

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

**В.Ф.АЛЕКСЕЕВ
Г.А.ПИСКУН
И.Н.БОГАТКО**

**КОНСТРУИРОВАНИЕ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ
УСТРОЙСТВ**





Виктор Федорович АЛЕКСЕЕВ

кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР.

Закончил в 1977 году Минский радиотехнический институт.

Автор более 350 публикаций.



Геннадий Адамович ПИСКУН

магистр технических наук, ассистент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР.

Закончил в 2008 году Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.

Автор более 70 публикаций.



Иван Николаевич БОГАТКО

ассистент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР.

Закончил в 2014 году Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.

Автор 3 публикаций.



Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
Кафедра проектирования информационно-компьютерных систем

В.Ф.АЛЕКСЕЕВ, Г.А. ПИСКУН, И.Н.БОГАТКО

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

*Методическое пособие
для студентов заочной формы обучения высших учебных заведений
специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств*

Минск БГУИР 2014

УДК 621.396.6 (076.5)

ББК 32.844-02я73

А 47

Рецензенты

кафедра электронно-вычислительных машин и систем
учреждения образования «Брестский государственный технический
университет» (заведующий кафедрой кандидат технических наук,
доцент С.С. Дереченник), заведующий кафедрой автоматизированных
информационных систем Минского университета управления,
доктор технических наук, профессор В.И. Курмашев

Алексеев, В.Ф.

А 47 **Конструирование радиоэлектронных устройств** : ме-
тод. пособие для студентов заочной формы обучения высших
учебных заведений специальности 1-39 02 01 Моделирование
и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств /
В.Ф.Алексеев [Электронный ресурс] – Минск : БГУИР, 2014.
– 78 с.: ил.

ISBN

В пособии рассматриваются методические указания и варианты кон-
трольных работ по дисциплине «Конструирование радиоэлектронных
устройств». Представленный материал предназначен для студентов заочной
формы обучения специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств.

Методические указания по выполнению контрольной работы, а также
варианты заданий могут быть использованы студентами очной и заочной
форм обучения, аспирантами, магистрантами, инженерно-техническими ра-
ботниками предприятий и организаций, занимающимися вопросами проек-
тирования радиоэлектронных устройств.

УДК 621.396.6 (076.5)

ББК 32.844-02я73

© В.Ф.Алексеев, Г.А.Пискун, И.Н.Богатко, 2014

© Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, 2014

ISBN

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1. РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА	8
2. ПОЛОЖЕНИЕ О КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТАХ	35
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	38
3.1. По изучению дисциплины	38
3.2. По выполнению контрольной работы	38
3.3. О консультациях	39
3.4. О переписке по электронной почте	39
3.5. Об электронных ресурсах	39
4. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1	40
5. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2	56

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка специалиста по направлению специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств обеспечивает получение профессиональной квалификации инженер по радиоэлектронике. Именно поэтому дисциплина «Конструирование радиоэлектронных устройств» (КРЭУ) занимает важное место в подготовке высококвалифицированных специалистов.

Дисциплина «Конструирование радиоэлектронных устройств» разработана для студентов по специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств высших учебных заведений в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСРБ 1-39 02 01-2007 и типового учебного плана по вышеуказанной специальности.

Дисциплина предусматривает изучение понятий и методов, используемых для формирования требований:

- к разработке конструкций радиоэлектронных устройств;
- к разработке и оформлению конструкторской документации;
- проектированию несущих конструкций радиоэлектронных устройств (РЭУ);
- конструированию печатных плат, печатных узлов и электронных модулей;
- конструированию радиоэлектронных устройств (РЭУ) с учетом требований инженерной психологии, эргономики и дизайна;
- к особенностям конструирования РЭУ различного назначения.

Решение многих задач повышения качества и надежности радиоэлектронных устройств осуществляется в процессе проектирования. При этом необходимо предусмотреть защиту проектируемого РЭУ от внешних дестабилизирующих факторов (климатических, механических, химических, различных излучений и т.д.) и, наоборот, защиту окружающей среды, включая человека, от нежелательных воздействий со стороны радиоэлектронного устройства.

Современные РЭУ характеризуются совершенными функциональными показателями назначения. Требуемая функциональная полнота повышают сложность РЭУ. Поэтому требования к их конструкциям стали более сложными и разнообразными. Конструктору в современных условиях необходимо применять не только расчеты параметров устройства, исходя из требований его функционирования, но и методы расчетов ресурса и надежности его работы, учитывать защиту проектируемого прибора, а также применять современные средства автоматизации проектирования.

В пособии рассматриваются методические указания и варианты контрольных работ по дисциплине «Конструирование радиоэлектронных устройств». Представленный материал предназначен для студентов заочной

формы обучения специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств.

Методические указания по выполнению контрольной работы, а также варианты заданий могут быть использованы студентами очной и заочной форм обучения, аспирантами, магистрантами, инженерно-техническими работниками предприятий и организаций, занимающимися вопросами проектирования радиоэлектронных устройств.

Авторы выражает глубокую признательность рецензентам: кафедре электронно-вычислительных машин и систем учреждения образования «Брестский государственный технический университет» (заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент С.С.Дереченник) и заведующему кафедрой автоматизированных информационных систем Минского университета управления, доктору технических наук, профессору В.И.Курмашеву за ценные замечания и рекомендации, которые были учтены авторами при доработке рукописи.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Декан заочного факультета
А.В.Ломако
« » сентября 2011 г.
Регистрационный № УД-0-26-17 /р.

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета компьютерно-
го проектирования
С.К. Дик
« » сентября 2011 г.
Регистрационный № УД-1-26-155 /р.

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Рабочая учебная программа для специальности
1-39 02 01 Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств

Факультет	Компьютерного проектирования				Заочного обучения			
	очная				заочная			
Курс (семестр)	Все-го	4(7)	4(8)	5(9)	Все-го	4(8)	5(9)	5(10)
Лекции (часов)	112	32	32	48	22	6	6	10
Практические занятия (часов)	16	-	-	16	6	2	2	2
Лабораторные занятия (часов)	32	-	32	-	16	-	8	8
Курсовое проектирование (часов)	16	-	-	16	-	-	-	-
Всего аудиторных часов по дисциплине	176	32	64	80	44	8	16	20
Всего часов по дисциплине	396	60	152	182	396	60	152	184
Самостоятельная работа (часов)	220	28	88	104	352	52	136	164
Зачет (семестр)	7	7	-	-	8	8	-	-
Экзамен (семестр)	8, 9	-	8	9	9, 10	-	9	10
Контрольные работы (семестр)	-	-	-	-	8, 9	8	9	-
Курсовой проект (семестр)	9	-	-	9	10	-	-	10

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Ф. Алексеев, доцент кафедры радиоэлектронных средств Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

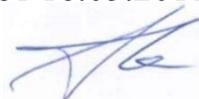
В.М. Алефиренко, доцент кафедры радиоэлектронных средств Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

Г.А. Пискун, ассистент кафедры радиоэлектронных средств Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы «Конструирование радиоэлектронных устройств», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 26.02.2011, регистрационный № ТД–I.698/тип. и учебного плана специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств»

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры радиоэлектронных средств (протокол № 19 от 16.05.2011)

Заведующий кафедрой РЭС



И.Н.Цырельчук

Одобрена и рекомендована к утверждению Советом факультета компьютерного проектирования Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 10 от 17.05.2011).

Председатель Совета ФКП



С.К.Дик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Конструирование радиоэлектронных устройств» занимает ведущее место среди других дисциплин в процессе подготовки специалистов с высшим образованием в области радиоэлектроники.

Дисциплина предусматривает изучение понятий и методов, используемых для формирования требований:

- к разработке конструкций радиоэлектронных устройств;
- к разработке и оформлению конструкторской документации;
- проектированию несущих конструкций радиоэлектронных устройств;
- конструированию печатных плат, печатных узлов и электронных модулей;
- конструированию РЭУ с учетом требований инженерной психологии, эргономики и дизайна;
- к особенностям конструирования РЭУ различного назначения.

Учебная дисциплина «Конструирование радиоэлектронных устройств» ориентирована на изучение инновационных методов конструирования и энергосберегающих технологий изготовления РЭУ и обеспечение высокого качества продукции.

Цели дисциплины:

- изучение методологии конструирования радиоэлектронных устройств, основных этапов разработки РЭУ с применением ЭВМ и средств автоматизированного проектирования;
- изучение дестабилизирующих факторов, влияющих на разрабатываемые конструкции радиоэлектронных устройств;
- подготовка студентов к использованию современных информационных технологий как инструмента для решения на высоком уровне задач конструирования РЭУ.

Задачи дисциплины:

- систематизировать, расширить и закрепить теоретические знания, необходимые инженеру по радиоэлектронике при решении комплексных задач создания современных радиоэлектронных устройств;
- приобрести практические навыки конструирования в процессе выполнения конструкторского практикума, лабораторных работ и курсового проектирования;
- подготовить студента к самостоятельному решению сложных конструкторских задач.

Предмет дисциплины: радиоэлектронные устройства различного назначения и конструктивно-технологического исполнения, предназначенные для работы при воздействии дестабилизирующих факторов.

В результате изучения дисциплины «Конструирование и технология радиоэлектронных устройств» формируются следующие компетенции:

академические:

- 1) уметь работать самостоятельно и постоянно повышать свой профессиональный уровень;
- 2) применять полученные базовые научно-теоретические знания для решения научных и практических задач в области создания и совершенствования инновационных технологий электронно-оптических производств;
- 3) иметь навыки организации проведения исследования, информационного обеспечения, а также системного и сравнительного анализа;
- 4) осуществлять комплексный подход к решению профессиональных проблем;
- 5) использовать технические и программные средства компьютерной техники;
- 6) уметь создавать и использовать в своей деятельности объекты интеллектуальной собственности;
- 7) уметь грамотно оформлять различные документы и излагать результаты исследований;
- 8) формулировать и выдвигать новые идеи.

