

Н. М. БОБКОВ

Лекции по общему конструированию РЭС

Раздел 1 Общие сведения

Лекция 1.2 КАТЕГОРИИ НАУКИ О КОНСТРУИРОВАНИИ

1 Сокращения

ЕСДП – Единая система допусков и посадок

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

КД – конструкторская документация

РЭС – радиоэлектронное средство

ССБТ – Система стандартов безопасности труда

T-система – техническая система

В основе системы понятий любой науки лежит некоторая система категорий.

***D1* категория:** Предельно широкое понятие, в котором отображены наиболее общие и существенные свойства, признаки, связи и отношения предметов, явлений объективного мира [1].

Каждая наука имеет систему своих категорий. Примеры категорий: в философии – материя, движение, пространство, время, качество, количество, противоречие; в математике – бином, вектор, вычитание, гипербола, дробь, логарифм, множество, равенство, уравнение, функция, число. К категориям науки о конструировании можно отнести понятия «система», «качество», «конструкция», «технологичность», «преемственность», «совместимость», «взаимозаменяемость», «безопасность» и др.

2 Система

D2 система: Множество компонентов и связей (отношений) между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью и рассматриваемое в данном исследовании как нечто целостное, единое по отношению к окружающей среде.

Системами могут считаться объекты различной природы и сложности. Примеры систем: солнечная система, система математических уравнений, промышленность страны, автомобиль, крепежная шайба, радиоприемник, ракетно-космическая система, ЕСКД, ЕСДП, ССБТ, система «человек-машина», экологическая система и т. д.

Компоненты (части) системы также могут иметь различную природу и сложность. Элемент – это компонент системы, неделимый на части в данном исследовании. Элементами систем могут рассматриваться объекты народного хозяйства, атомы, природные космические объекты, математические уравнения, юридические нормы, понятия и обозначающие их термины, представители животного или растительного мира и т. д. В технике в качестве элементов систем рассматриваются машины, приборы, технологические процессы, технические нормы, отдельные детали, поверхности и размеры деталей и т. д.

В некоторых случаях системы делятся на элементы не сразу, а предварительным делением на подсистемы – компоненты более крупные (более сложные), чем элементы, но менее крупные (менее сложные), чем система в целом. Будучи компонентом системы, подсистема в свою очередь оказывается системой по отношению к элементам, ее составляющим. Любая система может рассматриваться как элемент системы более высокого порядка (суперсистемы или надсистемы), в то время как ее элементы при более детальном исследовании могут выступать в качестве систем более низкого порядка (подсистем).

Выделение системы из окружающей среды, деление ее на подсистемы и элементы зависят от многих обстоятельств: вида систем, целей и требуемой точности проводимого исследования, а также субъективных предпочтений исследователя, его научных или технических взглядов.

Изложенное здесь общее представление о системах является обычным для литературы по системотехнике. Система может состоять из любого числа элементов. Несмотря на то, что появление системотехники как научного направления обусловлено потребностью в изучении сложных объектов с большим числом элементов и взаимосвязей, сложность и число взаимосвязей не являются существенными признаками понятия «система». Неправильно относить к

системам исключительно сложные объекты, как это часто бывает в публикациях по конструированию. С категории «система» начинаются многие цепочки понятий в конструировании РЭС:

система→*t*-система→изделие,

система→*t*-система→радиоэлектронная система→радиоэлектронное средство→радиоэлектронное изделие,

система→*t*-система→несущая система→несущее изделие [2].

3 Качество

Технико-экономические понятия «качество продукции», «качество *t*-системы» в отличие от философского понятия «качество» охватывают только свойства продукции (*t*-системы), которые связаны с возможностью удовлетворения определенных общественных или личных потребностей в соответствии с назначением продукции или *t*-системы [3].

***D3* качество *t*-системы:** Совокупность свойств *t*-системы, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Свойство как объективную особенность *t*-системы можно описывать качественно или количественно.

