось 100 образцов автоматических систем, предназначенных для длительной эксплуатации. Состав каждого образца, число отказов элементов во всех образцах, а также число элементов, изъятых в процессе профилактических мероприятий, указаны в таблице. Требуется дать заключение о надежности элементов систем и установить необходимое число запасных элементов с использованием коэффициентов отказов, относительных коэффициентов отказов и коэффициентов расхода.

| Наименование элементов    | Число элементов в одном образце | Число отказов | Число изъятых элементов |
|---------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| Электровакuumные приборы  | 220                             | 100           | 220                     |
| Полупроводниковые приборы | 40                              | 2             | 12                      |
| Сопротивления             | 2140                            | 46            | –                       |
| Конденсаторы              | 1800                            | 38            | –                       |
| Реле                      | 24                              | 3             | 8                       |
| Трансформаторы            | 12                              | 1             | 1                       |
| Прочие детали             | 20                              | 4             | 12                      |

### Вариант 3

1. Описать законы распределения случайных величин, используемые при оценке надежности объектов.

2. Время возникновения отказов машины подчиняется экспоненциальному закону распределения. Среднее время восстановления составляет 0,5 ч, интенсивность отказов – 0,0059 1/ч. Необходимо построить и проанализировать зависимости от времени вероятности безотказной работы, вероятности отказа и частоты отказов.

#### Вариант 4

1. Описать законы распределения случайных величин, используемые при оценке надежности объектов.

2. Время возникновения отказов подчинено нормальному закону распределения. Средняя наработка на отказ – 400 ч, среднее квадратическое отклонение – 50 ч. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа за период времени 250 ч, построить и проанализировать зависимость частоты отказов от времени.

#### Вариант 5

1. Описать законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, используемые при оценке надежности объектов.

2. У восстанавливаемого изделия после окончания периода приработки установился простейший поток отказов. Нарботка на отказ составляет 100 ч. Требуется построить и проанализировать зависимости вероятностей появления одного и двух отказов от времени, используя закон распределения Пуассона.

#### Вариант 6

1. Изложить особенности систем с общим и отдельным резервированием и привести формулы для оценки их надежности.

2. Оценить вероятность безотказной работы системы, состоящей из четырех последовательно соединенных элементов. Вероятность безотказной работы элементов 0,8; 0,7; 0,6; 0,75. Изучить возможности повышения вероятности безотказной работы за счет общего резервирования, поэлементного резервирования и резервирования наименее надежных элементов.

#### Вариант 7

1. Изложить цели и порядок установления законов распределения случайных величин при оценке надежности машин.

2. В результате наблюдений за работой малогабаритной чесальной машины ЧММ-450-4 получены статистические данные о наработке между отказами в часах при механических отказах, связанных с износом. Результаты наблюдений представлены в виде вариационного поля в таблице. Требуется установить закон распределения наработки между отказами.

|     |     |     |      |     |     |     |    |     |     |
|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| 0,3 | 31  | 1,5 | 91   | 1   | 95  | 3   | 33 | 2   | 100 |
| 110 | 3,8 | 121 | 6    | 34  | 5,3 | 105 | 4  | 35  | 6,5 |
| 8,5 | 38  | 7,2 | 85   | 9   | 40  | 11  | 89 | 10  | 117 |
| 74  | 12  | 44  | 13,5 | 72  | 14  | 48  | 17 | 41  | 19  |
| 22  | 42  | 25  | 68   | 27  | 65  | 29  | 45 | 15  | 49  |
| 50  | 61  | 133 | 52   | 119 | 57  | 63  | 59 | 145 | 149 |

### Вариант 8

1. Изложить правила определения критериев предельного состояния и необходимости замены детали при текущем ремонте.

2. Предельный износ детали равен 0,2 мм. Определить допустимый износ и необходимость замены детали, если при 4-м текущем ремонте износ детали составил 0,1 мм.

### Вариант 9

1. Описать особенности систем с последовательным и параллельным (резервным) соединением элементов и привести схемы таких систем.