социально-личностные:

- 1) иметь способность к социальному взаимодействию и межличностным коммуникациям, уметь работать в коллективе;
- 2) использовать знания основ социологии, физиологии и психологии труда;
- 3) иметь способность находить правильные решения в условиях чрезвычайных ситуаций;

профессиональные:

- 1) оценивать актуальность, перспективность и значимость объектов в области электронно-оптических систем и технологий;
- 2) выбирать оптимальные проектные решения на всех этапах процесса проектирования, отвечающие целям функционирования, технологии производства и обеспечения характеристик, определяющих качество объекта;
- 3) выпускать конструкторско-технологическую документацию на проектируемые объекты;
- 4) проводить исследования в области фундаментальных проблем проектирования электронно-оптических систем и технологий, включая разработку оптимальных математических моделей объектов на различных этапах проектирования;
- 5) проводить поиск технических, экономических и технологических решений в области электронно-оптических систем и технологий, обеспечивающих научно-технический прогресс;
- 6) анализировать возможности построения электронно-оптических систем и технологий на перспективных физических принципах;

- 7) организовывать производственный процесс;
- 8) разрабатывать, внедрять и управлять технологическими процессами изготовления электронно-оптических систем;
- 9) разрабатывать и внедрять технологическое оборудование, средства механизации и автоматизации технологических процессов;

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

– виды компоновки и основные компоновочные схемы функциональных узлов, блоков, аппаратов, приборов и систем; методы проектирования печатного монтажа;

– принципы внешнего проектирования конструкций РЭС, включая вопросы дизайна;

– особенности конструкторского проектирования РЭС различного назначения;

– основные правила разработки конструкторской документации на изделия радиоэлектроники;

– принципы и методы конструирования, основы технологии изготовления радиоэлектронных устройств электронно-оптической техники;

– этапы конструкторско-технологического проектирования и методы расчета радиоэлектронных устройств;

– состав и правила оформления конструкторской и технологической документации;

– методологию и организацию автоматизированного конструкторско-технологического проектирования, современные пакеты прикладных программ систем автоматизированного проектирования конструктора и технолога;

– физико-технологические основы технологических процессов сборки и монтажа, контроля и регулировки в производстве радиоэлектронных устройств электронно-оптической техники;

уметь:

– выбирать компоновочные схемы проектируемых функциональных узлов, блоков, аппаратов, приборов, систем и выполнять внутриблочную и внешнюю компоновку РЭС;

– проектировать печатные платы и функциональные узлы на их основе;

– обеспечивать совместимость конструкций РЭС и их частей с внешней средой, объектом установки и оператором;

– оценивать качество спроектированной конструкции РЭС;

– оформлять конструкторскую документацию.

– проектировать конструкции радиоэлектронных устройств электронно-оптической техники;

–разрабатывать и внедрять прогрессивные технологические процессы производства современных радиоэлектронных устройств изделий электронно-оптической техники;

–рассчитать и оптимизировать конструкторско-технологическую себестоимость изделий радиоэлектроники.

**Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо
для изучения данной дисциплины**

№ пп	Название дисциплины	Раздел, тема
1	Высшая математика	В рамках всего курса
2	Физика	В рамках всего курса
3	Химия	В рамках всего курса
4	Начертательная геометрия и инженерная графика	В рамках всего курса
5	Теория электрических цепей	В рамках всего курса
6	Электронные приборы	В рамках всего курса
7	Основы радиоэлектроники	В рамках всего курса
8	Материалы и технология деталей	В рамках всего курса
9	Схемотехника аналоговых и цифровых устройств	В рамках всего курса
10	Физико-химические основы микроэлектроники и технологии	В рамках всего курса
11	Теоретические основы проектирования и надежности радиоэлектронных средств	В рамках всего курса
12	Физические основы проектирования радиоэлектронных средств	В рамках всего курса

Данная дисциплина ориентирована на изучение инновационных и энергосберегающих инженерных решений и технологий при конструировании РЭУ и обеспечение высокого качества продукции.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Конструирование радиоэлектронных устройств» включает в себя лекции, лабораторные и практические занятия, курсовой проект, две контрольные работы (для заочников), индивидуальную самостоятельную работу со студентами.

1. Название тем лекционных занятий, их содержание, объем в часах

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
Раздел 1. Общие требования к разработке конструкций радиоэлектронных устройств					
1	Введение	Предмет, цели и задачи дисциплины, ее место в общей системе подготовки инженера по радиоэлектронике. Основные концепции и понятия, термины и определения. Повышение требований к качеству и надежности радиоэлектронных устройств, ускорение внедрения научных достижений, автоматизация производства и управления. Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных устройств.	1	4	-
2	Конструирование как составная часть процесса проектирования радиоэлектронных устройств	Сущность процесса проектирования и роль конструктора в обществе. Объект проектирования. Конструирование как процесс проектирования с обратной связью. Основные этапы проектирования РЭУ. Задачи и характер конструирования. Основные свойства РЭУ и их описание. Взаимодействие РЭУ с окружающей средой в процессе эксплуатации и изготовления. Уровни сложности системы. Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных устройств. Противоречия между расширением функциональных возможностей и ограничениями на габариты, массу, удобство применения и обслуживания при повышении требований к надежности, патентной чистоте и другим показателям.	2	-	2

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
3	Выбор стратегии конструирования радиоэлектронных устройств	Стратегии проектирования. Методы решения конструкторских задач: понятие методов проектирования, элементарные методы, методы синтеза и анализа. Системный подход при проектировании РЭУ. Преимущества и трудности системного подхода к проектированию радиоэлектронных устройств. Поиск конструкторских решений.	3	-	2
4	Методы и средства конструирования	Современные методы конструирования РЭУ. Принципы компоновки РЭУ. Методы конструирования штампованных деталей. Технологичность деталей, полученных штамповкой. Специфика конструирования деталей, полученных гибкой. Технологичность деталей, полученных вытяжкой. Основные материалы для штампованных деталей. Усадка как типичная особенность прессованных и литых деталей. Методы конструирования прессованных и литых деталей. Конструирование деталей с отверстиями. Конструирование армированных пластмассовых деталей. Методы конструирования механических соединений.	2	1	2
Раздел 2. Разработка и оформление конструкторской документации					
5	Стадии разработки конструкторской документации	Конструкторские документы и их классификация. Техническое задание на проектирование и постановку продукции на производство. Технические требования и ограничения. Требования к эксплуатационным, электрическим и конструкторским параметрам и характеристикам. Показатели качества конструкции: абсолютные, относительные, удельные и комплексные. Взаимосвязь конструкции радиоэлектронных средств с определяющими	2	1	2

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
		<p>факторами и тактико-техническими требованиями.</p> <p>Стадии разработки конструкторской документации: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации. Содержание стадий разработки.</p>			
6	Основные требования к разработке конструкторской документации	<p>Виды изделий. Виды и комплектность конструкторских документов. Общие требования к текстовым документам. Текстовые документы. Спецификация. Ведомость спецификаций. Другие ведомости. Пояснительная записка. Программа и методика испытаний. Таблицы, расчеты, инструкции. Формы текстовых документов и особенности их выполнения.</p> <p>Основные надписи. Основные требования к чертежам. Общие требования к рабочим чертежам. Разработка чертежей деталей. Сборочные чертежи и их содержание. Габаритные чертежи. Чертежи монтажные. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.</p> <p>Обозначение изделий и конструкторских документов. Классификатор ЕСКД. Автоматизированное назначение классификационного кода по геометрическим и технологическим характеристиками деталей и сборочных единиц в соответствии с классификатором изделий и конструкторских документов.</p> <p>Основные требования к нанесению размеров и предельных отклонений. Нанесение размеров. Нанесение предельных отклонений. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Указание на чертежах допусков формы и</p>	10	-	8

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
		<p>расположения поверхностей. Обозначения шероховатости поверхностей. Параметры шероховатости.</p> <p>Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений. Маркировка и клеймение изделий. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.</p> <p>Схемы как конструкторские документы. Виды и типы схем. Правила выполнения электрических схем. Условные графические обозначения. Правила оформления схем. Буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах.</p> <p>Правила учета и хранения. Внесение изменений в конструкторскую документацию.</p>			
Раздел 3. Проектирование несущих конструкций радиоэлектронных устройств					
7	Структура несущих конструкций РЭУ	Модульность структуры несущих конструкций. Основные конструктивные уровни РЭУ. Типовые конструкции РЭУ.	2	-	2
8	Проектирование несущих конструкций радиоэлектронных устройств	<p>Требования, предъявляемые к несущим конструкциям. Особенности проектирования несущих конструкций. Жесткость деталей несущих конструкций. Прочность деталей несущих конструкций при переменных напряжениях. Устойчивость равновесия элементов несущих конструкций. Проектирование деталей и узлов несущих конструкций.</p> <p>Конструктивно-технологическое исполнение несущих конструкций.</p> <p>Типовые несущие конструкции РЭУ. Структура основных размеров несущих конструкций РЭУ. Уни-</p>	6	-	6

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
		фицированные типовые конструкции. Система базовых несущих конструкций.			
9	Защита несущих конструкций от влияния внешней среды	<p>Общие сведения о проблеме коррозионной стойкости радиоэлектронных устройств. Атмосферная коррозия деталей. Стойкость материалов к атмосферной коррозии.</p> <p>Влагостойкость металлов и пластмасс. Процесс растворимости воды в полимерах. Закон Генри. Защита от влаги с помощью покрытий. Металлические покрытия. Анодно-окисные покрытия. Химические окисные покрытия. Лакокрасочные покрытия и их свойства.</p> <p>Герметизация РЭУ. Виды герметизации. Пропитка. Назначение, особенности конструкций пропитываемых изделий. Основные свойства пропиточных материалов. Обволакивание и заливка. Расчет внутренних напряжений в компаундах при заливке. Методы снижения внутренних напряжений в компаундах. Основные свойства компаундов и рекомендации по их применению.</p> <p>Разъемная герметизация. Особенности проектирования металлических уплотнителей. Особенности проектирования резиновых уплотнителей. Корпуса, крышки и их соединения. Расчет качества герметизации.</p> <p>Неразъемная герметизация. Неразъемная герметизация сваркой и пайкой. Проходные изоляторы для герметизированных корпусов. Расчеты герметичности. Расчет усилия обжатия. Расчет утечки.</p>	4	-	4
Раздел 4. Конструирование печатных плат, печатных узлов и электронных модулей					
10	Основные характеристики	Основные определения. Краткая характеристика стандартов, исполь-	4	2	14

