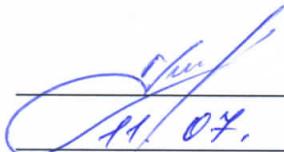


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(КНИТУ – КАИ)

СОГЛАСОВАНО:
Директор Корпоративного института


_____ А.М.Шигапов
21.07. 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по образовательной
деятельности и воспитательной работе


_____ А.А.Лопатин.
16.07. 2019 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Автоматизация проектирования печатных плат технических средств»

1. Цель реализации программы: качественное формирование и развитие профессиональных компетенций, у специалистов в области автоматизированного проектирования печатных плат технических средств, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации:

- применять методики решения и моделирования задач автоматизированного проектирования печатных плат технических средств;
- осуществлять измерение параметров электромагнитной совместимости печатных плат технических средств;
- применять методики решения, моделирования задач тепловой совместимости и вибропрочности печатных плат технических средств;
- осуществлять разработку способов и методик автоматизированного проектирования печатных плат технических средств.

2. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

2.1. Обладать следующими компетенциями:

способностью обосновывать принимаемые проектные решения по автоматизированному проектированию печатных плат технических средств, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности

2.2. Знать:

методики решения и моделирования задач автоматизированного проектирования печатных плат технических средств, оценки их корректности и эффективности, а также способы обеспечения электромагнитной совместимости

2.3. Уметь:

обосновывать проектные решения в задачах автоматизированного проектирования печатных плат технических средств, оценке их корректности и эффективности

2.4. Владеть:

методиками решения и моделирования задач автоматизированного проектирования печатных плат технических средств, оценке их корректности и эффективности, а также технологиями обеспечения электромагнитной совместимости

3. Содержание программы

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации

«Автоматизация проектирования печатных плат технических средств»

Категория слушателей: инженерно-технические работники предприятий

Срок обучения: 1 неделя

Форма обучения: с отрывом от работы.

Режим занятий: 10 часов/день.

Объем программы: 60 часов.

| № | Наименование разделов и тем | Всего часов | Формы контроля | | |
|---|--|-------------|----------------|---------------------|----------------|
| | | | лекции | лабораторные работы | Формы контроля |
| 1 | Методология и системы для автоматизированного проектирования печатных плат технических средств | 4 | 4 | | |
| 2 | Электромагнитная совместимость печатных плат технических средств | 24 | 12 | 12 | Круглый стол |
| 3 | Тепловая совместимость печатных плат технических средств | 8 | 4 | 4 | |
| 4 | Вибропрочность печатных плат технических средств | 4 | 2 | 2 | |
| 5 | Методики для автоматизированного проектирования печатных плат технических средств | 20 | 4 | 16 | Круглый стол |
| | Итоговая аттестация | | | | Круглый стол |
| | Итого | 60 | 26 | 34 | |

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

курса повышения квалификации

«Автоматизация проектирования печатных плат технических средств»

Раздел 1. Методология и системы для автоматизированного проектирования печатных плат технических средств (4 часа)

Тема 1.1 Методология автоматизированного проектирования печатных плат технических средств.

- Современные тенденции в области проектирования и производства печатных плат технических средств.
- Актуальные проблемы проектирования печатных плат технических средств.
- Задачи синтеза, анализа и оптимизации в задачах проектирования печатных плат технических средств.
- основополагающие методологические принципы применения CALS-технологий при разработке технических средств.

- Методология проектирования печатных плат технических средств, с применением систем автоматизированного проектирования.

Тема 1.2 Системы для автоматизированного проектирования печатных плат технических средств

- Обзор современных систем автоматизированного проектирования печатных плат технических средств.
- Функциональные возможности систем автоматизированного проектирования печатных плат технических средств по обеспечению электромагнитной совместимости и целостности сигналов.
- Достоинства и недостатки современных систем автоматизированного проектирования печатных плат технических средств.

Раздел 2. Электромагнитная совместимость печатных плат технических средств (24 часа)

Тема 2.1 Задачи анализа электромагнитной совместимости печатных плат технических средств.

- Цель, предмет и задачи.
- Электромагнитная совместимость технических средств.
- Электромагнитные влияния: обратимые и необратимые.
- Модели электромагнитного влияния: межсистемное, внутрисистемное.
- Особенности межсоединений технических средств.
- Параметры кристаллов СБИС.

Тема 2.2 Типы электромагнитных помех в печатных платах технических средств и помехоустойчивость элементов.

- Типы электромагнитных помех.
- Абсолютный и относительный уровни помех.
- Статическая помехоустойчивость цифровых элементов.
- Динамическая помехоустойчивость цифровых элементов.

Тема 2.3 Методы анализа электромагнитных процессов в межсоединениях печатных плат технических средств.

- Анализ электрических параметров межсоединений: сопротивлений, емкостей, индуктивностей.
- Методы анализа емкостей межсоединений технических средств и их недостатки.
- Методы непосредственного определения емкостей.

- Метод средних потенциалов.
- Метод площадок.
- Методы анализа емкостей межсоединений на основе расчета электростатического поля.
- Погрешности определения емкостей межсоединений различными методами.
- Анализ индуктивных параметров межсоединений.
- Метод участков.
- Примеры конструкций плат с повышенной помехоустойчивостью.
- Система опорного потенциала конструктива.
- Скин-эффект и эффект близости.

Тема 2.4 Электромагнитная совместимость печатных плат технических средств при электростатическом разряде.

Тема 2.4.1 Задачи электромагнитной совместимости технических средств при электростатическом разряде.

