

## Тема 1. ПРЕДИСЛОВИЕ

### Список сокращений

ВВФ – внешние воздействующие факторы

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

НТК-конструирование (НТК-проектирование) – конструирование (проектирование) механических подсистем и электромонтажа

РЭС

РЭА – радиоэлектронная аппаратура

РЭС – радиоэлектронное средство

РЭС-сооружение – радиоэлектронное средство, рассматриваемое (изучаемое, конструируемое) как геометрически неизменяемая механическая система

РЭТ-конструирование (РЭТ-проектирование) – конструирование (проектирование) радиоэлектротехнических подсистем РЭС

СРПП – Система разработки и постановки продукции на производство

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

В СРПП и ЕСКД определений терминов «конструирование» и «проектирование» нет. В разных документах (стандартах, книгах, статьях) эти термины могут обозначать разные понятия. В некоторых документах конструирование – часть проектирования, в других, наоборот, проектирование – часть конструирования. Есть документы, в которых проектирование – работа, предшествующая конструированию, но не входящая в конструирование. Авторы документов обычно не принимают во внимание следующее положение ЕСКД: *конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяют на проектные и рабочие* (ГОСТ 2.102 – 68 пункт 1.3 и ГОСТ 2.102 – 2013 пункт 4.4). То есть стандартам ЕСКД соответствует следующее соотношение: проектирование (разработка проектных конструкторских документов) является частью работ по конструированию (разработке конструкторских документов).

В литературе по конструированию РЭС (или РЭА) неоднозначность слов «конструирование» и «проектирование» имеет отраслевые особенности. В любом РЭС можно выделить две основные функциональные подсистемы – радиоэлектротехническую и механическую. На предприятиях радиопромышленности термин «конструирование РЭС» обычно используют в узком смысле; этим термином называют только работы, относящиеся к созданию механической

подсистемы РЭС. В некоторых печатных изданиях термин «конструирование РЭС» используется в широком смысле – работы по созданию радиоэлектротехнической подсистемы РЭС тоже называются конструированием. Автор многих книг по конструированию Р. Г. Варламов в предисловии к книге [1] писал: *за последние годы ряд схемотехников под флагом конструирования РЭА опубликовали работы, относящиеся почти целиком к проектированию схем и систем и только частично затрагивающие вопросы конструирования, чем изменили существо понятия «конструирование РЭА», заменив его понятием «проектирование» или «разработка РЭА». По мнению автора, вопросы проектирования и конструирования РЭА следует рассматривать отдельно.* Очевидно, что Р. Г. Варламов – сторонник использования термина «конструирование РЭС» в узком смысле. По его мнению, к созданию электрических схем неприменим термин «конструирование», но применим термин «проектирование». Такое мнение противоречит ЕСКД. По ЕСКД электрические схемы, во-первых, также являются конструкторскими документами, во-вторых, также подразделяются на проектные и рабочие. Это значит, что *проектирование электрических схем является частью более общего процесса – конструирования электрических схем, а конструирование электрических схем является частью еще более общего процесса – конструирования РЭС.* Согласно ЕСКД термин «конструирование РЭС» правильнее использовать в широком смысле.

Конструирование РЭС в широком смысле можно разделить на комплексы и виды работ в соответствии со схемой на рисунке 1.