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
	печатных плат	зубных для проектирования печатных плат (ПП). Конструкторские требования и характеристики печатных плат. Электрические требования и характеристики ПП. Требования по устойчивости ПП к климатическим и механическим воздействиям. Технологические требования.			
11	Материалы для изготовления печатных плат	Базовые и расходные материалы ПП. Материалы для изготовления односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат. Импортные материалы в производстве печатных плат. Покрытия.	4	1	14
12	Конструкторско-технологическое проектирование печатных плат	Структурная схема конструкторско-технологического проектирования ПП. Выбор типа конструкции блока РЭУ. Выбор компоновочной структуры ячеек РЭУ. Выбор типа конструкции ПП. Выбор класса точности ПП. Выбор метода изготовления ПП. Выбор материала основания ПП. Разработка компоновочных эскизов ячейки и выбор габаритных размеров ПП. Определение толщины ПП. Определение числа слоев и толщины МПП. Расчет элементов проводящего рисунка ПП. Расчет электрических параметров ПП. Системы автоматизированного проектирования ПП. Проверочные расчеты печатных плат. Подготовка разработанного проекта ПП к производству.	16	1	40
13	Оформление конструкторской документации на печатные платы	Правила выполнения чертежей печатных плат. Установка элементов на печатные платы. Правила выполнения сборочных чертежей. Формирование технических требований на чертеж печатной платы и сборочный чертеж печатной платы. Особенности оформления конструкторской документации на чер-	8	2	20

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
		тежи печатной платы при автоматизированном проектировании.			
Раздел 5. Конструирование РЭУ с учетом требований инженерной психологии, эргономики и дизайна					
14	Особенности восприятия человеком информации в системе «человек–машина»	Структура системы «человек–машина». Особенности функционирования системы «человек–машина». Стадии приема информации. Этапы деятельности оператора в системе «Человек–машина».	2	1	4
15	Характеристики сенсорных каналов человека-оператора и антропометрические характеристики	Виды, принцип работы, характеристики и свойства анализаторов. Общая характеристика зрительного анализатора. Энергетические, информационные, пространственные и временные характеристики. Характеристики слухового анализатора. Абсолютные и дифференциальные пороги чувствительности по частоте, интенсивности, времени и пространству. Восприятие речевых сообщений. Характеристики тактильного анализатора. Абсолютный и дифференциальный пороги чувствительности. Взаимодействие анализаторов при приеме информации. Антропометрические характеристики человека.	8	1	8
16	Хранение, переработка информации, принятие решения и управляющие действия в деятельности оператора	Постоянная и оперативная память. Характеристики оперативной памяти. Долговременная и кратковременная память. Процессы памяти. Принятие решения оператором. Условия, определяющие реализацию решения. Виды решения. Управляющие действия оператора. Виды движения. Характеристики управляющих движений.	4	1	8
17	Сенсомоторные реакции и алгоритм работы оператора	Связь восприятия и движения. Виды сенсомоторных реакций. Ошибки реакций оператора. Факторы, влияющие на ошибки оператора. Алгоритм работы оператора. Сте-	4	1	8

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
		реотипность и логическая сложность алгоритма. Определение коэффициентов стереотипности и логической сложности. Информационная нагрузка оператора.			
18	Требования к средствам отображения информации, органам управления и пультам управления	Классификация средств отображения информации. Инженерно-психологические требования к отдельным видам визуальной индикации. Кодирование визуальной информации. Инженерно-психологические требования к акустической индикации. Классификация органов управления. Инженерно-психологические требования к отдельным типам органов управления. Требования к совместному расположению индикаторов и органов управления. Классификация рабочих мест оператора. Инженерно-психологические требования к пультам управления. Инженерно-психологические характеристики пультов управления. Связь геометрических размеров пультов управления с антропометрическими характеристиками человека.	6	1	12
19	Проектирование и компоновка панелей управления	Подготовка и анализ исходных данных для проектирования панелей управления. Определение размеров панелей управления. Определение размеров компонентов панелей управления. Определение светотехнических характеристик компонентов панелей управления. Компоновка и структурирование панелей управления. Требования к органам индикации, управления, коммутации, надписям и их размещению на панелях управления.	2	1	4
20	Принципы композиционного построения и цветовая	Принципы композиции. Учет особенностей зрительного восприятия при композиционном построении РЭУ. Основные принципы приме-	6	1	16

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
	композиция РЭУ	нения цвета. Факторы, влияющие на выбор цветового решения. Основные рекомендации по цветовой композиции. Связь композиции и цветокомпозиции.			
Раздел 6. Особенности конструирования РЭУ различного назначения					
21	Особенности конструкций РЭУ диапазона сверхвысоких частот	Функциональные особенности РЭУ сверхвысоких частот (СВЧ). Конструкции пассивных структур СВЧ и полупроводниковых элементов. Конструкции функциональных узлов, модулей и блоков СВЧ.	2	1	4
22	Особенности конструкций наземных и бортовых РЭУ	Особенности конструкций наземных стационарных РЭУ. Особенности конструкций наземных транспортируемых РЭУ. Особенности конструкций наземных переносных РЭУ. Особенности конструкций наземных носимых РЭУ. Особенности конструкций бортовых РЭУ.	2	1	4
23	Особенности конструкций средств медицинской электроники	Методы получения диагностической информации. Биологический объект как объект исследования. Система методов медико-биологического исследования. Электрофизиологические и фотометрические методы, используемые при разработке средств медицинской электроники. Обобщенные структуры электрометрической аппаратуры. Проектирование устройств сопряжения электрофизиологической аппаратуры с организмом. Проектирование устройств сопряжения фотометрических систем с организмом.	2	1	4
24	Источники первичного электропитания	Классификация источников первичного электропитания (ИПЭ). Основные электрические параметры ИПЭ. Области использования различных ИПЭ. Электрические сети и генераторы. Гальванические элементы и батареи. Аккумуляторы	2	-	8

№ пп	Название темы	Содержание	Всего аудиторных часов по формам обучения		Контролируемая самостоятельная работа студентов
			очная	заочная	
		и аккумуляторные батареи. Полупроводниковые элементы и батареи. Обоснование и оценка выбора ИПЭ.			
25	Источники вторичного электропитания	Классификация источников вторичного электропитания. Система электропитания и схема источников вторичного электропитания. Функциональные узлы источников электропитания. Компоновка блоков электропитания. Конструирование шин электропитания. Пути комплексной миниатюризации источников питания. Конструктивные способы обеспечения тепловых режимов ВИП.	6	-	10
26	Перспективы развития новых конструкций РЭУ	Применение микропроцессоров и создание на их основе многофункциональных однородных по конструкции узлов РЭУ. Конструкции РЭУ, использующие принципы обработки, передачи и отображения информации на основе явлений оптоэлектроники и функциональной электроники. Обеспечение гибкости в проектировании и производстве при повышении степени интеграции микросхем. Использование принципов физической интеграции при конструктивной реализации РЭУ. Дальнейшее развитие повышения уровня интеграции, новые решения (монтаж на поверхности, крупноформатные подложки, интеграция на целой пластине).	2	-	12

**2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ,
ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ
(в скобках указано для заочного обучения)**

№ пп	Наименование темы	Содержание	Всего аудит. часов по формам обу- чения		Контролируемая самостоя- тельная работа студентов (для заочной формы)
			оч- ная	заоч- ная	
(Восьмой) семестр					
1.	Выдача заданий по контрольным работам	Краткая характеристика вопросов, рассматриваемых при выполнении контрольной работы. Рекомендуемые источники для выполнения контрольной работы. Требования к оформлению контрольной работы. Порядок проведения консультаций. Выдача индивидуальных заданий по контрольной работе.	-	2	-
Итого за (8) семестр			-	2	-
Девятый (девятый) семестр					
2.	Выдача заданий по контрольным работам	Краткая характеристика вопросов, рассматриваемых при выполнении контрольной работы. Рекомендуемые источники для выполнения контрольной работы. Требования к оформлению контрольной работы. Порядок проведения консультаций. Выдача индивидуальных заданий по контрольной работе.	-	2	-
3.	Выдача заданий по курсовому проекту.	Краткая характеристика курсового проекта. Рекомендуемые источники для выполнения курсового проекта. Требования к оформлению курсового проекта. Разъяснение методики выполнения задания по курсовому проекту. Порядок проведения консультаций. Выдача заданий по курсовому проекту.	2	-	-
4.	Общетехническое	Анализ исходных данных при	2	-	-

№ пп	Наименование темы	Содержание	Всего аудит. часов по формам обу- чения		Контролируемая самостоя- тельная работа студентов (для заочной формы)
			оч- ная	заоч- ная	
	обоснование разра- ботки устройства	проектировании конструкции РЭС. Формирование основных технических требований к раз- рабатываемой конструкции. Схемотехнический анализ про- ектируемого средства.			
5.	Инженерные методы расчета конструкций РЭУ	Обеспечение нормального теп- лового режима устройства (вы- бор способа охлаждения на ран- ней стадии проектирования; вы- бор наименее теплостойких эле- ментов, для которых необходимо проведение теплового расчета, описание тепловых моделей; расчет радиаторов со смонтиро- ванными на них мощными элект- торadioэлементами). Расчет объемно-компоновочных характеристик устройства. Расчет механической прочности и системы виброударной защи- ты. Полный расчет надежности. Расчет электромагнитной совме- стимости. Расчет параметров лицевой па- нели.	4	-	-
6.	Расчет параметров конструкции печат- ной платы.	Проектирование печатного мо- дуля (выбор типа конструкции печатной платы, класса точности и шага координатной сетки; вы- бор и обоснование метода изго- товления электронного модуля; расчет конструктивно- технологических параметров электронного модуля: определе- ние габаритных размеров, опре- деление толщины печатной пла- ты, расчет элементов проводя-	4	-	-

№ пп	Наименование темы	Содержание	Всего аудит. часов по формам обу- чения		Контролируемая самостоя- тельная работа студентов (для заочной формы)
			оч- ная	заоч- ная	
		щего рисунка, расчет электриче- ских параметров).			
7.	Инженерно- психологический и эргономический ана- лиз лицевых панелей	Инженерно-психологический анализ лицевых панелей. Расчет размеров панели управ- ления. Расчет размеров компо- нентов панели управления. Рас- чет светотехнических характе- ристик средств отображения ин- формации. Расчет светотехниче- ских характеристик органов управления. Расчет эргономиче- ских характеристик органов управления. Расчет времени ин- формационного поиска. Расчет алгоритма работы оператора. Компоновка панели управления. Цветовое решение панели управления.	4	-	-
Итого за 9 (9) семестр			16	2	-
(Десятый) семестр					
8.	Выдача заданий по курсовому проекту.	Краткая характеристика курсо- вого проекта. Рекомендуемые источники для выполнения курс- ового проекта. Требования к оформлению курсового проекта. Разъяснение методики выполне- ния задания по курсовому про- екту. Порядок проведения кон- сультаций. Выдача заданий по курсовому проекту.	-	2	-
Итого за (10) семестр			-	2	-
Всего по дисциплине			16	6	-