- Электростатический разряд (ЭСР). Категории и виды электромагнитных помех.
- Параметры тока ЭСР. Типы ЭСР: воздушный, контактный. Эквивалентные схемы источников ЭСР.
- Модели и параметры эквивалентных схем. Формы токов ЭСР: апериодический, колебательный. Изменение тока при разряде тела человека или проводящего предмета. Типовая форма импульса тока ЭСР.
- Механизмы воздействия ЭСР на цифровые элементы ЭС.
- Непосредственный механизм воздействия ЭСР на цифровые элементы ЭС.
- Прямое воздействие ЭСР на корпус ЭС.
- Косвенное воздействие ЭСР на ЭС.

Тема 2.4.2 Методы и средства для анализа воздействия электростатического разряда.

- Аналитические методы анализа воздействия ЭСР на ЭС.
- Численные методы анализа воздействия ЭСР на ЭС на основе теории цепей.
- Численные методы анализа воздействия ЭСР на ЭС на основе теории поля.

Тема 2.4.3 Средства для моделирования воздействия электростатического разряда.

- Системы для моделирования воздействия ЭСР в области теории цепей.
- Системы для моделирования воздействия ЭСР в области теории поля.

Тема 2.4. 4 Модели для анализа воздействия электростатического разряда.

- Модели источников ЭСР. Примеры моделирования тока ЭСР.
- Модели воздействия ЭСР на основе теории цепей.
- Пример анализа воздействия ЭСР на межсоединения печатной платы на основе теории

цепей (пример №1).

- Пример анализа помех в печатной плате на основе теории цепей при воздействии ЭСР на вертикальную пластину связи (пример №2).
- Модели для анализа воздействия ЭСР на основе теории поля.
- Пример анализа воздействия ЭСР на межсоединения печатной платы на основе теории поля (пример №3).
- Пример анализа воздействия ЭСР на корпус ЭС с прорезью (пример №4).
- Пример анализа воздействия ЭСР на цифровые элементы МПП ЭС (пример №5).

Тема 2.4.5 Методика для анализа воздействия электростатического разряда на функционирование цифровых элементов печатных плат.

- Методика расчёта параметров ЭСР, повреждающего полупроводниковую структуру цифрового элемента (пример №6).
- Пример оценки воздействия ЭСР на корпус цифрового элемента и переход эмиттер-база (пример №7).
- Методика анализа функционирования цифровых элементов при прямом и косвенном воздействии ЭСР на корпус ЭС.
- Пример по применению методики анализа функционирования цифровых элементов при прямом и косвенном воздействии ЭСР на корпус ЭС (пример №8).

Тема 2.4.6 Меры по защите от воздействия электростатического разряда.

- Активные меры по защите от электростатического разряда.
- Пассивные меры по защите от электростатического разряда.
- Метод встроенной защиты. Схемы защиты.
- Рекомендации по применению методов защиты влияния ЭСР.

Тема 2.5 Электромагнитные излучения от печатных плат технических средств.

Тема 2.5.1 Электромагнитное излучение.

- Электромагнитное излучение (ЭМИ) в электронных средствах, его классификация.
- Аспекты ЭМИ: аспект ЭМС; био ЭМС; защиты информации.
- Стандартизация в области электромагнитного излучения. Нормирование ЭМИ.

Тема 2.5.2 Методы анализа электромагнитного излучения от электронных средств и их компонентов.

- Аналитические методы анализа ЭМИ.
- Численные методы анализа ЭМИ. Поглощающие граничные условия.
- Методы для решения задач прогнозирования ЭМИ.
- Сравнение численных методов анализа ЭМИ.
- Системы электромагнитного моделирования задач ЭМИ.

- Структура решения задачи прогнозирования ЭМИ.
- Результаты прогнозирования ЭМИ методом конечных элементов.
- Подход, основанный на представлении объекта исследования набором эквивалентных излучателей. Методы поиска и генетический алгоритм.
- Основные этапы подхода к прогнозированию ЭМИ и математическая формулировка задачи.
- Примеры прогнозирования ЭМИ от печатной платы ЭС на основе генетического алгоритма.
- Выводы по применению подхода к прогнозированию ЭМИ ЭС на основе генетического алгоритма.
- Методика прогнозирования ЭМИ от межсоединений печатных плат технических средств.
- Результаты применения методики прогнозирования ЭМИ от межсоединений печатных плат технических средств.

Тема 2.6 Электромагнитная совместимость печатных плат технических средств при внешних электромагнитных воздействиях.

Тема 2.6.1 Опасный фактор внешних электромагнитных воздействий на технические системы.

- Классификация источников внешних электромагнитных воздействий.
- Поля высокой интенсивности.
- Радиолокационные станции и мощные радиопередающие средства.
- Мощные импульсные источники электромагнитного поля.
- Механизмы внешних электромагнитных воздействий на технические системы.

Тема 2.6.2 Методология исследования электромагнитной совместимости технических систем при внешних электромагнитных воздействиях.

- Основные этапы методологии исследования электромагнитной совместимости технических средств при внешних электромагнитных воздействиях.
- Методы и средства прогнозирования электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях.
- Методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях.
- Примеры исследования электромагнитной совместимости технических средств при внешних электромагнитных воздействиях.

Раздел 3. Тепловая совместимость печатных плат технических средств (8 часов)

Тема 3.1 Теплообмен в технических средствах

- Влияние теплового режима на надежность технического средства.
- Основные законы теплопередачи. Тепловое сопротивление и проводимость.
- Тепловая модель канала, образованного электронными модулями технического средства.
- Гидравлические сопротивления при естественной и принудительной вентиляции.

Тема 3.2 Тепловое моделирование технических средств.