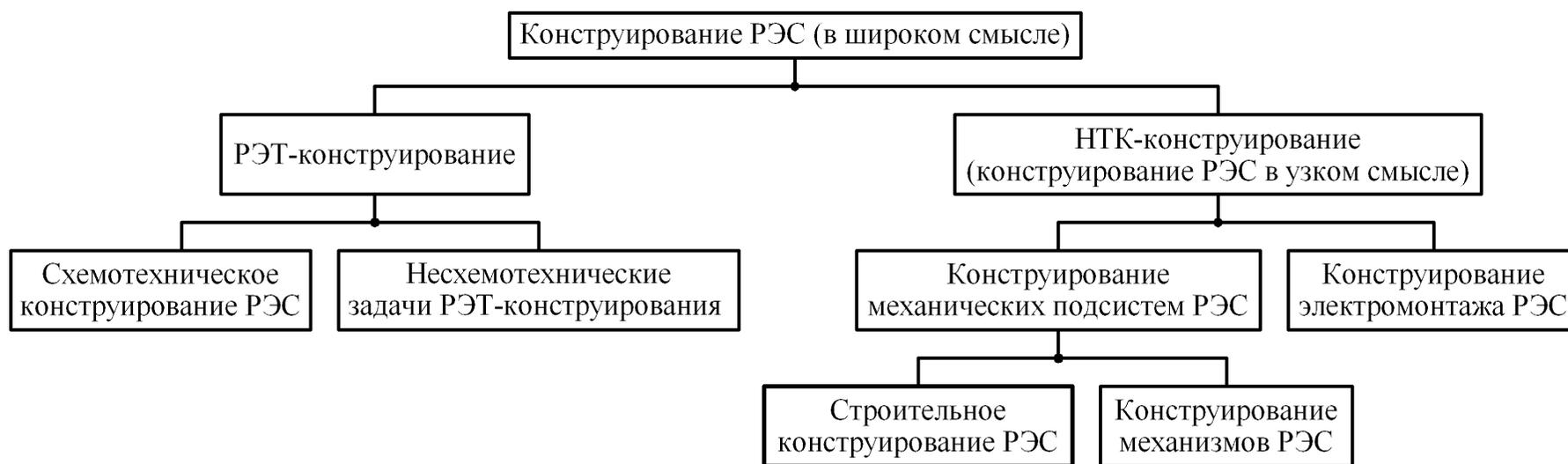


Рисунок 1

Для наименования двух комплексов работ по конструированию РЭС на схеме используются краткие термины в виде символов-слов «РЭТ-конструирование» и «НТК-конструирование», предложенные в научно-исследовательской работе «Наледь» [2] (тема 02 хрестоматии).

РЭТ-конструирование состоит из схемотехнического конструирования и некоторых других работ, по конструированию радиоэлектротехнической подсистемы РЭС. Электрические схемы и другие документы, полученные в результате РЭТ-конструирования, служат основными исходными данными для НТК-конструирования.

НТК-конструирование включает в себя компоновку РЭС, конструирование его механической несущей подсистемы и механизмов, конструирование упаковки, выполнение спецификаций, чертежей деталей, сборочных чертежей, и ряда других конструкторских документов. К НТК-конструированию также относят конструирование объемного и печатного электро монтажа.

В терминах по рисунку 1 приведенное выше мнение Р. Г. Варламова очевидно формулируется так: *вопросы РЭТ-конструирования (РЭТ-проектирования) и вопросы НТК-конструирования (НТК-проектирования) следует рассматривать отдельно*. Очень важно разделять эти вопросы при подготовке специалистов в учебных заведениях и в учебной литературе.

В современных учебниках с названиями «Конструирование РЭС» материала по конструированию механических подсистем очень мало. В такие учебники авторы традиционно включают методы решения несхемотехнических задач РЭТ-конструирования (методы обеспечения надежности электрических схем РЭС, расчет и конструирование экранов, волноводных систем, объемных резонаторов, электрические расчеты трансформаторов и катушек индуктивности, расчеты тепловых режимов РЭС). Например, в техникумах и колледжах в разные годы использовались учебники [3 – 6]. От издания к изданию в этих учебниках увеличивался объем материала по РЭТ-конструированию и уменьшался объем материала по НТК-конструированию. Для подготовки НТК-конструкторов учебник [3], изданный в 2011 году, хуже учебника [4], изданного в 1989 году, а последний – хуже учебников [5, 6], изданных в 1951 и 1957 году.

Не во всех РЭС есть механизмы, но геометрически неизменяемая несущая система (строительное сооружение) есть во всех РЭС. НТК-конструирование – это всегда конструирование небольшого по размерам строительного сооружения (РЭС-сооружения). На рисунке 1 этот раздел конструирования РЭС называется *строительным конструированием РЭС* [7] (тема 02 хрестоматии). Теоретической основой конструирования РЭС-сооружений должна быть строительная механика (см. например, [8]), для анализа надежности РЭС-сооружений необходимы знания теории усталости (см., например, ГОСТ 25.504 – 82). В учебниках по конструированию РЭС такой материал обычно отсутствует, что затрудняет подготовку специалистов по конструированию механических подсистем РЭС.