3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

№ пп	Наименование темы	Содержание	Всего аудиторных ча- сов по формам обучения	
			очная	заоч- ная ¹
Восьмой (девятый, десятый) семестр				
1.	Разработка техниче-ского задания на про-ектирование РЭУ	Изучение требований к формированию технического задания. Составление технического задания на проектирова-ние РЭУ.	4	-
2.	Автоматизированное назначение класси-фикационного кода по геометрическим и технологическим ха-рактеристиками дета-лей и сборочных еди-ниц в соответствии с классификатором из-делий и конструктор-ских документов	Изучение программного средства авто-матизированного назначения класси-фикационного кода по геометрическим и технологическим характеристиками де-талей и сборочных единиц. Изучение основных положений классификации. Изучение примеров использования. Функция поиска кода. Поиск класса ЕСКД по названию устройства (детали, сборочной единице). Подбор класса по наименованию детали или узла. Про-смотр описаний классов и др. функции программного средства.	2	2 (9)
3.	Разработка чертежа детали несущей кон-струкции РЭУ из ме-талла с применением САПР	Изучение особенностей конструирова-ния деталей несущих конструкций РЭУ из металла различными методами (штампованные и литые детали). Разра-ботка чертежей деталей с применением САПР. Особенности формирования технических требований на детали, из-готовленные различными технологиче-скими методами.	4	2 (9)
4.	Разработка чертежа детали несущей кон-струкции РЭУ из пластмассы с приме-нением САПР	Изучение особенностей конструирова-ния деталей несущих конструкций РЭУ из пластмассы различными методами (прессованные и литые детали, армиро-ванные пластмассовые детали). Разра-ботка чертежей деталей с применением САПР. Особенности формирования технических требований на детали, из-готовленные различными технологиче-скими методами.	4	2 (9)
5.	Автоматизированная разработка сборочно-	Изучение особенностей автоматизиро-ванной разработки сборочного чертежа	4	2 (9)

¹ В скобках указан семестр для заочников)

№ пп	Наименование темы	Содержание	Всего аудиторных ча- сов по формам обучения	
			очная	заоч- ная ¹
	го чертежа конструи- ции РЭУ и специфици- кации на сборочный чертеж	конструкции РЭУ и спецификации на сборочный чертеж. Особенности фор- мирования технических требований на сборочные чертежи.		
6.	Оформление извеще- ния на внесения из- менения в конструкторскую документа- цию		2	
7.	Исследование време- ни информационного поиска	Теоретическое и экспериментальное определение времени информационного поиска и сравнение полученных резуль- татов с помощью статистических кри- териев.	2	2 (10)
8.	Исследование опера- тивной памяти чело- века-оператора	Исследование влияния условий предъ- явления информации на характеристики оперативной памяти (вероятность пра- вильного воспроизведения информа- ции).	2	2 (10)
9.	Исследование реак- ции человека-опера- тора на формализо- ванные сигналы	Изучение видов реакций человека- оператора и исследование зависимости времени реакции от количества посту- пающей информации.	2	2 (10)
10.	Исследование сенсо- моторной реакции человека-оператора	Исследование влияния числа альтерна- тив сигналов и амплитуды движения руки оператора на общее время слож- ной реакции человека-оператора и ее отдельные составляющие.	2	2 (10)
11.	Исследование про- цессов восприятия знаковой информации человеком-операто- ром	Исследование процессов восприятия цифровой информации в зависимости от яркости, контраста, размера отобра- жаемых знаков и определение допусти- мых условий предъявления оператору знаковой информации на экране мони- тора ЭВМ.	2	-
12.	Расчет алгоритма ра- боты оператора	Изучение элементарных операторов и логических условий, необходимых для составления алгоритма работы операто- ра.	2	-
Итого за 8 (9, 10) семестр			32	16
Всего по дисциплине			32	16

4. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

Цель курсового проектирования: систематизация и закрепление теоретических знаний студентов по основным разделам дисциплины, углубленное изучение методик проектирования конструкции радиоэлектронных устройств и получение практических навыков работы с конструкторской документацией, системами государственных и отраслевых стандартов, нормативно-технической документацией, обобщения и анализа результатов, полученных другими разработчиками.

Тематика курсового проектирования должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и образования.

Темы курсовых проектов должны быть посвящены разработке конструкции радиоэлектронных устройств изделий в целом или их отдельных частей, выполнению научно-исследовательских работ конструкторско-технологического характера по тематике госбюджетных, хоздоговорных научно-исследовательских работ, заказам предприятий и организаций.

При выполнении курсового проекта решаются задачи оптимального конструирования конструкции РЭУ на базе типовых методик с применением САПР и другого прикладного программного обеспечения.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Автоматический измеритель малого тока
2. Автомобильный таймер с микрофоном
3. Автомобильный усилитель мощности звуковой частоты
4. Автономная система записи телефонных разговоров
5. Акустический генератор шума с заданным законом распределения
6. Анализатор высокочастотного электромагнитного излучения
7. Высоковольтный разрядник для защиты информации в телефонных линиях
8. Генератор акустической защиты помещений
9. Дистанционный комбинированный считыватель карт доступа
10. Измеритель оптических потерь
11. Импульсный источник питания для LED светильника
12. Импульсный металлодетектор
13. Инвертор ультразвукового диапазона
14. Интеллектуальная автомобильная система
15. Источник ультрафиолетового излучения
16. Контроллер управления нагрузками
17. Микропроцессорный блок программно-управляемого источника питания
18. Микропроцессорный регулятор управления подачи тепла
19. Многофункциональное рулевое устройство автомобиля

20. Многофункциональный индикатор температуры и напряжения сети
21. Модуль системного концентратора
22. Осциллографическая приставка к компьютеру
23. Подавитель телефонных закладных устройств
24. Преобразователь цифровых сигналов
25. Прецизионный стабилизатор постоянного напряжения с двуполярным выходом
26. Пробник регулятора холостого хода
27. Программируемый газовый сигнализатор
28. Программируемый речевой информатор
29. Программно-аппаратный комплекс «СКАТ» для измерения АЧХ четырехполюсников
30. Светодиодное табло
31. Сигнализатор прибытия автомобиля
32. Система оперативного контроля состояния водителя коммерческого автотранспорта
33. Скремблер голосовых сообщений
34. Специализированный усилитель мощности звуковой частоты
35. Устройство предварительной обработки сигналов
36. Устройство управления имитатора импульсных помех
37. Устройство управления импульсным источником тока
38. Устройство управления камерой влаги

5. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА, ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА (по заочной форме обучения)

Выполняются две контрольные работы (в восьмом и девятом семестрах), включающие не менее трех теоретических вопросов и задачи. Количество задач зависит от их трудоемкости, но не превышает пяти.

№ пп	Наименование темы	Характеристика	Объем в ча- сах
1.	Контрольная работа № 1	Контрольная работа представляет собой срез знаний, по разделам дисциплины, изучаемым в восьмом семестре. Объем работы не должен превышать 20 стр. и представляется только в отпечатанном виде. Все требования к контрольной работе и выбору варианта задания изложены в методических указаниях, размещенных на сайте кафедры.	Не превышает 30 часов
2.	Контрольная работа № 2	Контрольная работа представляет собой срез знаний, по разделам дисциплины, изучаемым в девятом семестре. Объем работы не должен превышать 20 стр. и представляется только в отпечатанном виде. Все требования к контрольной работе и вы-	Не превышает 30 часов

№ пп	Наименование темы	Характеристика	Объем в часах
		бору варианта задания изложены в методических указаниях, размещенных на сайте кафедры.	

6. ЛИТЕРАТУРА

6.1. ОСНОВНАЯ

6.1.1. Алексеев, В.Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ : учеб. пособие / В.Ф. Алексеев. – Минск : БГУИР, 2003. – 197 с.

6.1.2. Боровиков, С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности : учебник для инжен.-технич. спец. вузов / С.М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.

6.1.3. Гелль, П.П. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / П.П. Гелль, Н.К. Иванов-Есипович. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 536 с.

6.1.4. Дульнев, Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: учебник для вузов по спец. «Конструирование и производство радиоаппаратуры» / Г.Н. Дульнев. – М. : Вышш. шк., 1984. – 247 с.

6.1.5. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 464 с.

6.1.6. Каленкович, Н.И. Механические воздействия и защита РЭА : учеб. пособие для вузов / Н.И. Каленкович, Е.П. Фастовец, Ю.В. Шамгин. – Минск: Вышш. шк., 1989.

6.1.7. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М. : Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.

6.1.8. Князев, А.Д. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А.Д. Князев, Л.Н. Кечиев, Б.В. Петров. – М. : Радио и связь, 1989. – 224 с.

6.1.9. Маквецов, Е.Н. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов / Е.Н. Маквецов, А.М. Тартаковский. – М.: Радио и связь. 1993. – 200 с.

6.1.10. Математическое моделирование радиоэлектронных средств при механических воздействиях / Ю.Н. Кофанов [и др.]. – М.: Радио и связь, 2000. – 226 с.

6.1.11. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Медведев. – М. : Техносфера, 2007. – 256 с.

6.1.12. Медведев, А.М. Технология производства печатных плат / А.М. Медведев. – М. : Техносфера, 2005. – 430 с.

6.1.13. Мироненко, И.Г. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭА средствами современных САПР : учеб. пособие для вузов / И.Г. Мироненко, В.Ю. Суходольский, К.К. Холуянов ; под ред. И. Г. Мироненко. – М.: Высш. шк., 2002. – 391 с.

6.1.14. Ненашев, А.П. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры: учебник для радиотех. спец. вузов / А.П. Ненашев. – М. : Высш. шк., 1990. – 432 с.

6.1.15. Технология поверхностного монтажа : учеб. пособие / С.П. Кундас [и др.]. – Минск : Армита – Маркетинг, Менеджмент, 2000. – 350 с.

6.1.16. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: учебник / А.П. Достанко [и др.] ; под общ. ред. А.П. Достанко. – Минск : Выш. шк., 2002. – 415 с.

6.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

6.2.1. Автоматизация проектирования и моделирования печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры / Ю.Н. Кофанов [и др.]. – М. : Радио и связь, 2000. – 389 с.

6.2.2. Автоматизация проектирования радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие для вузов / О.В. Алексеев [и др.] ; под ред. О.В. Алексеева. – М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.

6.2.3. Ануфриев, Л.П. Коммутационные платы электронной аппаратуры : учеб. пособие / Л.П. Ануфриев, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль. – Минск : БГУИР, 2000. – 85 с.

6.2.4. Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора : справочник / Р.И. Гжиров. – Л. : Машиностроение, 1983. – 464 с.

6.2.5. Глудкин, О.П. Методы и устройства испытаний РЭА и ЭВС : учебник. – М. : Высш. шк., 1991. – 336 с.