- Классификация и эффективность систем охлаждения.
- Расчет теплового режима технического средства с распределенным тепловыми источниками.
- Расчет теплового режима технического средства с распределенными в плоскости тепловыми источниками.
- Коэффициентный метод расчета температурных полей технических средств.

Раздел 4. Вибропрочность печатных плат технических средств (4 часа)

Тема 4.1 Вибропрочность электронных модулей технических средств.

- Виды механических воздействий. Показатели вибропрочности.
- Моделирование механических воздействий на конструкцию с одной степенью свободы.
- Расчет частоты собственных колебаний электронного модуля.
- Обеспечение вибропрочности электронного модуля.

Раздел 5. Методики для автоматизированного проектирования печатных плат технических средств (20 часов)

Тема 5.1 Маршрут (методика) автоматизированного проектирования печатных плат технических средств.

Тема 5.2 Компоновка элементов схем технических средств по печатным платам.

- Автоматизированная процедура компоновки элементов схем технических средств по печатным платам.
- Методика автоматизированной процедуры компоновки элементов схем по печатным платам.
- Критерии и ограничения компоновки элементов схем технических средств по модулям.
- Рекомендации по автоматизированной компоновке для обеспечения целостности сигналов в межсоединениях, электромагнитной совместимости и нормального теплового режима печатных плат технических средств.
- Методы и алгоритмы автоматизированной компоновки элементов схем по печатным платам технических средств.

Тема 5.3 Размещение элементов на печатных платах технических средств.

- Автоматизированная процедура размещения элементов на печатных платах технических средств.

- Методика автоматизированной процедуры размещения элементов на печатных платах технических средств.
- Критерии и ограничения размещения элементов на печатных платах технических средств.
- Рекомендации по автоматизированному размещению элементов для обеспечения целостности сигналов в межсоединениях, электромагнитной совместимости и нормального теплового режима печатных плат технических средств.
- Методы и алгоритмы автоматизированного размещения элементов на печатных платах технических средств.

Тема 5.4 Трассировка межсоединений печатных плат технических средств.

- Автоматизированная процедура трассировки межсоединений печатных плат технических средств.
- Методика автоматизированной процедуры трассировки межсоединений печатных плат технических средств.
- Критерии и ограничения трассировки межсоединений печатных плат технических средств.
- Рекомендации по автоматизированной трассировке для обеспечения целостности сигналов в межсоединениях и электромагнитной совместимости печатных плат технических средств.
- Методы и алгоритмы автоматизированной трассировки межсоединений печатных плат технических средств.

Перечень лабораторных занятий

| Раздел | Номер темы | Наименование лабораторного занятия | Кол-во часов |
|--------|------------|---|--------------|
| 2 | 2.2 | Измерение параметров электромагнитной совместимости печатных плат технических средств в условиях безэховой камеры | 2 |
| 2 | 2.4-2.6 | Исследование помехоустойчивости элементов печатных плат технических средств при внешнем электромагнитном воздействии | 2 |
| 2 | 2.6 | Испытания печатных плат и технических средств на электромагнитную совместимость | 4 |
| 2 | 2.2-2.6 | Виртуальные испытания печатных плат технических средств на электромагнитную совместимость | 4 |
| 3 | 3.1-3.2 | Моделирование тепловой совместимости печатных плат технических средств | 4 |
| 4 | 4.1 | Расчет вибропрочности печатных плат технических средств | 2 |
| 5 | 5.1 | Создание библиотек элементов и проектирование электрических принципиальных схем в системах автоматизированного проектирования печатных плат | 4 |

| | | | |
|---|-----|---|---|
| 5 | 5.2 | Размещение элементов и трассировка межсоединений печатных плат технических средств в системах автоматизированного проектирования печатных плат | 4 |
| 5 | 5.3 | Разработка быстродействующих печатных плат технических средств в системах автоматизированного проектирования печатных плат | 4 |
| 5 | 5.4 | Анализ целостности сигналов в межсоединениях, электромагнитной совместимости и теплового режима печатных плат технических средств в системах автоматизированного проектирования | 4 |

Перечень круглых столов

| Раздел | Номер темы | Наименование круглого стола | Кол-во часов |
|--------|------------|---|--------------|
| 1 | 1.1-1.2 | Круглый стол: Обсуждение потенциальных задач и проектов предприятий по теме «Автоматизация проектирования печатных плат технических средств»» | |
| 5 | 5.1-5.4 | Круглый стол: Обсуждение задач автоматизированного проектирования печатных плат технических средств в перспективных САПР | |
| 1-5 | 1.1-5.4 | Круглый стол: Защита слушателями «Проектного решения по автоматизированному проектированию печатных плат технических средств» | |

4. Материально-технические условия реализации программы

| Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес) | Вид занятий | Наименование оборудования/программного обеспечения |
|--|-----------------------|--|
| Аудитория 217/7 уч. зд. ул. Б.Красная, 55 | Лекции, круглые столы | Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска |
| Аудитория 235/7 уч. зд. ул. Б. Красная, 55 | Лекции, круглые столы | Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска |
| Лаборатория «Электромагнитной совместимости электронных систем», 001А/7 уч. зд. ул. Б. Красная, 55 | Лабораторные занятия | Безэховая камера, измерительное и испытательное оборудование |
| Лаборатория «Информационные технологии электронных средств», 516/7 уч. зд. ул. Б. Красная, 55 | Лабораторные занятия | Компьютеры, программное обеспечение, мультимедийный проектор, экран, доска |
| Лаборатория «Системы автоматизированного проектирования», 516 А/7 уч. зд. ул. Б. Красная, 55 | Лабораторные занятия | Компьютеры, программное обеспечение, мультимедийный проектор, экран, доска |