4 Конструкция

Слово «конструкция» является одним из самых распространенных и, вместе с тем, самых непонятных слов, используемых в публикациях по конструированию. Обычно это слово используется без каких-либо определений и пояснений, несмотря на его непонятность. В словаре [4] для него даны два определения: 1) совокупность признаков изделия, характеризующая его состав, взаимное расположение и связь частей, форму и взаимное расположение поверхностей деталей и соединений, их состояние, размеры, материалы и информационную выразительность (например, конструкция машины – равноценно понятию устройство машины в смысле, как она устроена); 2) сооружения и части сооружений, механические соединения частей, несущие части машин и т. п. (например, сварные конструкции, металлоконструкции, железобетонные конструкции и др. устройства в смысле названия изделий, предметов).

В первом значении слово «конструкция» выражает важнейшую категорию науки о конструировании. В лекциях слово «конструкция» используется только в первом значении в соответствии со следующим определением.

D4 конструкция *t*-системы: Система заранее (т. е. до изготовления самой *t*-системы) продуманных свойств *t*-системы, характеризующая состав, назначение, взаимное расположение, форму, размеры, материалы и взаимосвязи элементов *t*-системы.

Конструкция *t*-системы есть идеальная (в смысле – не материальная) модель этой *t*-системы. В начале конструирования – это мысленная (интуитивная) модель. В процессе конструирования она уточняется и преобразуется в знаковую, при «бумажном» способе оформления КД – графическую. Как модель конструкция используется в мысленных экспериментах, проводимых при разработке *t*-системы, с целью оценки соответствия *t*-системы предъявляемым требованиям. Знаковая форма этой модели, отраженная в КД, служит средством передачи информации о характеристиках *t*-системы от ее разработчиков к ее изготовителям и эксплуатационникам. С точки зрения теории познания конструкция *t*-системы представляет собой обобщенный наглядный образ *t*-системы (представление), созданный продуктивным творческим воображением конструктора.

Конструкция состоит из конструктивных решений. Конструктивное решение – это любой элемент конструкции. Не следует под элементами конструкции понимать материальные части *t*-систем (винты, рифты, ребра жесткости и т. д.). К конструктивным решениям относятся не сами материальные части, а свойства этих частей: форма детали, состав сборочной единицы, способ соединения двух деталей, материалы деталей и т. д.

Конструкция изделия – это множество конструктивных решений, отраженных в КД и необходимых для изготовления изделия. Например, конструкция детали включает в себя следующую совокупность конструктивных решений: материал детали; форму детали; размеры элементов детали; термообработку; состояние поверхности; покрытие поверхности; допустимые отклонения и варианты конструктивных решений (предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей, материалы-заменители и т. д.).

Конструкция определяет уровень качества *t*-системы в эксплуатации как непосредственно (через уровень эксплуатационных свойств, заложенных в ней), так и косвенно через качество изготовления *t*-системы, которое зависит, в свою очередь, и от уровня технологических свойств конструкции (рисунок 1).



Рисунок 1 – Влияния конструкции t -системы на качество t -системы

Словосочетания, в которых слово «конструкция» используется во втором значении, в лекциях не применяются. К «запрещенным» здесь принадлежат многие распространенные в литературе и стандартах по конструированию профессионализмы, например: «металлические конструкции», «несущие конструкции», « типовые (базовые) несущие конструкции», и т. д.

5 Надежность

$D5$ надежность t -системы: Свойство t -системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования [5].

Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Понятие «надежность» применяется к t -системам (включая системы «человек – машина»), к информационно-управляющим системам, к программному обеспечению.

6 Технологичность

D6 технологичность конструкции t -системы; технологичность: Совокупность свойств t -системы, определяющих приспособленность ее конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий проведения работ [6].