6.2.6. Джонс, Дж.К. Методы проектирования / Дж.К. Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М. : Мир, 1986. – 326 с.

6.2.7. Дульнев, Г.Н. Методы расчета тепловых режимов прибора / Г.Н. Дульнев, В.Г. Парфенов, А.В. Сигалов. - М.: Радио и связь, 1990. - 312 с.

6.2.8. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография / В.В. Гольдин, В.Г. Журавский, В.И. Коваленок и др.; Под ред. А.В. Сарафанова. – М.: Радио и связь, 2003. – 456 с.

6.2.9. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие для студ. спец. «Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры» / Н.С. Образцов, В.Ф.Алексеев, С.Ф.Ковалевич ; под ред. Н. С. Образцова. – Минск : МРТИ, 1984. – 201 с.

6.2.10. Куземин, А. Я. Конструирование и микроминиатюризация электронно-вычислительной аппаратуры : учеб. пособие для вузов / А.Я. Куземин. – М. : Радио и связь, 1985. – 230 с.

6.2.11. Ланин, В.Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В.Л. Ланин, А.П. Достанко, Е.В. Телеш. – Минск : Издат. центр БГУ, 2007. – 574 с.

6.2.12. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / И.П. Норенков. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 360 с.

6.2.13. Обеспечение тепловых режимов изделий электронной техники / А.А. Чернышев [и др.]. – М. : Энергия, 1980. – 216 с.

6.2.14. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э.Т. Романычева [и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 448 с.

6.2.15. Роткоп, Л.Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры / Л.Л. Роткоп, Ю.Е. Спокойный. – М. : Сов. радио, 1976. – 232 с.

6.2.16. Справочник конструктора РЭА : Компоненты, механизмы, надежность / Н. А. Барканов [и др.] ; под ред. Р.Г. Варламова. – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.

6.2.17. Справочник конструктора РЭА : Общие принципы конструирования / под ред. Р.Г. Варламова. – М. : Сов. радио, 1980. – 480 с.

6.2.18. Справочник конструктора-приборостроителя / В.Л. Соломахо [и др.]. – Минск : Выш. школа, 1983. – 272 с.

6.2.19. Тартаковский, А.М. Краевые задачи в конструировании радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие / А.М. Тартаковский. – Саратов : СГУ, 1984. – 132 с.

6.2.20. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / И.П. Бушминский [и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 624 с.

6.2.21. Тику, Ш. Эффективная работа : AutoCAD / Ш. Тику. – СПб. : Питер, 2002. – 1232 с.

6.2.22. Ушаков, Н.Н. Технология производства ЭВМ : учебник для вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» – 3-е изд., перераб. и доп. / Н.Н. Ушаков. – М. : Высш. шк., 1991. – 416 с.

6.2.23. Ханке, Х.И. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры / Х.И. Ханке, Х. Фабиан. – М. : Энергия, 1980. – 464 с.

6.3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ

6.3.1. Сборник задач по конструированию и технологии радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие / В.Ф. Алексеев [и др.] ; под ред. В.Ф. Алексеева, Н.С. Образцова. – Минск : БГУИР, 1997. – 92 с.

6.3.2. Алексеев, В.Ф. Конструирование радиоэлектронных устройств. Лабораторный практикум. В 3-х частях. Ч.1 : Учеб.-метод. пособие / В.Ф. Алексеев [Электронный ресурс]. – Минск: БГУИР, 2011. – 52 с.

6.3.3. Алексеев, В.Ф. Конструирование радиоэлектронных устройств. Лабораторный практикум. В 3-х частях. Ч.2 : Учеб.-метод. пособие / В.Ф. Алексеев [Электронный ресурс]. – Минск: БГУИР, 2011. – 57 с.

6.3.4. Алексеев, В.Ф. Конструирование радиоэлектронных устройств. Лабораторный практикум. В 3-х частях. Ч.3 : Учеб.-метод. пособие / В.Ф. Алексеев [Электронный ресурс]. – Минск: БГУИР, 2011. – 45 с.

6.3.5. Алексеев, В.Ф. Конструирование радиоэлектронных устройств : метод. указания и контрольные задания для студ. спец. 1 39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» заочной формы обучения / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун [Электронный ресурс]. – Минск: БГУИР, 2011. – 143 с.

6.3.6. Алефиренко, В.М. Инженерная психология : Практикум для студ. спец. «Проектирование и производство РЭС», «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС», «Техническое обеспечение безопасности» дневн., веч. и заоч. форм обуч. / В.М. Алефиренко, Ю.В. Шамгин. – Минск: БГУИР, 2005. - 36 с.

6.3.7. Алефиренко, В.М. Инженерно-психологический анализ панелей управления РЭС : метод. пособие по дисц. «Инженерная психология» для студ. спец. «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС», «Техническое обеспечение безопасности» заоч. формы обуч. / В.М. Алефиренко, С.М. Боровиков. – Минск: БГУИР, 2007.

2. ПОЛОЖЕНИЕ О КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТАХ



ПОЛОЖЕНИЕ о контрольных работах студентов заочной (в том числе дистанционной) формы обучения в БГУИР

1. Основные положения

1.1. Настоящее «Положение о контрольных работах студентов заочной формы обучения в БГУИР» (далее – Положение) разработано в соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании, порядком разработки, утверждения и регистрации учебных планов для высшего образования I степени и локальными нормативными правовыми актами университета, регламентирующими заочную форму обучения.

1.2. Контрольная работа (далее КР) – контролируемая самостоятельная управляемая преподавателем работа студента, выполняемая по индивидуальным заданиям согласно программе учебной дисциплины с целью приобретения необходимых компетенций (знаний, умений и навыков), предусмотренных программой учебной дисциплины.

1.3. Количество КР определяется учебным планом специальности для заочной (дистанционной) формы обучения. Тематика индивидуальных заданий по КР определяется рабочим вариантом учебной программы дисциплины. Индивидуальное задание выдается студенту заочной формы обучения на установочной сессии, а студенту дистанционной формы обучения через систему дистанционного обучения (СДО).

1.4. Индивидуальные задания по КР формируются в виде задания (набора заданий), при выполнении которого(ых) у студента будут сформированы необходимые компетенции в соответствии с программой учебной дисциплины. При составлении заданий необходимо предусмотреть возрастание их сложности: от заданий, формирующих достаточные компетенции по изученному материалу на уровне узнавания, к заданиям, формирующим компе-

тенции на уровне воспроизведения, и далее к заданиям, формирующим компетенции на уровне применения полученных знаний. Индивидуальные задания для выполнения студентами КР разрабатываются на кафедре, за которой данная учебная дисциплина закреплена, и включаются в научно-методическое обеспечение учебной дисциплины.

1.5. Научно-методическое обеспечение, необходимое обучающимся для выполнения индивидуальных заданий КР, должно быть разработано до начала семестра, в котором предусматривается изучение данной дисциплины, и включает в свой состав:

перечни индивидуальных заданий для КР по учебной дисциплине;

методические рекомендации по организации получения и выполнению индивидуальных заданий КР;

учебно-методические пособия, в которых, приведены алгоритмы выполнения заданий КР, примеры их выполнения, вопросы для самопроверки и самоконтроля;

электронный учебно-методический комплекс и другие учебники и учебные пособия по учебной дисциплине.

1.6. Консультирование студентов заочной формы обучения по всем вопросам учебной дисциплины, включая выполнение индивидуальных заданий КР, осуществляется профессорско-преподавательским составом (ППС), ведущим данную дисциплину, в дни заочника по субботам с 9-00 до 17-00 в соответствии с утвержденным графиком. В течение первых двух недель каждого семестра кафедры обязаны: согласовать с деканатом график консультаций в электронном виде, представить его на утверждение в деканат в бумажном виде (в двух экземплярах) и вывесить утвержденный деканом график на стенде и Web-сайте кафедры. Деканат размещает графики консультаций на Web-сайте деканата. Форма графика консультаций приведена в Приложении 1. Возможна корректировка формы графика по согласованию с деканатом.

При наличии у ППС технической возможности рекомендуется консультирование студентов посредством электронной почты, Интернет и других средств удаленного электронного взаимодействия.

Для студентов дистанционной формы обучения консультирование проводится, как правило, с использованием возможностей СДО.

1.7. Данным Положением не требуется оформление студентом отчета по КР в бумажном или электронном виде.

Контроль компетенций, приобретенных студентом при выполнении индивидуальных заданий КР (далее – защита КР), осуществляется преподавателем очно. Результаты защиты КР оцениваются по десятибалльной шкале, передаются преподавателю, проводящему текущую аттестацию по учебной дисциплине, и учитываются при ее проведении. Положительным результатом защиты КР считается отметка 4 («четыре») и выше.

Возможны следующие варианты проведения защиты КР:

в согласованное с преподавателем время в ходе консультаций в дни заочника, для студентов дистанционной формы обучения – в согласованное с преподавателем время;

в рамках аудиторных занятий во время лабораторно-экзаменационной сессии;

в ходе текущей аттестации по учебной дисциплине (зачет, дифференцированный зачет, экзамен).

1.8. Если студент не защитил КР до текущей аттестации или в ходе ее проведения, он получает неудовлетворительную отметку по итогам текущей аттестации. При повторной текущей аттестации студент обязан проходить повторную защиту КР по одному из указанных выше вариантов.

2. Заключительные положения

2.1. Положение является обязательным для исполнения студентами заочной формы обучения, ППС и работниками деканата, обеспечивающими заочное обучение.

2.2. Норма времени для расчета плановой учебной нагрузки ППС: на выдачу индивидуальных заданий и контроль компетенций, приобретенных студентом при выполнении индивидуальных заданий КР, 0,35 часа на одного студента по одной КР.

2.3. Положение вступает в силу с момента его утверждения ректором университета.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

3.1. По изучению дисциплины

В соответствии с учебным планом студенты заочной формы обучения специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств изучают дисциплину «Конструирование радиоэлектронных устройств» на четвертом-пятом курсах.

Учебным планом по данному курсу предусмотрено изучение теоретических вопросов, выполнение лабораторных работ, двух контрольных работ (в восьмом и девятом семестрах) и курсового проекта (десятом семестре).

Изучение курса в каждом семестре заканчивается: в восьмом семестре – экзаменом, в девятом семестре – зачетом, в десятом семестре – экзаменом. К сдаче зачета и экзаменов студенты допускаются только при условии выполненных и защищенных контрольных и лабораторных работ, защищенного курсового проекта соответственно.