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

5.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Суходольский В. Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2014. 560 с.
2. Мылов Г.В., Таганов А.И. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат. М.: Горячая линия-Телеком, 2014. 168 с.
3. Кокотов В. З. Автоматизированное конструирование средств информационной и вычислительной техники. М. : Изд-во МАИ, 2003. 257 с.
4. Деньдобренько Б.Н., Малика А.С. Автоматизация конструирования РЭА. М.: Высшая школа, 1980. 384 с.
5. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для ВУЗов / под ред. О.В. Алексеева. М.: Высшая школа, 2000. 479 с.
6. Проектирование монтажных плат на ЭВМ / под ред. К.К. Морозова. – М. : Сов. радио, 1979. 223 с.
7. Морозов К.К., Одинокое В.М., Курейчик В.М. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь. 1983. 280 с.
8. Сорокопуд В. А. Автоматизированное конструирование микроэлектронных блоков с помощью малых ЭВМ. М. : Радио и связь, 1988 128 с.
9. Курейчик В. М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР. М.: Радио и связь, 1990. 352 с.
10. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий / под ред. Ю. Н. Кофанова, Н. В. Малютина, А. С. Шалумова. М.: Энергоатомиздат, 2007. 538 с.
11. Электронное конструирование ЭВМ. Основы компоновки и расчета параметров конструкций: учебное пособие / под ред. Б.Н. Файзулаева. М.: Изд-во Моск. гос. института радиотехники, электроники и автоматики (технический университет), 2000. 52 с.
12. Петренко А. И., Тетельбаум А. Я. Формальное конструирование электронно-вычислительной аппаратуры. М. : Советское радио, 1979. – 256 с.
13. Петренко А.И., Тетельбаум А.Я., Иткин В.М. Повышение эффективности использования САПР РЭА: Киев: УМКВО. 1991. 110 с.

14. Овчинников В.А., Васильев А.Н., Лебедев В.В. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат: учеб. пособие. Тверь: ТГТУ, 2009. 234 с.
15. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В. Основы проектирования электронных средств: учебное пособие. Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. Ч. 1. 80 с.
16. Муромцев Д.Ю., Белоусов О.А. Компьютерные технологии для расчёта тепловых режимов и механических воздействий : учеб. пособие. Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2012. 88 с.
17. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Л. Муромцев, Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин и др. М. Издательский центр «Академия», 2010. 384 с.
18. Кофанов, Ю. Н., Сарафанов А. В., Трегубов С. И. Автоматизация проектирования РЭС. Топологическое проектирование печатных плат [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие. Красноярск : ИПК СФУ, 2008. URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/49/u_course_designing_automation.pdf (дата обращения: 25.06.2019).
19. Компьютерные технологии в приборостроении [Электронный ресурс] : лаб. практикум / А. В. Сарафанов, Н. М. Егоров, С. И. Трегубов и др. Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/49/u_lab.pdf (дата обращения: 25.06.2019).
20. Сарафанов, А. В., Трегубов С.И. Основы проектирования электронных средств: Техническое задание. Формирование и анализ [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие. Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/49/u_course_designing_el_means.pdf (дата обращения: 25.06.2019).
21. Воронова В.В. Информационные технологии проектирования электронных вычислительных средств: учеб. пособие. Казань: Изд-во Казан. Гос. техн. ун-та, 2007. 207 с.
22. Воронова В.В., Суздальцев И.В. Генетический алгоритм при автоматизации проектирования электронных средств [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2016. URL: <http://www.e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2946/916.pdf/index.html> (дата обращения: 15.01.2019).
23. Воронова В.В. Основы автоматизации проектирования электронных средств: учеб.-метод. пособие. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2016. 36 с.
24. Воронова В.В., Суздальцев И.В. Автоматизация проектирования электронных средств : учеб. пособие. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. 88 с.
25. Суздальцев И.В., Чермошенцев С.Ф. Разработка системы автоматизированного проектирования печатных плат электронных средств, с использованием бионических

алгоритмов // Системы проектирования технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2015): тр. Междунар. конф. (26-28 октября 2015 г., г. Москва) - М.: Изд-во ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, 2015. С. 167-171.

26. Суздальцев И.В., Чермошенцев С.Ф. Бионические алгоритмы многокритериального синтеза печатных плат электронных средств // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2016): тр. Междунар. конф. – М.: ООО «Аналитик», 2016. С. 252-256.

27. ГОСТ Р 53386-2009. Платы печатные. Термины и определения. Введ. 2011–01–01. М.: Стандартинформ, 2009. 20 с.

28. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции. Введ. 2010–07–01. М.: Стандартинформ, 2012. 11 с.

29. ГОСТ Р 51040-97. Платы печатные. Шаги координатной сетки. Введ. 1998–01–01. М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1997. 7 с.

30. ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры. Введ. 1980–01–01. М.: Гос. ком. СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1985. 3 с.

31. ГОСТ Р 55693-2013. Платы печатные жесткие. Технические требования. Введ. 2014–06–01. М.: Стандартинформ, 2014. 60 с.

32. ГОСТ Р 50626-93. Платы печатные. Основные положения построения технических условий. Введ. 1994–07–01. М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1997. 11 с.

33. ГОСТ 23752.1-92. Платы печатные. Методы испытаний. Введ. 1993–01–01. М.: Ком. стандартизации и метрологии СССР: Изд-во стандартов, 1992. 58 с.

34. ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия. – Введ. 1980–07–01. М.: Гос. ком. СССР по управлению качеством продукции и стандартам: Изд-во стандартов, 1991. 35 с.

35. ГОСТ 29137-91. Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования. Введ. 1993–01–01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 31 с.

36. ГОСТ Р 50621-93. Платы печатные одно- и двусторонние с неметаллизированными отверстиями. Общие технические требования. Введ. 1994–07–01. М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1994. 16 с.

37. ГОСТ Р 50622-93. Платы печатные двусторонние с металлизированными отверстиями. Общие технические требования. Введ. 1994-07-01. М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1994. 22 с.
38. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. Введ. 2014-06-01. М.: Стандартинформ, 2014. 15 с.
39. ГОСТ 2.123-93. Единая система конструкторской документации. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании. Введ. 1995-01-01. М.: Стандартинформ, 2007. 7 с.
40. ГОСТ 2.113-75. Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы. Введ. 1995-01-01. М.: Стандартинформ, 2007. 50 с.
41. ГОСТ 2.201-80. Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов. Введ. 1994-01-01. М.: Гос. ком. СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1988. 15 с.
42. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. Введ. 1974-07-01. М.: Стандартинформ, 2007. 29 с.
43. ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. Введ. 1997-07-01. М.: Стандартинформ, 2007. 32 с.
44. ГОСТ 2.413-72. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа. Введ. 1973-07-01. М.: Стандартинформ, 2011. 11 с.
45. ГОСТ 2.417-91. Единая система конструкторской документации. Платы печатные. Правила выполнения чертежей. Введ. 1992-07-01. М.: Стандартинформ, 2011. 49 с.
46. ГОСТ 2.701-2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. Введ. 2009-07-01. М.: Стандартинформ, 2009. 16 с.
47. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем. Введ. 2012-01-01. М.: Стандартинформ, 2011. 26 с.
48. ГОСТ 2.708-81. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. Введ. 1982-01-01. М.: Стандартинформ, 2005. 15 с.
49. ГОСТ 2.721-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. Введ. 1975-07-01. М.: Стандартинформ, 2008. 34 с.

50. ГОСТ 2.710-81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. Введ. 1981–07–01. М.: Стандартинформ, 2008. 10 с.
51. ГОСТ 2.728-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы. Введ. 1975–07–01. М.: Стандартинформ, 2010. 13 с.
52. ГОСТ 2.730-73. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые. Введ. 1974–07–01. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.
53. ГОСТ 2.743-91. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники. Введ. 1993–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1995. 65 с.
54. ГОСТ 2.759-82. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники. Введ. 1983–07–01. М.: Гос. ком. СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1982. 7 с.
55. ГОСТ 2.747-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений. Введ. 1971–01–01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 6 с.
56. ГОСТ 2.755-87. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. Введ. 1988–01–01. М.: Гос. ком. СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1987. 11 с.
57. ГОСТ 2.709-89. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах. Введ. 1990–01–01. М.: Гос. ком. СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1989. 11 с.
58. ГОСТ ИЕС 61188-1-1-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 1-1. Общие требования. Приемлемая плоскостность для электронных сборок. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 11 с.
59. ГОСТ ИЕС 61188-1-2-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 1-2. Общие требования. Контролируемое волновое сопротивление. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 39 с.
60. ГОСТ Р МЭК 61188-5-1-2012. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-1. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Общие требования. Введ. 2013–07–01. М.: Стандартинформ, 2015. 61 с.

61. ГОСТ ИЕС 61188-5-2-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-2. Общие требования. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Дискретные компоненты. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 42 с.
62. ГОСТ ИЕС 61188-5-3-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-3. Общие требования. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Компоненты с выводами в виде "крыла чайки" с двух сторон. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 27 с.
63. ГОСТ ИЕС 61188-5-4-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-4. Общие требования. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Компоненты с J-образными выводами с двух сторон. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
64. ГОСТ ИЕС 61188-5-5-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-5. Общие требования. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Компоненты с выводами в виде "крыла чайки" с четырех сторон. Введ. 2014–03–01. М.: Стандартинформ, 2015. 45 с.
65. ГОСТ ИЕС 61188-5-8-2013. Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-8. Общие требования. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Компоненты с матрицей контактов (BGA, FBGA, CGA, LGA). Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 28 с.
66. ГОСТ ИЕС 62326-4-1-2013. Платы печатные. Часть 4-1. Жесткие многослойные печатные платы с межслойными соединениями. Технические условия. Требования соответствия. Классы качества А, В, С. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 60 с.
67. ГОСТ ИЕС 62326-4-2013. Платы печатные. Часть 4. Жесткие многослойные печатные платы с межслойными соединениями. Технические условия. Введ. 2015–03–01. М.: Стандартинформ, 2014. 39 с.
68. ГОСТ Р МЭК 61249-2-4-2012. Материалы для печатных плат и других структур межсоединений. Часть 2-4. Материалы основания армированные, фольгированные и нефольгированные. Листы армированные слоистые на основе тканого или нетканого стекловолокна, пропитанного полиэфирным связующим, нормированной горючести (вертикальный тест горения), фольгированные медью. Введ. 2013–07–01. М.: Стандартинформ, 2014. 23 с.
69. ГОСТ Р МЭК 61249-2-5-2012. Материалы для печатных плат и других структур межсоединений. Часть 2-5. Материалы основания армированные фольгирован-

ные и нефольгированные. Листы армированные слоистые на основе целлюлозной бумаги, пропитанной бромированной эпоксидной смолой, армированные по поверхности стеклотканью Е-типа, нормированной горючести (вертикальный тест горения), фольгированные медью. Введ. 2013–07–01. М.: Стандартиформ, 2014. 19 с.