Технологичность – понятие относительное. Конструкция одной и той же t -системы может быть технологичной в одних условиях производства и совершенно нетехнологичной в других. Конструкция, технологичная при единичном производстве t -системы, может быть нетехнологичной при серийном производстве этой t -системы. Конструкция, технологичная при изготовлении t -системы на одном заводе, может оказаться нетехнологичной при изготовлении на другом заводе из-за разницы в оборудовании на этих заводах.

Технологичность делится на производственную, эксплуатационную и ремонтную.

7 Преемственность

D7 преемственность конструкции t -системы: Совокупность свойств t -системы, выражающих ее технологичность с точки зрения единства изменяемости и повторяемости принятых конструктивных (инженерных, научно-технических) решений [7].

Преемственность характеризует связь и взаимодействие между старым и новым в процессе развития науки и техники. Конструкция каждой t -системы – итог работы конструкторов нескольких поколений. Некоторые конструктивные решения с появлением более рациональных решений, новых технологических приемов, с повышением эксплуатационных требований отмирают, другие оказываются исключительно живучими и сохраняются длительное время в таком или почти таком виде, какой им придали создатели.

При создании конструкции новой t -системы учитывают две группы свойств, характеризующих ее преемственность:

совокупность свойств, определяющих конструктивную преемственность t -системы и характеризующих единство повторяемости в ней составных частей и конструктивных решений, относящихся к t -системам данной классификационной группы, и применимости новых составных частей и конструктивных решений, новизна которых обусловлена функциональным назначением t -системы;

совокупность свойств, определяющих технологическую преемственность t -системы, т. е. единство изменяемости и повторяемости технологических методов выполнения, поддержания и восстановления составных частей t -системы, которые обладают в ней качественной определенностью.

Одним из методов обеспечения преемственности является унификация – установление оптимального числа размеров или видов продукции, процессов или услуг, необходимых для удовлетворения основных потребностей [8].

Цель унификации – это относительное сокращение разнообразия элементов по сравнению с разнообразием t -систем, в которых они применяются [9]. Объектами унификации могут быть изделия, их конструктивные решения и технические характеристики, документация и средства общения (термины, обозначения). В конструировании унификация имеет целью сокращение номенклатуры изделий, их составных частей и конструктивных решений при обязательном удовлетворении потребностей в них.

В некоторых публикациях и нормативных документах унификация изделий рассматривается как единственный способ обеспечения преемственности. Например, по стандарту [10]:

конструктивная преемственность изделия – совокупность свойств изделия, характеризующих единством повторяемости в нем составных частей, относящихся к изделиям данной классификационной группы, и применимости новых составных частей, обусловленных его функциональным назначением.

технологическая преемственность изделия – совокупность свойств изделия, характеризующих единство применимости и повторяемости технологических методов выполнения составных частей и их конструктивных элементов, относящихся к изделиям данной классификационной группы.

В значении по стандарту [10] конструктивная преемственность практически сводится к унификации изделий по стандарту [11] (приведению изделий к единообразию на основе установления рационального числа их разновидностей). Эта задача решается путем использования во вновь разрабатываемых и модернизируемых группах изделий ранее спроектированных, освоенных в производстве и апробированных или впервые разработанных одинаковых (повторяющихся в пределах группы изделий) составных частей. В понятие преемственность по этому стандарту не включена унификация конструктивных решений, а также более сложные вопросы преемственности, не связанные с унификацией. Это неоправданно сужает объем понятия. Унификация должна рассматриваться как один из основных (но не единственный) практических методов обеспечения преемственности. Преемственность между t -системами может существовать и без унификации. На рисунках 2 и 3 изображены конструкции двух вилок, предназначенных для подключения шнуров сетевого электропитания к переносным РЭС. Вилка, изображенная на рисунке 3, разрабатывалась

для замены вилки, изображенной на рисунке 2, и по своей структуре и принципу работы сохраняет с ней преемственность. Но очевидно, что унификации по стандарту [11] между этими вилками нет [12].