Наиболее наукоемкие и ответственные работы при конструировании РЭС, как правило, выполняют специалисты, которых в справочнике [9] называют инженерами-конструкторами-схемотехниками. Заметим, что название этой должности предполагает использование термина «конструирование РЭС» в широком смысле.

**Должностные обязанности инженера-конструктора-схемотехника.** *Выполняет схемотехническую и системотехническую разработку электронных и радиотехнических устройств, приборов, автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами. Разрабатывает технические задания и технические предложения на конструируемые изделия. Разрабатывает электрические схемы устройств управления на базе микропроцессорных средств, однокристальных ЭВМ и микроЭВМ общего применения, устройств связи, согласующих устройств, используемых в составе автоматизированных систем. Разрабатывает и отрабатывает программное обеспечение входящих в состав устройств и систем технических средств и типовые программы управления объектами автоматизации. Проводит расчеты электронных и электротехнических схем.*

*Определяет тепловые режимы работы элементов, выбирает элементную базу изделий.*

*Определяет дополнительные требования к конструкции аппаратуры с целью защиты от электромагнитных и электростатических полей и помех. Принимает участие в разработке программ метрологической аттестации и проверки конструируемых измерительных средств и приборов. Проводит опытно-конструкторские и исследовательские работы по разрабатываемым средствам. Проводит лабораторные исследования новых схемотехнических решений.*

*Определяет электрические параметры изделия и методы их контроля. Разрабатывает и согласовывает программы испытаний изделия, проводит корректировку и изменения электрических схем. Согласовывает электрические схемы и разработанную конструкторскую документацию с подразделениями организации, представителями заказчиков и органов надзора. Проводит технико-экономический анализ разрабатываемых схем. Изучает и анализирует поступающую от других организаций документацию в целях ее использования в разрабатываемых изделиях.*

*Участствует в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов, в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы, а также в работах по унификации изделий. Дает отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторских предложений и изобретений, касающихся вопросов схемотехнической разработки изделий [9].*

Конструированием РЭС (в широком смысле) руководят квалифицированные инженеры-конструкторы-схемотехники. Во многих РЭС сложные механизмы отсутствуют, и НТК-конструирование таких РЭС состоит только из конструирования РЭС-сооружения и электромонтажа. По сравнению с мостами, телевизионными вышками, кузовами автомобилей,

фюзеляжами самолетов и многими другими строительными сооружениями РЭС-сооружения имеют очень простые конструкции, поэтому НТК-конструирование, как правило, может выполняться специалистами с образованием не выше среднего профессионального, то есть техниками-конструкторами [10] (тема 02 хрестоматии). Должностные обязанности техников-конструкторов РЭС-сооружений можно установить на основе должностных обязанностей техников-конструкторов авиастроения, судостроения, приборостроения и некоторых других отраслей промышленности.

**Должностные обязанности техника-конструктора.** *Конструирует под руководством более квалифицированного специалиста изделия средней сложности индивидуального и мелкосерийного производства и простые изделия крупносерийного и массового производства, обеспечивая при этом соответствие разрабатываемых конструкций техническим заданиям, действующим стандартам, нормам охраны труда, требованиям рациональной организации труда при проектировании, наиболее экономичной технологии производства, а также использование в них стандартизованных и унифицированных деталей и сборочных единиц. Участвует в разработке проектной и рабочей конструкторской документации, проведении патентных исследований и определении показателей технического уровня проектируемых объектов техники и технологии. Выполняет с внесением необходимых изменений чертежи общего вида конструкций, сборочных единиц и деталей, схемы механизмов, габаритные и монтажные чертежи по эскизным документам или с натуры, а также другую конструкторскую документацию. Проверяет рабочие проекты и осуществляет контроль чертежей, сверяет кальки с оригиналами. Снимает эскизы сборочных единиц и деталей с натуры с изменением масштаба и определением необходимых параметров, выполняет детализовки сборочных чертежей, технические расчеты и расчеты экономической эффективности в соответствии с типовыми расчетами, программами и методиками. Принимает участие в разработке программ, методик и другой технической документации по испытаниям конструируемого изделия. Изучает поступающую от других предприятий конструкторскую документацию в целях использования ее при проектировании. Вносит изменения в конструкторскую документацию и составляет извещения об изменениях. Принимает участие в испытаниях опытных образцов изделий, узлов, систем и деталей новых и модернизированных конструкций выпускаемой предприятием продукции, оформлении результатов испытаний, а также в работе по совершенствованию, модернизации и унификации конструируемых изделий [9].*