Рекомендуется изучать курс «Конструирование радиоэлектронных устройств» в соответствии с рабочей программой.

Сначала необходимо ознакомиться с содержанием курса, затем изучить вопросы по рекомендуемой литературе. Так как теоретический материал излагается в строгой логической последовательности, рекомендуется изучать данную дисциплину, придерживаясь рабочей учебной программы.

3.2. По выполнению контрольной работы

Каждому студенту преподавателем выдается индивидуальное задание для выполнения контрольных работ, которое он получает во время установочной сессии или по электронной почте (после того, как студент обратится с просьбой о выдаче индивидуальных заданий). Задания формируются индивидуально каждому студенту.

Вариант задания соответствует порядковому номеру студента в списке группы (если на потоке одна учебная группа) или выдается преподавателем индивидуально (если число групп на потоке более одной). Задания могут быть скорректированы преподавателем.

Варианты заданий представлены далее по тексту.

В контрольной работе должны быть даны исчерпывающие ответы на все вопросы. При рассмотрении вопросов, решении задач обязательно должны быть ссылки на используемые источники. Простое переписывание из источников не допускается. Необходим творческий подход. Обязательно делайте ссылки на используемые источники. Сами источники должны быть оформлены в соответствии с действующими стандартами.

Обращаю Ваше внимание на то, что контрольная работа – это, прежде всего, срез знаний.

Не пытайтесь задавать вопросы типа: «А как решить эту задачу?». Преподаватель не будет решать вместо Вас задачи, он может только реко-

мендовать литературу, которую следует прочитать, чтобы решить ту или иную задачу.

Согласно положению п.1.7 контрольная работа должна быть защищена очно. Защита контрольной работы проводится во время текущей консультации (1-я, 3-я неделя каждого месяца в ауд. 415а-1 корп.) или по предварительной согласованности с преподавателем.

График консультаций размещен на сайте кафедры ПИКС на Персональных страницах преподавателей по адресу: <http://www.bsuir.by/online/showpage.jsp?PageID=88441&resID=100229&lang=ru&menuItemID=102722>

Во время экзаменационной сессии консультации не проводятся.

3.3. О консультациях.

Текущие (очные) консультации проводятся только согласно графику, размещенному на сайте кафедры ПИКС. В другое время консультации всегда можно получить по электронной почте преподавателя.

Письма, пришедшие по электронной почте, рассматриваются не реже одного раза в неделю и Вам отправляется ответ.

Текущие консультации в период экзаменационной сессии НЕ ПРОВОДЯТСЯ.

3.4. О переписке по электронной почте

К сожалению, часто от студентов приходится получать крайне некорректные письма в повелительной форме. Поэтому давайте **БУДЕМ ОТНОСИТЬСЯ ДРУГ К ДРУГУ С УВАЖЕНИЕМ.**

Ваш электронный ящик должен быть назван корректно. При настройках обязательно укажите на русском языке свою фамилию, имя, отчество полностью. Это требование является **ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ.**

3.5. Об электронных ресурсах

Во время установочной сессии или консультаций Вы можете получить у преподавателя файлы электронных учебных и учебно-методических пособий.

4. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Вариант № 1

1. Теоретические вопросы

1. Конструирование как процесс проектирования с обратной связью. Основные этапы проектирования РЭУ.
2. Общие требования к рабочим чертежам.
3. Формирование технических требований на чертеж печатной платы и сборочный чертеж печатной платы.

2. Задача

Определить количество проводников, которые можно разместить на односторонней печатной плате между двумя отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления платы – фотохимический; расстояние между отверстиями 7,5 мм; максимальный диаметр контактной площадки 2 мм; шаг координатной сетки 2,5 мм; плотность печатного монтажа – 1-й класс; материал платы – гетинакс фольгированный марки ГФ-1-35.

Вариант № 2

1. Теоретические вопросы

1. Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных устройств.
2. Правила оформления схем. Буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах.
3. Системы автоматизированного проектирования печатных плат.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной плат, в том числе определить максимальный диаметр контактной площадки и количество проводников, которые можно разместить на печатной плате между двумя металлизированными отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления платы – полуаддитивный; способ получения рисунка – фотохимический; фоторезист сухой плёночный; расстояние между металлизированными отверстиями 3,75 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; диаметр неметаллизированных отверстий 1,0 мм; материал платы – стеклотекстолит марки СТЭФ-1-2ЛК; плотность печатного монтажа – 3-й класс; металлический резист – оплаваемый сплав олово-свинец.

Вариант № 3

1. Теоретические вопросы

1. Стратегии проектирования.
2. Автоматизированное назначение классификационного кода по геометрическим и технологическим характеристиками деталей и сборочных

единиц в соответствии с классификатором изделий и конструкторских документов.

3. Расчет элементов проводящего рисунка печатных плат.

2. Задача

Выбрать метод изготовления двухсторонней печатной платы и определить количество проводников, которые можно разместить между двумя контактными площадками.

Исходные данные: плотность печатного монтажа – 2-й класс; шаг координатной сетки 1,25 мм; максимальный диаметр контактной площадки 1,7 мм; расстояние между отверстиями контактных площадок 3,75 мм.

Вариант № 4

1. Теоретические вопросы

1. Повышение требований к качеству и надежности радиоэлектронных устройств, ускорение внедрения научных достижений, автоматизация производства и управления.

2. Стадии разработки конструкторской документации: техническое предложение.

3. Правила выполнения электрических схем.

2. Задача

Определить максимальный диаметр контактных площадок монтажных отверстий, которые можно расположить на односторонней печатной плате.

Исходные данные: метод изготовления платы – фотохимический; диаметр монтажных отверстий $d_{\max} = 0,82$ мм; расстояние между двумя монтажными отверстиями 2,5 мм; шаг координатной сетки 2,5 мм; плотность печатного монтажа – 1-й класс; материал платы – гетинакс двухсторонний марки ГФ-1-35.

Вариант № 5

1. Теоретические вопросы

1. Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных устройств. Взаимодействие инженера-схемотехника и инженера-конструктора.

2. Нанесение предельных отклонений на чертежах.

3. Выбор типа конструкции блока РЭУ.

2. Задача

Определить максимальный диаметр монтажных отверстий, которые можно расположить на двухсторонней печатной плате.

Исходные данные: метод изготовления платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка – фотохимический; фоторезист – сухой пленочный; минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями 2,5 мм; шаг координатной сетки 2,5 мм; плотность печатного монтажа 2-й

класс; металлический резист – оплавляемый сплав олово-свинец; материал платы – стеклотекстолит фольгированный марки СФ-2-35.

Ограничение. Печатные проводники между двумя монтажными отверстиями с расстоянием 2,5 мм не прокладываются.

Вариант № 6

1. Теоретические вопросы

1. Системный подход при проектировании РЭУ. Преимущества и трудности системного подхода к проектированию радиоэлектронных устройств.

2. Проектирование гибко-жестких печатных плат. Материалы, конструкции и особенности проектирования.

3. Химические окисные покрытия. Лакокрасочные покрытия и их свойства.

2. Задача

Определить возможность размещения двух проводников между двумя металлизированными отверстиями, расположенными в узлах координатной сетки многослойной печатной платы.

Исходные данные: метод изготовления МПП – металлизация сквозных отверстий; способ получения рисунка слоев – фотохимический; фоторезист – сухой пленочный; металлический резист – оплавляемый сплав олово-свинец; технология изготовления внутренних слоев – способ выполнения базовых отверстий – базовые отверстия выполняют как на фотошаблонах, так и на заготовках слоев, а совмещение их производят с помощью фиксирующих элементов; минимальное расстояние между двумя металлизированными отверстиями 3,75 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; диаметр монтажного отверстия $d_{\max} = 1,12$ мм; плотность печатного монтажа 2-й класс; материал МПП стеклотекстолит фольгированный травящийся марок ФТС-1-35А ($H=0,1$) и ФТС-2-35А ($H=0,14$).

Вариант № 7

1. Теоретические вопросы

1. Методы конструирования штампованных деталей. Технологичность деталей, полученных штамповкой.

2. Правила выполнения монтажных чертежей.

3. Краткая характеристика стандартов, используемых для проектирования печатных плат.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры односторонней печатной платы функционального узла, в том числе определить диаметр контактных площадок, ширину проводника, число проводников которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – фотохимический, минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями $l = 2,5\text{мм}$;

Диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{ce} = 1,0\text{мм}$; форма контактной площадки круглая; материал печатной платы – гетинакс фольгированный марки ГФ-1-35; толщина материала платы $H = 1,5\text{ мм}$; плотность печатного монтажа 1-й класс; шаг координатной сетки 2,5 мм.

Вариант № 8

1. Теоретические вопросы

1. Методы решения конструкторских задач: понятие методов проектирования, элементарные методы, методы синтеза и анализа.

2. Модульность структуры несущих конструкций. Основные конструктивные уровни РЭУ. Типовые конструкции РЭУ.

3. Особенности оформления конструкторской документации на чертежи печатной платы при автоматизированном проектировании.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной платы функционального узла. Выбрать материал и толщину платы.

Определить геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводника), число проводников которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – электрохимический; способ получения рисунка – фотохимический; минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями $l = 3,75\text{ мм}$; диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{ce} = 0,7\text{мм}$; форма контактной площадки - круглая; плотность печатного монтажа 2-й класс; резистивное покрытие – олово-свинец.

Вариант № 9

1. Теоретические вопросы

1. Поиск конструкторских решений.

2. Нанесение размеров на чертежах деталей.

3. Структурная схема конструкторско-технологического проектирования печатных плат.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной платы функционального узла. Выбрать материал и толщину платы. Определить геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводника), число проводников, которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка сеточнографический; фоторезист сухой пленочный; резистивное покрытие олово-свинец; минимальное расстояние между соседними монтажными отверстиями $l=2,5$ мм; диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{ce}=1,2$ мм; форма контактной площадки круглая; плотность печатного монтажа 2-й класс.

Вариант № 10

1. Теоретические вопросы

1. Сущность процесса проектирования и роль конструктора в обществе. Объект проектирования.
2. Варианты применения и конструкции гибко-жестких печатных плат.
3. Проходные изоляторы для герметизированных корпусов. Расчеты герметичности. Расчет усилия обжатия. Расчет утечки.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры многослойной печатной платы. Выбрать материал и метод изготовления внутренних и наружных слоев. Рассчитать геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводников) для внутренних и наружных слоев. Определить число проводников, которое можно провести между двумя соседними отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления МПП – металлизация сквозных отверстий; минимальное расстояние между центрами монтажных отверстий $l=3,75$ мм; форма контактной площадки круглая; число слоев МПП – 12; плотность печатного монтажа 2-й класс.