2. Выполнить ориентировочный расчет показателей надежности системы, исходя из состава ее элементов и среднестатистических данных об интенсивностях отказов элементов. Определить среднестатистическое значение интенсивности отказов системы и построить зависимость вероятности безотказной работы от времени с использованием экспоненциального закона распределения и с учетом последовательного соединения элементов.

| Тип элементов              | Кол-во элементов | Интенсивности отказов на $10^6$ ч |                    |
|----------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------|
|                            |                  | $\lambda_{i \min}$                | $\lambda_{i \max}$ |
| Выключатель автоматический | 3                | 0,045                             | 0,4                |
| Переключатель              | 7                | 0,118                             | 0,66               |
| Манометр                   | 1                | 0,135                             | 7,8                |
| Регулятор давления         | 1                | 0,7                               | 5,54               |
| Арматура сигнальная        | 1                | 0,04                              | 0,71               |
| Светильник                 | 2                | 6                                 | 34                 |
| Датчик давления            | 3                | 1,7                               | 6,6                |

### 6. Содержание отчета о выполнении контрольной работы

Отчет о выполнении контрольной работы должен содержать:

- 1) Титульный лист.
- 2) Содержание.
- 3) Задание.
- 4) Раздел 1. Основные теоретические сведения по изучаемым темам.
- 5) Раздел 2. Результаты выполнения расчетных заданий.
- 6) Список использованных источников.

Отчет оформляется в соответствии с требованиями стандарта (см. Приложение А).

## 7. Учебная литература

### а) основная учебная литература

1. Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем / В. Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2011. – 304 с.
2. Воронкин, Ю. Н. Методы профилактического ремонта промышленного оборудования / Ю. Н. Воронкин, Н. В. Поздняков. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
3. Беспалова, И. М. Надежность машин: учеб. пособие для студентов вузов / И. М. Беспалова, Л. С. Мазин. – СПб.: СПГУТД, 2006. – 117 с.
4. Справочник конструктора: Справочно-методическое пособие / Под ред. И. И. Матюшева. – СПб.: Политехника, 2006. – 1027 с.

### б) дополнительная литература

5. Кочетков, Е.С. Теория вероятностей и математическая статистика / Е.С. Кочетков, С.О. Смерчинская, В.В. Соколов. – М.: Форум, 2011. – 240 с.
6. Теория надежности машин / Д. М. Беленький, М. Г. Ханукаев. – Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 2004. – 608 с.
7. Жарский, И. М. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин / И. М. Жарский. – Минск: Вышэйшая школа, 2005. – 299 с.

## Приложение А

### Правила оформления отчета о выполнении контрольной работы\*

#### 1 Общие требования к оформлению текстовой части отчета

**1.1** Изложение текста и оформление отчета выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2001, ГОСТ 2.105–95 и ГОСТ 6.38–90. Страницы отчета и включенные в нее иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327–60.

**1.2** Отчет должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков **не менее 1,8 (кегель 14)**. Выравнивание текста по ширине.

Основной текст набирается шрифтом **Times New Roman**.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: **правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, левое и нижнее – 20 мм.**

#### 2 Построение отчета

**2.1** Наименование структурных элементов отчета «Задание», «Содержание», «Список использованных источников» служат заголовками структурных элементов отчета.

**2.2** Основную часть отчета следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты могут делиться на подпункты. При делении текста на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

**2.3** Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений.

*Пример – 1, 2, 3 и т. д.*

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой.

*Пример – 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.*

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела и порядковый номер подпункта, разделенные точкой.

*Пример – 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 и т. д.*

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта точку не ставят.

---

\* Для наглядности данный раздел оформлен в соответствии с изложенными в нем правилами оформления отчета о выполнении контрольной работы.

Если текст отчета подразделяют только на пункты, их следует нумеровать, за исключением приложений, порядковыми номерами в пределах всего отчета.