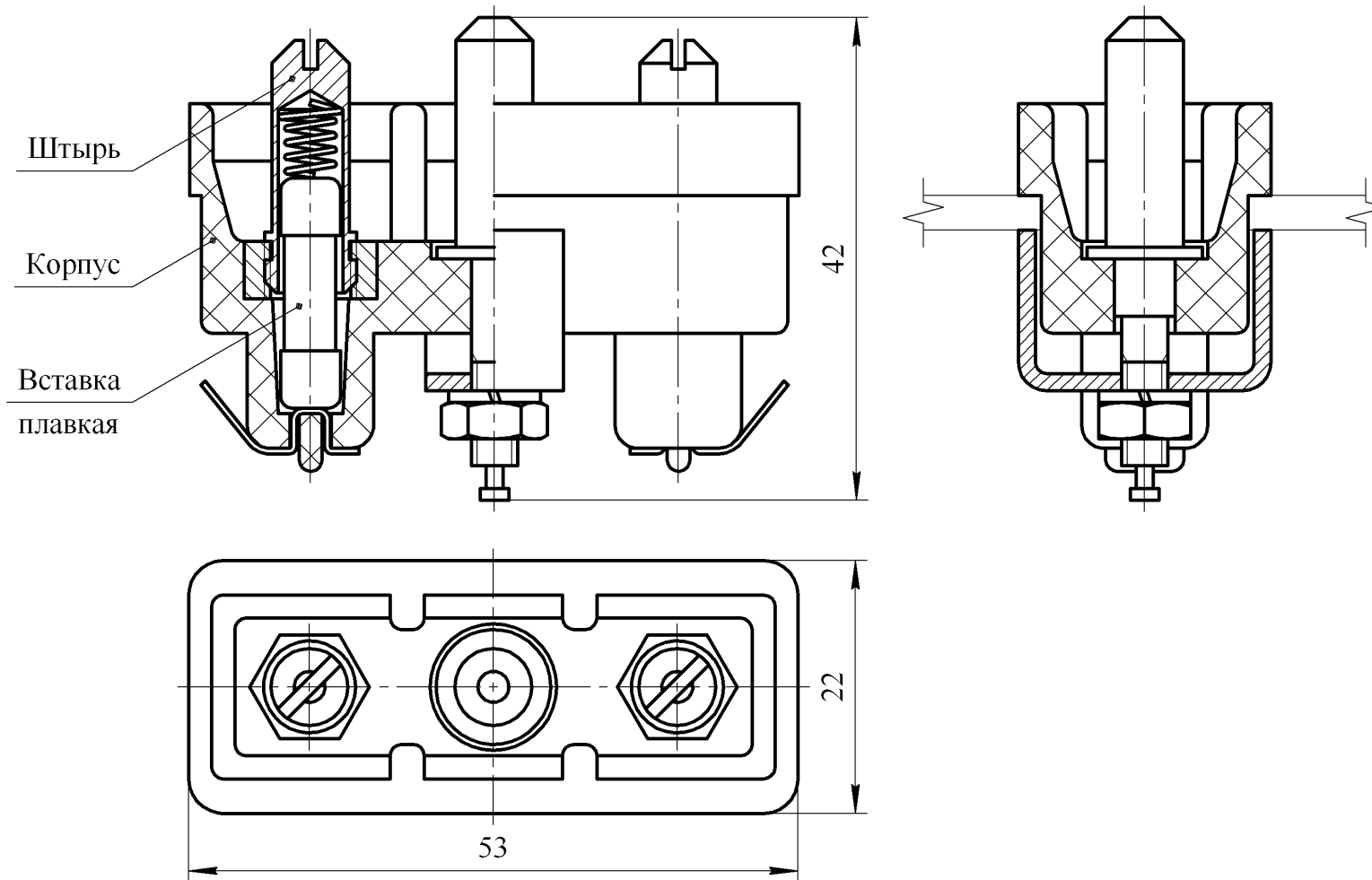


Рисунок 2 – Вилка для подключения сетевого шнура к РЭС

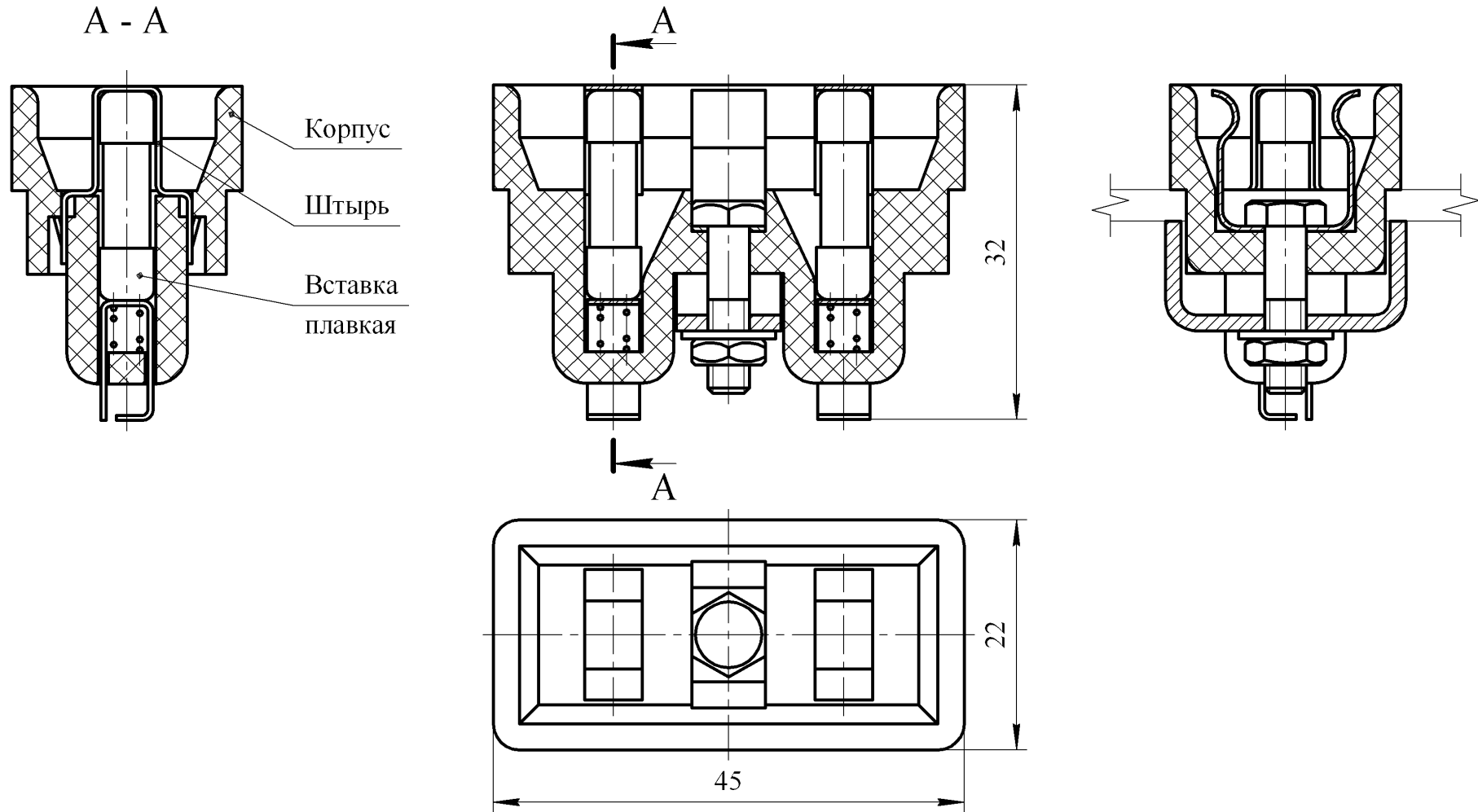


Рисунок 3 – Вилка для подключения сетевого шнура к РЭС

8 Совместимость

D8 совместимость: Пригодность продукции, процессов или услуг к совместному, но не вызывающему нежелательных взаимодействий использованию при заданных условиях для выполнения установленных требований [8, 13].