Вариант № 11

1. Теоретические вопросы

1. Варианты исполнения печатных плат с глухими и скрытыми отверстиями.
2. Виды и комплектность конструкторских документов.
3. Герметизация РЭУ. Виды герметизации. Пропитка. Назначение, особенности конструкций пропитываемых изделий. Основные свойства пропиточных материалов.

2. Задача

Выбрать метод изготовления двухсторонней печатной платы и определить количество проводников, которые можно разместить между двумя контактными площадками.

Исходные данные: плотность печатного монтажа – 3-й класс; шаг координатной сетки 1,25 мм; максимальный диаметр контактной площадки 1,5 мм; расстояние между отверстиями контактных площадок 3,55 мм.

Вариант № 12

1. Теоретические вопросы

1. Основные свойства РЭУ и их описание.
2. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.
3. Разработка компоновочных эскизов ячейки и выбор габаритных размеров печатных плат.

2. Задача

Определить максимальный диаметр монтажных отверстий, которые можно расположить на двухсторонней печатной плате.

Исходные данные: метод изготовления платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка – фотохимический; фоторезист – сухой пленочный; минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями 3,5 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; плотность печатного монтажа 3-й класс; металлический резист – оплавляемый сплав олово-свинец; материал платы – стеклотекстолит фольгированный марки СФ-2-35.

Вариант № 13

1. Теоретические вопросы

1. Стадии разработки конструкторской документации: эскизный проект.
2. Типовые несущие конструкции РЭУ. Структура основных размеров несущих конструкций РЭУ.
3. Выбор класса точности печатных плат. Выбор методы изготовления печатных плат.

2. Задача

Определить возможность размещения двух проводников между двумя металлизированными отверстиями, расположенными в узлах координатной сетки многослойной печатной платы.

Исходные данные: метод изготовления МПП – попарного прессования; способ получения рисунка слоев – фотохимический; фоторезист – сухой пленочный; металлический резист – оплавляемый сплав олово-свинец; технология изготовления внутренних слоев – способ выполнения базовых отверстий – базовые отверстия выполняют как на фотошаблонах, так и на заготовках слоев, а совмещение их производят с помощью фиксирующих элементов; минимальное расстояние между двумя металлизированными отверстиями 2,75 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; диаметр монтажного отверстия $d_{\max} = 1,12$ мм; плотность печатного монтажа 3-й класс; материал МПП стеклотекстолит фольгированный травящийся марок ФТС-1-35А ($H=0,1$) и ФТС-2-35А ($H=0,14$).

Вариант № 14

1. Теоретические вопросы

1. Согласование линий передачи данных на печатной плате.

2. Разработка чертежей деталей.
3. Металлические покрытия. Анодно-окисные покрытия.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной платы функционального узла. Выбрать материал и толщину платы. Определить геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводника), число проводников, которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка сеточнографический; фоторезист сухой пленочный; резистивное покрытие олово-свинец; минимальное расстояние между соседними монтажными отверстиями $l=3,5$ мм; диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{ce}=1,4$ мм; форма контактной площадки круглая; плотность печатного монтажа 3-й класс.

Вариант № 15

1. Теоретические вопросы

1. Методы конструирования пресованных и литых деталей.
2. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.
3. Электрические требования и характеристики печатных плат.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной платы функционального узла. Выбрать материал и толщину платы.

Определить геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводника), число проводников, которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка – фотохимический; минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями $l=3,75$ мм; диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{ce}=0,7$ мм; форма контактной площадки - круглая; плотность печатного монтажа 3-й класс; резистивное покрытие – олово-свинец.

Вариант № 16

1. Теоретические вопросы

1. Противоречия между расширением функциональных возможностей и ограничениями на габариты, массу, удобство применения и обслуживания при повышении требований к надежности, патентной чистоте и другим показателям.

2. Габаритные чертежи.
3. Выбор материала основания печатных плат.

2.Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры многослойной печатной платы. Выбрать материал и метод изготовления внутренних и наружных слоев. Рассчитать геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводников) для внутренних и наружных слоев. Определить число проводников, которое можно провести между двумя соседними отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления МПП – металлизация сквозных отверстий; минимальное расстояние между центрами монтажных отверстий $l=3,0$ мм; форма контактной площадки круглая; число слоев МПП – 8; плотность печатного монтажа 2-й класс.

Вариант № 17

1.Теоретические вопросы

- 1.Основные материалы для штампованных деталей.
- 2.Основные требования к нанесению размеров и предельных отклонений на чертежах деталей.
- 3.Базовые и расходные материалы печатных плат. Материалы для изготовления односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат.

2.Задача

Определить количество проводников, которые можно разместить на двусторонней печатной плате между двумя отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления платы – комбинированный позитивный; расстояние между отверстиями 2,5 мм; максимальный диаметр контактной площадки 1,5 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; плотность печатного монтажа – 3-й класс; материал платы – стеклотекстолит фольгированный марки СФ-2-35.

Вариант № 18

1.Теоретические вопросы

- 1.Усадка как типичная особенность прессованных и литых деталей.
- 2.Схемы как конструкторские документы. Виды и типы схем.
- 3.Защита от влаги с помощью покрытий.

2.Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры многослойной печатной платы. Выбрать материал и метод изготовления внутренних и наружных слоев. Рассчитать геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводников) для внутренних и наружных слоев. Определить число проводников, которое можно провести между двумя соседними отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления МПП – металлизация сквозных отверстий; минимальное расстояние между центрами монтажных отверстий

$l=3,5$ мм; форма контактной площадки круглая; число слоев МПП – 5; плотность печатного монтажа 2-й класс.

Вариант № 19

1. Теоретические вопросы

1. Ввод механического чертежа в проект печатной платы.
2. Особенности проектирования несущих конструкций.
3. Расчет электрических параметров печатных плат.

2. Задача

Выполнить расчет односторонней печатной платы усилителя. Определить минимально допустимые значения толщины и ширины печатных проводников, исходя из электрического режима работы усилителя.

Исходные данные: напряжение питания $U_{num} = 12$ В; максимальный ток, проходящий через проводник, $I_{max} = 0,4$ А; размер платы 140 x 70 мм; материал платы – стеклотекстолит фольгированный марки СФ-1-50; $J_{дон} = 30$ А/м²; метод изготовления платы фотохимический; фоторезист сухой пленочный.

Вариант № 20

1. Теоретические вопросы

1. Целостность сигналов на печатной плате и волновое сопротивление проводников.
2. Правила оформления основных надписей.
3. Разъемная герметизация. Особенности проектирования металлических уплотнителей.

2. Задача

Определить количество проводников, которые можно разместить на односторонней печатной плате между двумя отверстиями. Исходные данные: метод изготовления платы – фотохимический; расстояние между отверстиями $l_{min} = 7,5$ мм; максимальный диаметр контактной площадки $D_{max} = 2$ мм; шаг координатной сетки 2,5 мм; плотность печатного монтажа – 1-ый класс; материал платы – гетинакс фольгированный марки ГФ-1-35.

Необходимые табличные данные:

- погрешность расположения базовых отверстий на заготовке $\delta_z = 0,02$ мм;
- погрешность расположения относительно координатной сетки на фототаблоне проводника $\delta_{ш} = 0,03$ мм;
- погрешность расположения печатных элементов при экспонировании на слое $\delta_z = 0,02$ мм;

–погрешность расположения базовых отверстий в фотошаблоне $\delta_n = 0,03$ мм ;

–погрешность расположения проводника на фотошаблоне относительно координатной сетки $\delta_{шт} = 0,004$ мм ;

–для первого класса плотности печатного монтажа $S_{\min} = 0,500$ мм ;

–минимальная эффективная ширина проводника $t_{n \min} = 0,500$ мм ;

–толщина предварительно осажденной меди $h_{n m} = 0,005$ мм ;

–толщина металлизированного резистора $h_p = 0,02$ мм .

Вариант № 21

1. Теоретические вопросы

1. Специфика конструирования деталей, полученных гибкой.

2. Текстовые документы (правила оформления): таблицы, расчеты, инструкции.

3. Влагостойкость металлов и пластмасс. Процесс растворимости воды в полимерах. Закон Генри.

2. Задача

Определить минимально допустимую ширину печатного проводника, падение напряжения, мощность потерь двух параллельных печатных проводников.

Исходные данные: напряжение питания $U_{пит} = 12$ В; максимальный ток, проходящий через проводник, $I_{\max} = 0,7$ А; размер платы 45 x 75 мм; материал платы – СФ-2-35; метод изготовления – комбинированный позитивный; способ получения рисунка – фотохимический; фоторезист сухой пленочный; резистивное покрытие – олово-свинец; $h_{n m} = 0,0065$ мм ; $h_{\phi} = 0,035$ мм ; $h_2 = 0,055$ мм ; $l = 0,03$ м ; $\rho = 0,020$ Ом·мм²/м ; $j_{дон} = 30$ А/мм² ; $tg \delta = 0,002$; $C = 9 \cdot 10^{-3} EF/h$ – емкость печатной платы в ПФ ($E = 6,0$; $F = 2200$ мм² ; $h = 1,5$ мм ; $f = 1$ МГц); для 2-го класса ПП по ГОСТ 23751-86 $b_{зад} = 0,2$ мм ; (при расчете мощности потерь f [МГц], C [мкФ], U [В]).

Вариант № 22

1. Теоретические вопросы

1. Технологичность деталей, полученных вытяжкой.

2. Жесткость деталей несущих конструкций.

3. Проверочные расчеты печатных плат. Подготовка разработанного проекта печатных плат к производству.

2.Задача

Необходимо решить вопрос, следует ли проектировать некоторое перфорированное радиоэлектронное устройство в виде двух отдельных блоков (функциональный и блок питания) либо разместить все в одном блоке. Допустимо только естественное воздушное охлаждение. Показатели для функционального блока $\Delta T_c = 35\text{К}$; $q = 280\text{Вт/м}^2$; для блока питания $\Delta T_c = 60\text{ К}$; $q = 250\text{Вт/м}^2$. При монтаже в одном блоке показатели имеют следующие значения: $\Delta T_c = 32\text{ К}$; $q = 390\text{Вт/м}^2$.

Вариант № 23

1.Теоретические вопросы

- 1.Конструкторские документы и их классификация.
- 2.Маркировка и клеймение изделий.
- 3.Выбор компоновочной структуры ячеек РЭУ. Выбор типа конструкции печатных плат.