Если раздел или подраздел имеет только один пункт или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

**2.4** Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

**2.5** Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

### **3 Нумерация страниц отчета**

**3.1** Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

**3.2** Титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

**3.3** Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц отчета. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

### **4 Нумерация разделов, подразделов, пунктов, подпунктов отчета**

**4.1** Если отчет состоит из двух или более частей, каждая часть должна иметь свой порядковый номер. Номер каждой части следует проставлять арабскими цифрами на титульном листе под указанием вида отчета, например, «Часть 2».

**4.2** Каждый структурный элемент отчета следует начинать с нового листа (страницы).

**4.3** Нумерация страниц отчета и приложений, входящих в состав отчета, должна быть сквозная.

**4.4** Разделы отчета должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

**4.5** В документе, не имеющем подразделов, нумерация пунктов должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. После номера пункта точка не ставится.

## **Пример**

### **1 Типы и основные размеры**

1.1 }  
1.2 } **Нумерация пунктов первого раздела документа**  
1.3 }

### **2 Технические требования**

2.1 }  
2.2 } **Нумерация пунктов второго раздела документа**  
2.3 }

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

### **3 Методы испытаний**

#### **3.1 Аппараты, материалы и реактивы**

3.1.1 }  
3.1.2 } **Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела доку-**  
3.1.3 }

**мента**

#### **3.2 Подготовка к испытанию**

3.2.1 }  
3.2.2 } **Нумерация пунктов второго подраздела третьего раздела доку-**  
3.2.3 }

**мента**

**4.6** Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется. Наличие одного подраздела в разделе эквивалентно их фактическому отсутствию.

**4.7** Если текст отчета подразделяется только на пункты, то они нумеруются порядковыми номерами в пределах всего отчета.

**4.8** Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т. д.

**4.9** Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждым перечислением следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, о, г, ы, ь, ь, й), после которой ставится скобка.

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

**Пример:**

а) \_\_\_\_\_  
б) \_\_\_\_\_  
    1) \_\_\_\_\_  
    2) \_\_\_\_\_  
в) \_\_\_\_\_

## **5 Иллюстрации**

**5.1** Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте отчета.

**5.2** Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в пояснительной записке, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

**5.3** Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

**5.4** Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

**5.5** При необходимости иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

**5.6** Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

**5.7** При ссылках на иллюстрации следует писать «...в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «...в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

## **6 Таблицы**

**6.1** Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире.

**6.2** Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.



**6.7** Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

**6.8** Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

При переносе части таблицы на другой лист (страницу) нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

**6.9** Оформление таблиц в пояснительной записке должно соответствовать ГОСТ 1.5 и ГОСТ 2.105.

## **7** **Примечания**

**7.1** Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца и не подчеркивать.

**7.2** Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания не должны содержать требований.

**7.3** Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

*Пример*

**Примечание** – \_\_\_\_\_

---

Несколько примечаний нумеруются по порядку арабскими цифрами.

*Пример*

**Примечания**

**1** \_\_\_\_\_

**2** \_\_\_\_\_

**3** \_\_\_\_\_

## 8 Формулы и уравнения

**8.1** Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (x), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «x».

**8.2** Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

**8.3** Формулы в пояснительной записке следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

*Пример:*

$$A=a:b, \tag{1}$$

$$B=c:e. \tag{2}$$

Одну формулу обозначают – (1).

**8.4** Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (B.1).

**8.5** Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

*Пример* – ... в формуле (1).

**8.6** Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

**8.7** Порядок изложения в отчете математических уравнений такой же, как и формул.

**8.8** В отчете допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

## 9 Ссылки

**9.1** В пояснительной записке допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

**9.2** Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа.

**9.3** При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии

полного описания стандарта в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1–84.

**9.4** Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках.

## **10 Список использованных источников**

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета, нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

### **11 Приложения**

**11.1** Приложение оформляют как продолжение отчета.

**11.2** В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.

**11.3** Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

**11.4** Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в отчете одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

**11.5** При необходимости текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

**11.6** Приложения должны иметь общую с остальной частью отчета сквозную нумерацию страниц.