70. Технологии в электронной промышленности: темат. прил. к журн. "Компоненты и технологии" / учредитель ЗАО "Медиа Группа Файнстрит". СПб : Медиа КиТ, 2005– .

71. Chip news. Инженерная микроэлектроника : науч.-техн. журн. / учредитель ООО "НПК ТИМ-89". М.: ТИМ, 1996– .

72. САПР и графика: журнал / учредитель ООО "КомпьютерПресс". М. : КомпьютерПресс, 1997– .

73. Современная электроника: производств.-практ. журн. / учредитель и издатель ООО "Ста-Пресс". М. : СТА-Пресс, 2004– .

74. Электроника: наука, технология, бизнес : науч.-техн. журн. / издатель и учредитель РИЦ "Техносфера". М. : Техносфера, 2008– .

75. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: учеб. пособие. Томск : Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2004. 298 с.

76. Костиков В. Г., Костиков Р.В., Шахнов В.А. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. 125 с.

77. Петровский В.И., Петровский В.В. Информационная безопасность и электромагнитная совместимость технических средств. Казань: Изд-во КГТУ им. А. Н. Туполева, 2005. 388 с.

78. Уильямс Т. ЭМС для разработчиков продукции / пер. с англ. Кармашев В.С. М.: Технологии, 2003. 540 с.

79. Кечиев Л. Н., Пожидаев Е. Д. Защита электронных средств от воздействия статического электричества: учеб. пособие. М.: Технологии, 2005. 328 с.

80. Кечиев Л. Н., Степанов П. В. ЭМС и информационная безопасность в системах телекоммуникаций. М.: Технологии, 2005. 320 с.

81. Кириллов В. Ю. Электромагнитная совместимость летательных аппаратов. М.: Изд-во МАИ, 2012. 162 с.

82. Электромагнитная совместимость технических средств подвижных объектов / Н. В. Балюк, В. Г. Болдырев, В. П. Булеков, и др.; под ред. В. П. Булекова. М.: Изд-во МАИ, 2004. 648 с.

83. Кечиев Л.Н., Николаев П.А. Электромагнитная совместимость автотранспортных средств. М.: Грифон, 2015. 448 с.
84. Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф. Методология обеспечения внутрисистемной электромагнитной совместимости бортового оборудования беспилотных летательных аппаратов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2016. № 4. С. 3-8.
85. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи / сост. Д. Р. Ж. Уайт. М. : Сов. радио, 1977. 378 с.
86. Ott H.W. Electromagnetic Compatibility Engineering. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009. 872 p.
87. Paul C.R. Introduction to Electromagnetic Compatibility. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. 1016 p.
88. Paul C. R. Analysis of Multiconductor Transmission Lines. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 780 p.
89. Christopoulos C. Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility. Boca Raton: CRC Press, 2007. 536 p.
90. Кечиев Л. Н. Зарубежные военные стандарты в области ЭМС. М. : Грифон. 2014. 447 с.
91. Кечиев Л. Н., Акбашев Б. Б., Степанов П. В. Экранирование технических средств и экранирующие системы : учеб. пособие. М. : Группа ИДТ, 2010. 469 с.
92. Rakov V. A., Uman M. A. Lightning: Physics and Effects. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2003. 342 p.
93. Fisher F. A, Plumer J. A., Perala R. A. Lightning Protection of Aircraft. Massachusetts: Lightning Technologies Inc., 1990. 564 p.
94. Джоввет Ч.Э. Статическое электричество в электронике / пер. с англ. В.А. Воротинского, В.А. Каверзнева. М.: Энергия, 1980. 135 с.
95. Voxleither W. Electrostatic discharge and electronic equipment: a practical guide for designing to prevent ESD problems. New York: IEEE press, 1988. 118 p.
96. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы её обеспечения в технике / пер. с нем. И. П. Кужекина; под ред. Б. К. Максимова. М.: Энергоатомиздат, 1995. 295 с.
97. Шваб А. Й. Электромагнитная совместимость / под ред. И. П. Кужекина. М. : Энергоатомиздат, 1998. 467 с.
98. Kaiser K.L. Electrostatic Discharge. Boca Raton : CRC Press, 2005. 344 p.

99. Кравченко В. И., Болотов Е. А., Летунова Н. И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи; под ред. В. И. Кравченко. М. : Радио и связь, 1987. 256 с.
100. Балюк Н. В., Кечиев Л. Н., Степанов П. В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. М. : Группа ИДТ, 2008. – 478 с.
101. Мырова, Л. О., Чепиженко А. З. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям. М. : Радио и связь, 1988. 295 с.
102. Физика ядерного взрыва. В 2 т. Т. 1. Развитие взрыва / редкол.: В. М. Лоборев, Б. В. Замышляев, Е. П. Маслин, Б. А. Шилобреев. М. : Наука : Физматлит, 1997. 528 с.
103. Электромагнитный терроризм на рубеже тысячелетий / под ред. Т.Р. Газизова. Томск : Том. гос. ун-т, 2002. 204 с.
104. Mansson D. Intentional Electromagnetic Interference (IEMI). Susceptibility investigations and classification of civilian systems and equipment : Digital Comprehensive Summ. of Uppsala Diss. from the Fac. of Science and Technology 549. Uppsala: Acta Univ. Upsaliensis, 2008. 127 p.
105. Moir I., Seabridge A. Aircraft Systems : mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Chichester : John Wiley & Sons, 2008. 546 p.
106. Уильямс Т., Армстронг Т. ЭМС для систем и установок. М. : Технологии, 2004. – 507 с.
107. Калантаров П. Л., Цейтлин Л. А. Расчёт индуктивностей: Справочная книга. Л. : Энергоатомиздат, 1986. 488 с.
108. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для ВУЗов. М.: Изд-во Мос. гос. техн. ун-та им. Н. Э. Баумана, 2002. 334 с.
109. КТ–160D. Квалификационные требования. Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования (внешние воздействующие факторы). Требования, нормы и методы испытаний. М. : АРМАК, 2004. 324 с.
110. ГОСТ Р 50397-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения. Введ. 1993–07–01. М.: Стандартиформ, 1992. 64 с.
111. ГОСТ Р 51317.1.5-2009 (МЭК 61000-1-5:2004). Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействия электромагнитные большой мощности на системы гражданского назначения. Основные положения. Введ. 2010–01–01. М.: Стандартиформ, 2009. 40 с.
112. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 256 с.