При конструировании новой *t*-системы необходимо учитывать необходимость и предусматривать возможность ее совместного использования с другими *t*-системами, т. е. должна быть обеспечена техническая совместимость – совместимость изделий, их составных частей, горюче-смазочных материалов, технологических процессов изготовления и контроля. Виды технической совместимости: техническая совместимость вида «человек – машина», техническая совместимость составных частей *t*-системы, техническая совместимость размерная, техническая совместимость функциональная [13].

9 Взаимозаменяемость

D9 взаимозаменяемость: Пригодность одного изделия, процесса или услуги для использования вместо другого изделия, процесса или услуги в целях выполнения одних и тех же требований [14].

Взаимозаменяемость представляет свойство совокупности независимо изготовленных одинаковых составных частей некоторой *t*-системы сохранять свою совместимость с другими частями этой *t*-системы при любом допустимом отклонении параметров и размеров этих составных частей (заменять во время сборки или ремонта один экземпляр составной части другим без подгонки или пригонки при выполнении технических условий и достижения заданных показателей *t*-системы).

Различают следующие виды взаимозаменяемости:

а) эксплуатационную, вызываемую требованиями надежности и рационального использования составных частей (ответственные и точные сопряжения и функциональные параметры, запасные и сменные части, присоединительные элементы агрегатов и т. п.)

б) производственную, вызываемую требованиями рационального производства (сокращения пригоночных и ручных работ, механизации и автоматизации процессов, удешевление изготовления и т. п.).

Взаимозаменяемость создает возможность ведения эффективного производственного процесса, построенного на базе независимого изготовления отдельных частей t -систем.

Эксплуатационную взаимозаменяемость необходимо обеспечивать при всех типах производства. Уровень производственной взаимозаменяемости должен быть тем выше, чем больше серийность производства и степень его автоматизации.

10 Безопасность

D10 безопасность (продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации): Состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений [8].

Одной из составных частей общей проблемы безопасности является безопасность трудовой деятельности людей. В России разработан и применяется комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда – ССБТ [15]. Помимо ССБТ требования безопасности устанавливают и другие документы. Общие понятия и термины в области безопасности труда – в стандартах [16, 17]. Безопасность труда зависит от безопасности производственного оборудования и безопасности производственного процесса.

Список использованных источников

1. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. М., 1975.
2. Бобков Н. М. Категории науки о конструировании // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2.
3. ГОСТ 15467 – 79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
4. Крайнев А. Ф. Механика. Фундаментальный словарь. М., 2001.
5. ГОСТ 27.002 – 89 Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения.

6. ГОСТ 14.205 – 83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
7. Амиров Ю. Д. Научно-техническая подготовка производства. М., 1989.
8. ГОСТ Р 1.12 – 2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения
9. Крейтер С. В., Постыка В. М., Чернов Б. И., Яременко О. В. К вопросу обоснования системы понятий в области унификации / Стандарты и качество. 1983. № 9.
10. ГОСТ 14.004 – 83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
11. ГОСТ 23945.0 – 80 Унификация изделий. Основные положения.
12. Бобков Н. М. Принцип базового проектирования в радиоаппаратостроении // Справочник. Инженерный журнал. 2003. № 2.
13. ГОСТ 30709 – 2002 Техническая совместимость. Термины и определения.
14. ГОСТ 1.1 – 2002 Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения.
15. ГОСТ Р 12.0.001 – 2013 ССБТ. Основные положения.
16. ГОСТ 12.0.002 – 80 ССБТ. Термины и определения.
17. ГОСТ Р 12.1.009 – 2009 ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения.

**Николай Михайлович Бобков – преподаватель Нижегородского радиотехнического колледжа, конструктор Нижегородского научно-производственного объединения имени М. В. Фрунзе.
E-mail: n.bobkov@mail.ru**