Настоящая хрестоматия составлена из статей, разделов книг, нормативных документов на темы, которые целесообразно изучать будущим конструкторам РЭС-сооружений. Из содержания хрестоматии видно, что подготовку НТК-конструкторов лучше всего вести в средних профессиональных образовательных учреждениях на специальностях машиностроительного профиля.

**Список использованных источников**

- 1 Варламов Р. Г. Компонировка радиоэлектронной аппаратуры. М., 1975.
- 2 Бобков Н. М. Что такое конструирование радиоэлектронных средств? // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2008. № 1, 2.
- 3 Баканов Г. Ф., Соколов С. С. Конструирование и производство радиоаппаратуры. М., 2011.
- 4 Фрумкин Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры. М., 1989.
- 5 Сачков Д. Д., Эйдлин Е. К. Расчет и конструирование радиоаппаратуры. М. – Л., 1957.
- 6 Сачков Д. Д. Конструирование радиоаппаратуры. М. – Л., 1951.
- 7 Бобков Н. М. Конструирование и строительное конструирование РЭС // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2.
- 8 Бояршинов С. В. Основы строительной механики машин: учеб. пособие. М., 1973.
- 9 Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих. 2018.
- 10 Бобков Н. М. О подготовке конструкторов РЭС в средних специальных учебных заведениях // Среднее профессиональное образование. 2002. № 11.

## СОДЕРЖАНИЕ ХРЕСТОМАТИИ

### Тема 1. ПРЕДИСЛОВИЕ

### Тема 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Бобков Н. М. О подготовке конструкторов РЭС в средних специальных учебных заведениях // Среднее профессиональное образование. 2002. № 11**

**Бобков Н. М. Основы конструирования. Проблемы терминологии // Вестник машиностроения. 2002. № 9**

**Бобков Н. М. Что такое конструирование радиоэлектронных средств? // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2008. № 1, 2**

**Функциональные системы и конструктивные уровни РЭС (Каленкович Н. И., Фастовец Е. П., Шамгин Ю. В. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств: учеб. пособие. Минск, 1989. С. 9 – 11)**

**Бобков Н. М. Конструирование и строительное конструирование РЭС // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2**

**Бобков Н. М. Систематизация терминологии в области конструирования радиоэлектронных систем // Труды Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексеева. 2014. № 3**

**Бобков Н. М. Категории науки о конструировании // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2**

**Общие требования к разрабатываемым (модернизируемым) техническим системам (Из ГОСТ 15.016 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению)**

### Тема 3. ТИПОВОЙ ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Бобков Н. М. Конструкторская документация и порядок ее разработки // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2**

**Бобков Н. М. Применение положений стандартов ЕСКД в публикациях по конструированию: типичные ошибки // Стандарты и качество. 2004. № 8**

**Бобков Н. М. Типовой порядок разработки технических систем // Справочник. Инженерный журнал. 2018. № 2**

### Тема 4. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ РЭС

#### Основные понятия

**Влияние физических параметров окружающей среды (Поляков К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. М. 1982. С. 140 – 143)**

**Воздействие на РЭА внешних механических факторов** (Поляков К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. М. 1982. С. 143 – 145)