113. Сахаров К.Ю. Излучатели сверхкоротких электромагнитных импульсов и методы измерения их параметров. М.: Изд-во МИЭМ, 2006. 160 с.
114. Чермошенцев С.Ф. Информационные технологии электромагнитной совместимости электронных средств: учеб. пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2000. 152 с.
115. Джонсон Г., Грэхем М. Высокоскоростная передача цифровых данных: высш. курс чер. магии / пер. с англ. и ред. С. А. Добродеева. М. : Вильямс, 2005. 1016 с.
116. Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчилай И.Р. Структурированные кабельные системы. М.: ДМК Пресс, 2002. 640 с.
117. Барнс Дж. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами / пер. с англ. В. А. Исаакяна; под ред. Б. Н. Файзулаева. М. : Мир, 1990. 237 с.
118. Кечиев Л. Н. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры. М. : Группа ИДТ, 2007. 616 с.
119. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы. М.: Техносфера, 2005. 304 с.
120. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. М.: Инфра-М, 2005. 560 с.
121. Риккетс Л., Бриджес Дж., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты / пер. с англ. В.Л. Литвинова, Ю.И. Чуракова ; под ред. Н.А. Ухина. М. : Атомиздат, 1979. 327 с.
122. ГОСТ Р 51318.24-99 (СИСПР24-97). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость оборудования информационных технологий к электромагнитным помехам. Требования и методы испытания. Введ. 2001–07–01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. 20 с.
123. ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний. Введ. 2007–07–01. М.: Стандартинформ, 2007. 51 с.
124. Конструирование радиоэлектронных средств/ В.Ф. Борисов, О.П. Лавренов, А.С. Назаров, А.Н. Чекмарев; под ред. А.С. Назарова. М. : Изд-во МАИ, 1999. 380 с.
125. Конструкторско – технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для ВУЗов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; под общ. ред. В.А. Шахнова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 528 с.
126. Дроздилов В.А. Конструкционные способы защиты электронных узлов на печатных платах от механических воздействий: учеб. пособие для практ. занятий, само-

стоят. работы, курсового и диплом. проектирования. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2000. 43 с.

127. Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры. Л. : Энергия, 1971. 248 с.

128. Подшивалин А.В., Дроздилов В.А. Теплофизическое конструирование блоков и стоек ЭВА с воздушным охлаждением: учеб. пособие для курсового и диплом. проектирования. К.: Изд-во КАИ, 1985. 87 с.

129. Токарев М.Ф., Талицкий Е.Н., Фролов В.А. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для ВУЗов / под ред. В.А. Фролова. М.: Радио и связь, 1984. 224 с.

130. Тихоненков В.А., Мишин В.А. Конструирование и надежность измерительно – вычислительных комплексов летательных аппаратов: учеб. пособие. Ульяновск: Ул-ГТУ, 2013. 269 с.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. PCBdesigner.ru – Сайт разработчика печатных плат [Электронный ресурс] : статьи по проектированию, способам изготовления печатных плат, материалам и оборудованию, документация, оказание услуг / Ю. Кирьянов. Н. Новгород, 2012-2019. URL: <https://pcbdesigner.ru> (дата обращения: 28.06.2019).

2. EDA Expert [Электронный ресурс]: информац. портал для разработчиков электроники. М., 2002-2019. URL: <http://www.edaexpert.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

3. CHIPINFO [Электронный ресурс] : сайт для радиолюбителей. М., 1997-2019. URL: <http://www.chipinfo.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

4. РадиоЛоцман [Электронный ресурс] : информац. портал и одноимен. журн. по электронике / С. А. Муратчаев. М., 2000-2019. URL: <https://www.rlocman.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

5. Резонит – производство печатных плат [Электронный ресурс]: офиц. сайт компании. М., 1997-2019. URL: <https://www.rezonit.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

6. Eurointech [Электронный ресурс]: офиц. сайт компании ООО "Евроинтех". Люберцы, 2008-2019. URL: <http://www.eurointech.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

7. Eremex [Электронный ресурс]: офиц. сайт компании ООО «Эремекс». М., 2008-2019. URL: <https://www.eremex.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

8. Megratec. Mentor Graphics [Электронный ресурс] : офиц. сайт компании АО «Мегратек». М., 2015-2019. URL: <http://www.megratec.ru> (дата обращения: 25.06.2019).

9. PCBISOFT. PCB& IC SOFTWARE [Электронный ресурс] : офиц. сайт компании ООО "ПСБ СОФТ". М., 1997-2018. URL: <https://www.pcbsoft.ru> (дата обращения 25.06.2019).
10. АСОНИКА. Автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры. Центр компетенций «АСОНИКА» [Электронный ресурс] : офиц. сайт компании ООО «НИИ АСОНИКА». М., 2009-2019. URL: <https://asonika-online.ru> (дата обращения: 25.06.2019).
11. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации [Электронный ресурс] : офиц. сайт. М., 2018-2019. URL: <https://minobrnauki.gov.ru> (дата обращения: 25.06.2019).
12. Российское образование [Электронный ресурс] : федер. портал. М., 2002-2019. URL: <http://www.edu.ru> (дата обращения: 25.06.2019).
13. Казанский национальный технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ [Электронный ресурс] : офиц. сайт. Казань, 2017-2019. URL: <https://kai.ru> (дата обращения: 25.06.2019).
14. Missurouri S&T - Electromagnetic Compatibility Laboratory [Electronic resource] / Missurouri Univ. of Science and Technology, Electromagnetic Compatibility Lab. Rolla, 2019. URL: <https://emclab.mst.edu> (дата обращения 25.06.2019).
15. Clemson Vehicular Electronics Laboratory [Electronic resource] / Clemson Univ., Clemson Vehicular Electronics Lab. Clemson, 2012-2019. URL : <http://www.cvel.clemson.edu> (дата обращения 25.06.2019).
16. EMC LAB : Electromagnetic Compatibility Laboratory [Electronic resource] / Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Electromagnetic Compatibility Lab. Lausanne, 2018. URL : <http://emc.epfl.ch> (дата обращения 25.06.2019).
17. UAq EMC Laboratoty [Electronic resource] : University of L'Aquila EMC Laboratory / Univ. of L'Aquila, Electromagnetic Compatibility Lab. L'Aquila, 2019. URL: http://orlandi.ing.univaq.it/uaq_laboratory/index.html (дата обращения 25.06.2019).
18. Measurement Technology. Electromagnetic Compatibility [Electronic resource] / Hamburg Univ. of Technology, Inst. of Electrical Power and Energy Technology. Hamburg, 2015. URL: <https://www.tuhh.de/alt/mt/research/electromagnetic-compatibility/fields-of-research.html> (дата обращения 25.06.2019).
19. Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg. Chair for Electromagnetic Compatibility [Electronic resource] / Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg, Chair of Electromagnetic Compatibility. Magdeburg, 2016. URL: <http://www.emv.ovgu.de> (дата обращения 25.06.2019).

20. Technische Universität Braunschweig. Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit [Electronic resource] / Technische Univ. Braunschweig, Inst. für Elektromagnetische Verträglichkeit. Braunschweig, 2014. URL: <https://www.tu-braunschweig.de/emv/institut> (дата обращения 25.06.2019).

21. University of York. Department of Electronic Engineering [Electronic resource] / Univ. of York, Dep. of Electronic Eng. York : Univ. of York, 2019. URL: <https://www.york.ac.uk/electronic-engineering> (дата обращения 25.06.2019).

22. Electromagnetic Compatibility and Teleinformatics Systems Lab [Electronic resource] / Wrocław Univ. of Technology, Fac. of Electronics, Telecommunications and Teleinformatics Dep., Electromagnetic Compatibility and Teleinformatics Systems Lab. Wrocław, 2005-2019. URL: <http://www.ktt.pwr.wroc.pl/emc.lab> (дата обращения 25.06.2019).

23. MET Labs: Leading Electrical Testing for Product Safety EMC & Environmental Simulation [Electronic resource] / MET Lab. Baltimore, 2019. URL: <http://www.metlabs.com> (дата обращения 25.06.2019).

24. Montena technology sa : design, development, production and installation of products and systems for Electro-Magnetic Compatibility (EMC) testing [Electronic resource] / Montena technology sa. Rossens, 2019. URL: <http://www.montena.com/system/home> (дата обращения 25.06.2019).

25. Государственный научный центр Российской Федерации АО «Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова» [Электронный ресурс]. Жуковский, 2019. URL: <http://www.lii.ru> (дата обращения 25.06.2019).

26. CST – Computer Simulation Technology [Electronic resource] / CST –Computer Simulation Technology GmbH. Darmstadt, 2002-2019. URL: www.cst.de (дата обращения 25.06.2019).

27. PULSE SYSTEM GROUP [Электронный ресурс]: офиц. сайт ООО «Импульсные системы». СПб., 2016-2019. URL: www.moose-hill.com/pulse.htm (дата обращения 25.06.2019).

5.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по программе

1. Демонстрация презентаций в ходе чтения лекции.
2. Интерактивная доска.
3. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс).

6. Оценка качества освоения программы

В качестве итоговой работы слушателям предлагается разработать «проектное решение» - проект печатной платы, с применением систем автоматизированного проектирования, а также подготовить, в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД), комплект конструкторской документации на печатную плату технического средства.

Основные положения разработанного слушателем «Проектного решения» представляются им на «Круглом столе». Окончательная оценка качества освоения программы выполняется после изучения материалов проектного решения и выражается в его зачете или незачете. Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «зачтено».

7. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие ведущие преподаватели КНИТУ им. А. Н. Туполева (КАИ).

8. Составители программы

1. Чермошенцев С. Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования», руководитель лаборатории «Электромагнитная совместимость электронных систем»

2. Гайнутдинов Р. Р., к.т.н., доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», заместитель руководителя лаборатории «Электромагнитная совместимость электронных систем».

3. Суздальцев И. В., старший преподаватель кафедры «Системы автоматизированного проектирования»

_____ С. Ф. Чермошенцев

_____ Р. Р. Гайнутдинов

_____ И. В. Суздальцев