**Основные эффекты, вызываемые воздействием отдельных внешних факторов** (Из ГОСТ 28198 – 89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство по применению)

**Предельные нормы эксплуатации** (Поляков К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. М. 1982. С. 145 – 147)

**Бобков Н. М. Механические воздействия и нагрузки на элементы несущих систем РЭС // Кварц: радиоизмерения и электроника: научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». 1998. Вып. № 7**

**Общие требования к РЭС в части стойкости к механическим ВВФ при эксплуатации** (Из ГОСТ 30631 – 99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации)

**Общие требования к РЭС в части условий хранения и транспортирования** (Из ГОСТ Р 51908 – 2002 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования)

**Испытание на прочность при транспортировании** (Из ГОСТ Р 51909 – 2002 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на транспортирование и хранение)

**Общие требования к РЭС в части стойкости к климатическим ВВФ при эксплуатации** (Из ГОСТ 15150 – 99 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды)

## **Тема 5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РЭС**

**Механические системы** (Справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 1. М., 1976. С. 18 – 22)

**Основные сведения о механизмах** (Фаддеева Л. А. Теория механизмов и детали приборов: учебник. Л., 1983. С. 5 – 11)

**Сопротивление материалов, теория упругости и прочее ...** (Феодосьев В. И. Десять лекций-бесед по сопротивлению материалов. М., 1975. С. 5 – 6)

**Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы** (Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учебник. М., 1986. С. 12, 13)

**Реакции связей почти мгновенно изменяемых систем** (Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учебник. М., 1986. С. 25, 26)

**Классификация плоских систем** (Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учебник. М., 1986. С. 30, 31)

**Бобков Н. М. Радиоэлектронные средства как строительные сооружения** // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2

**Кинематический анализ стержневых систем** (Спицына Д. Н. Строительная механика стержневых систем: учеб. пособие. М., 1977. С. 8 – 15)

**Образование и кинематический анализ плоских систем** (Живейнов Н. Н., Карасев Г. Н., Цвей И. Ю. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин: учебник. М., 1988. С. 10, 11)

#### **Тема 6. ПРОЧНОСТЬ НЕСУЩИХ СИСТЕМ РЭС**

**Сведения из теории сопротивления материалов** (Еленев С. А. Холодная штамповка: учебник. М., 1981. С. 9 – 16)

**Переменные напряжения. Выбор допускаемых напряжений** (Красновский Е. Я., Дружинин Ю. А., Филатова Е. М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем: учеб. пособие. М., 1991. С. 171 – 178)

**Бобков Н. М. Оценка усталостной прочности несущих деталей БНК при воздействии вибрации** // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 1997. № 4

**Прочность и жесткость конструкций** (Рошин Г. И. Несущие конструкции и механизмы РЭА: учебник. М.: 1981. С. 33 – 42)

#### **Тема 7. ВОПРОСЫ БАЗИРОВАНИЯ В КОНСТРУИРОВАНИИ**

**Основные положения теории базирования** (ГОСТ 21495 – 79 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. Приложение 1)

**Базирование деталей** (Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие. М., 2008. С. 57 – 64)

**Основы базирования** (Кулагин В. В. Основы конструирования оптических приборов: учеб. пособие. Л., 1982. С. 24 – 30, 34 – 41, 44 – 50)

#### **Тема 8. КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ**

**Основы конструирования деталей** (Кулагин В. В. Основы конструирования оптических приборов: учеб. пособие. Л., 1982. С. 9 – 16)

**Справочное руководство по конструированию элементов радиоэлектронных средств** (Приложение 2 к промежуточному отчету № 1 о НИР «Наледь. Исследование конструкций несущих систем, электроустановочных изделий и других элементов РЭС. Составление комплекса методических пособий «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах» / Нижегородский технический колледж; руководитель Н. М. Бобков; № ГР 01990006251; Инв. № 02200000313. Н. Новгород, 1999)

#### **Тема 9. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Модульные и базовые конструкции изделий, базовые изделия** (Из рекомендаций Р 50-54-103 – 88 Модульные и базовые конструкции изделий. Основные положения)

**Бобков Н. М. Принцип базового проектирования в радиоаппаратостроении** // Справочник. Инженерный журнал. 2003. № 2

**Бобков Н. М. Агрегатное и модульное проектирование технических систем** // Справочник. Инженерный журнал. 2009. № 5

**Бобков Н. М. Базовые несущие конструкции аппаратуры Нижегородского приборостроительного. Проектирование оболочек герметичных корпусов** // Кварц: радиоизмерения и электроника: научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». 1996. Вып. № 5

#### **Тема 10. УНИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ РЭС**

**Унификация изделий** (Из ГОСТ 23945.0 – 80 Унификация изделий. Основные положения)

**Расчет показателей уровня унификации и стандартизации изделий** (Из методических указаний РД 50-33 – 80 Определение уровня унификации и стандартизации изделий)

**Оценка состояния государственной стандартизации БНК в России** (Раздел 3 промежуточного отчета № 1 о НИР «Берилл. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы» / Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна»; руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; инв. № Г36590. Н. Новгород, 2000)

**Эволюция БНК Нижегородского научно-исследовательского приборостроительного института «КВАРЦ»** (Разделы 1 – 4 заключительного отчета о НИР «Берилл. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы» / Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна»; руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; инв. № Г38225. Н. Новгород, 2000)

#### **Тема 11. ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ**

**Допуски и посадки гладких цилиндрических и плоских соединений** (Допуски и посадки: справочник. В 2-х ч. Ч. 1. Л., 1982. С. 8 – 10, 12 – 19, 28 – 31)

**Шероховатость поверхности** (Орлов П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1. М., 1988. С. 287 – 295)

**Обозначения шероховатости поверхностей** (из ГОСТ 2.309 – 73 ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей)

#### **Тема 12. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ ТОНКОСТЕННЫХ СИСТЕМ**

**Кручение брусьев прямоугольного поперечного сечения** (Бородин Н. А. Соппротивление материалов: учебник. М., 1992. С. 74 – 76)

**Кручение брусьев тонкостенного профиля** (Бородин Н. А. Соппротивление материалов: учебник. М., 1992. С. 76 – 78)

**Некоторые общие вопросы теории тонкостенных стержней** (Бояршинов С. В. Основы строительной механики машин: учеб. пособие. М., 1985. С. 5 – 7)

**Кручение тонкостенных брусьев** (Любощиц М. И., Ицкович Г. М. Справочник по сопротивлению материалов. Минск, 1969. С. 157 – 164)

**Кручение тонкостенных брусьев открытого профиля** (Глушков Г. С., Синдеев В. А. Курс сопротивления материалов: учебник. М., 1965. С. 236, 237)

### **Тема 13. СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Трение покоя при вибрации** (Литвин Ф. Л. Проектирование механизмов и деталей приборов. Л., 1973. С. 46 – 48)

**Предохранение резьбовых соединений от самоотвинчивания** (Решетов Д. Н. Детали машин: учебник для вузов. М., 1989. С. 135 – 138)

**Способы и виды предохранения резьбовых соединений от самоотвинчивания** (Из ОСТ 4Г 0.019.200 Соединения резьбовые. Способы и виды предохранения от самоотвинчивания. Технические требования)

### **Тема 14. ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Термины и определения основных понятий** (Из ГОСТ Р 27.102 – 2021 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения)

**Проектирование радиоаппаратуры с учетом требований надежности** (Фрумкин Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры: учебник для техникумов. М., 1989. С. 16 – 37)

**Интенсивности отказов элементов электронной аппаратуры в номинальном режиме ( $T = +20$  °С и  $K_n = 1$ ) и поправочные коэффициенты** (Теория надежности радиэлектронных систем в примерах и задачах / Под ред. Г. В. Дружинина. М., 1976. С. 136 – 138, С. 339 – 347)

Николай Михайлович Бобков – преподаватель Нижегородского радиотехнического колледжа, конструктор Нижегородского научно-производственного объединения имени М. В. Фрунзе.

E-mail: n.bobkov@mail.ru