2.Задача

Определить значение собственной резонансной частоты платы из стеклотекстолита ($\rho = 3\text{ г/см}^3$, $k_m = 0,54$) толщиной 1,2 мм, размеры сторон которой 150 x 100 мм, а коэффициент B составляет 124 единицы. Масса элементов, равномерно размещенных на поверхности платы, составляет 70 г.

Вариант № 24

1.Теоретические вопросы

- 1.Техническое задание на проектирование и постановку продукции на производство.
- 2.Общие требования к текстовым документам.
- 3.Импортные материалы в производстве печатных плат.

2.Задача

Определить амплитуду колебаний центра печатной платы на резонансной частоте, если логарифмический декремент платы $\delta = 0,067$, а амплитуда колебаний мест закрепления платы – 0,02 мм.

Вариант № 25

1.Теоретические вопросы

- 1.Стадии разработки конструкторской документации: технический проект.
- 2.Прочность деталей несущих конструкций при переменных напряжениях. Устойчивость равновесия элементов несущих конструкций.
- 3.Правила выполнения сборочных чертежей.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной платы функционального узла. Выбрать материал и толщину платы. Определить геометрические размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводника), число проводников, которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка сеточнографический; фоторезист сухой пленочный; резистивное покрытие олово-свинец; минимальное расстояние между соседними монтажными отверстиями $l=3,5$ мм; диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{ca}=1,5$ мм; форма контактной площадки круглая; плотность печатного монтажа 2-й класс.

Вариант № 26

1. Теоретические вопросы

1. Виды изделий.
2. Конструктивно-технологическое исполнение несущих конструкций.
3. Конструкторские требования и характеристики печатных плат.

2. Задача

Печатная плата изготовлена электрохимическим (полуаддитивным) методом, рисунок получен фотохимическим способом. Минимальное расстояние между монтажными отверстиями – 1,5 мм, шаг координатной сетки – 1,25 мм, диаметр неметаллизированного монтажного отверстия – 0,6 мм, форма контактной площадки – круглая, плотность печатного монтажа – 2-й класс, фоторезист – сухой пленочный, металлический резист – оплаваемый сплав олово-свинец.

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двусторонней печатной платы функционального узла РЭС. Необходимо выбрать материал и толщину платы, определить линейные размеры элементов печатного монтажа (диаметр контактных площадок и ширину проводника), определить число проводников, которые можно провести между соседними отверстиями.

Вариант № 27

1. Теоретические вопросы

1. Взаимосвязь конструкции радиоэлектронных средств с определяющими факторами и тактико-техническими требованиями.
2. Обволакивание и заливка. Расчет внутренних напряжений в компонентах при заливке.
3. Правила выполнения чертежей печатных плат.

2. Задача

Определить количество проводников, которые можно разместить на односторонней печатной плате между двумя отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления платы – фотохимический; расстояние между отверстиями 5,5 мм; максимальный диаметр контактной площадки 2,2 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; плотность печатного монтажа – 1-й класс; материал платы – гетинакс фольгированный марки ГФ-1-35.

Вариант № 28

1. Теоретические вопросы

1. Конструирование деталей с отверстиями.
2. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.
3. Особенности проектирования резиновых уплотнителей. Корпуса, крышки и их соединения. Расчет качества герметизации.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры двухсторонней печатной плат, в том числе определить максимальный диаметр контактной площадки и количество проводников, которые можно разместить на печатной плате между двумя металлизированными отверстиями.

Исходные данные: метод изготовления платы – полуаддитивный; способ получения рисунка – фотохимический; фоторезист сухой плёночный; расстояние между металлизированными отверстиями 3,5 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; диаметр неметаллизированных отверстий 1,2 мм; материал платы – стеклотекстолит марки СТЭФ-1-2ЛК; плотность печатного монтажа – 3-й класс; металлический резист – оплаваемый сплав олово-свинец.

Вариант № 29

1. Теоретические вопросы

1. Конструирование армированных пластмассовых деталей.
2. Правила составления спецификации.
3. Унифицированные типовые конструкции. Система базовых несущих конструкций.

2. Задача

Выбрать метод изготовления двухсторонней печатной платы и определить количество проводников, которые можно разместить между двумя контактными площадками.

Исходные данные: плотность печатного монтажа – 2-й класс; шаг координатной сетки 1,25 мм; максимальный диаметр контактной площадки 1,5 мм; расстояние между отверстиями контактных площадок 3,5 мм.

Вариант № 30

1. Теоретические вопросы

1. Методы конструирования механических соединений.

2. Методы снижения внутренних напряжений в компаундах. Основные свойства компаундов и рекомендации по их применению.

3. Обозначения шероховатости поверхностей. Параметры шероховатости.

2. Задача

Определить максимальный диаметр контактных площадок монтажных отверстий, которые можно расположить на односторонней печатной плате.

Исходные данные: метод изготовления платы – фотохимический; диаметр монтажных отверстий $d_{\max} = 0,8 \text{ мм}$; расстояние между двумя монтажными отверстиями 2,75 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; плотность печатного монтажа – 1-й класс; материал платы – гетинакс двухсторонний марки ГФ-1-35.

Вариант № 31

1. Теоретические вопросы

1. Формирование технических требований и ограничений.
2. Формы текстовых документов и особенности их выполнения.
3. Требования по устойчивости печатных плат к климатическим и механическим воздействиям. Технологические требования.

2. Задача

Определить максимальный диаметр монтажных отверстий, которые можно расположить на двухсторонней печатной плате.

Исходные данные: метод изготовления платы – комбинированный позитивный; способ получения рисунка – фотохимический; фоторезист – сухой пленочный; минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями 3,25 мм; шаг координатной сетки 1,25 мм; плотность печатного монтажа 2-й класс; металлический резист – оплаваемый сплав олово-свинец; материал платы – стеклотекстолит фольгированный марки СФ-2-35.

Примечание. Печатные проводники между двумя монтажными отверстиями с расстоянием 2,5 мм не прокладываются.

Вариант № 32

1. Теоретические вопросы

1. Требования к эксплуатационным, электрическим и конструкторским параметрам и характеристикам.
2. Сборочные чертежи и их содержание.
3. Проектирование деталей и узлов несущих конструкций.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры односторонней печатной платы функционального узла, в том числе определить диаметр контактных площадок, ширину проводника, число проводников которые можно провести между соседними контактными площадками.

Исходные данные: метод изготовления печатной платы – фотохимический, минимальное расстояние между двумя монтажными отверстиями $l = 3,0$ мм; диаметр неметаллизированного монтажного отверстия $d_{св} = 1,22$ мм; форма контактной площадки круглая; материал печатной платы – гетинакс фольгированный марки ГФ-1-35; толщина материала платы $h = 1,2$ мм; плотность печатного монтажа 1-й класс; шаг координатной сетки 1,25 мм.

Вариант № 33

1. Теоретические вопросы

1. Показатели качества конструкции: абсолютные, относительные, удельные и комплексные.

1. Правила оформления: ведомость спецификаций, другие ведомости.

3. Определение толщины печатных плат. Определение числа слоев и толщины многослойных печатных плат.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры многослойной печатной платы функционального узла, собранного на микросхемах типа 134ЛБ2А. Определить габариты МПП, максимальную длину проводника, емкость проводников, омическое сопротивление проводника, величину узкого места при прокладке трех проводников, усилие прессования печатных слоев; себестоимость изготовления отдельного слоя.

Исходные данные: метод изготовления МПП – послойное наращивание; число слоев 5; количество микросхем 26; материал слоев – стеклоткань СПТ-3, катаная фольга М-1, стеклоткань Э-0,1 ($h = 0,1$), гальванически наращиваемая медь ($h_2 = 0,06$); частота питающего напряжения $f = 100$ МГц;

Допустимая паразитная емкость между двумя проводниками $C_{нар} \leq 10nФ$; плотность печатного монтажа 2-й класс; шаг координатной сетки 1,25 мм; годовая программа выпуска МПП $N = 1000$ шт.

Вариант № 34

1. Теоретические вопросы

1. Формирование технического задания.

2. Обозначение изделий и конструкторских документов. Классификатор ЕСКД.

3. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.

2. Задача

Рассчитать конструктивно-технологические параметры многослойной печатной платы функционального узла, собранного на микросхемах типа 134ЛБ2А. Определить габариты МПП, максимальную длину проводника, емкость проводников, омическое сопротивление проводника, волновое сопро-

тивление проводников, величину узкого места при прокладке двух проводников, усилие прессования слоев.

Исходные данные: метод изготовления МПП – послойное наращивание; число слоев 5; количество микросхем 20; материал слоев – стеклоткань СПТ-3 ($H_{пр} = 0.06$), катаная фольга М-1; стеклоткань Э-0,1 ($h_3=0,1$), гальванически наращиваемая медь ($h_1=0,06$); чистота питающего напряжения $f=49$ МГц; допустимая паразитная емкость между двумя проводниками $C \leq 7$ пФ; плотность печатного монтажа – 2-й класс; шаг координатной сетки 1,25 мм.

Вариант № 35

1. Теоретические вопросы

1. Стадии разработки конструкторской документации: разработка рабочей документации.
2. Особенности нанесения размеров на сборочных чертежах.
3. Установка элементов на печатные платы.

2. Задача

Произвести проверочный расчет двусторонней печатной платы усилителя. Определит минимально допустимые значения толщины и ширины проводника.

Исходные данные: напряжение питания $U_{пит} = 12$ В; максимальный ток, проходящий через проводник $I_{max} = 0,4$ А; размер платы 110x70 мм; материал платы – стеклотекстолит фольгированный марки СФ-2-35; метод изготовления платы – комбинированный позитивный; резистивное покрытие – олово-свинец; плотность печатного монтажа 2-й класс.

5. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Вариант № 1

1. Теоретические вопросы

1. Процессы памяти.
2. Определение размеров компонентов панелей управления.
3. Психофизиологические требования к проектированию РЭУ.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Rohde&Schwarz ZVA8.



Вариант № 2

1. Теоретические вопросы

1. Характеристики слухового анализатора.
2. Требования к совместному расположению индикаторов и органов управления.
3. Совершенствование функциональных качеств.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Fluke 6690 - Таймер-счетчик-анализатор.



Вариант № 3

1. Теоретические вопросы

1. Абсолютные и дифференциальные пороги чувствительности по частоте, интенсивности, времени и пространству.
2. Инженерная психология и эргономика как научные дисциплины.
3. Вопросы методики художественно-конструкторского анализа.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Rohde&Schwarz ZVL3_6.



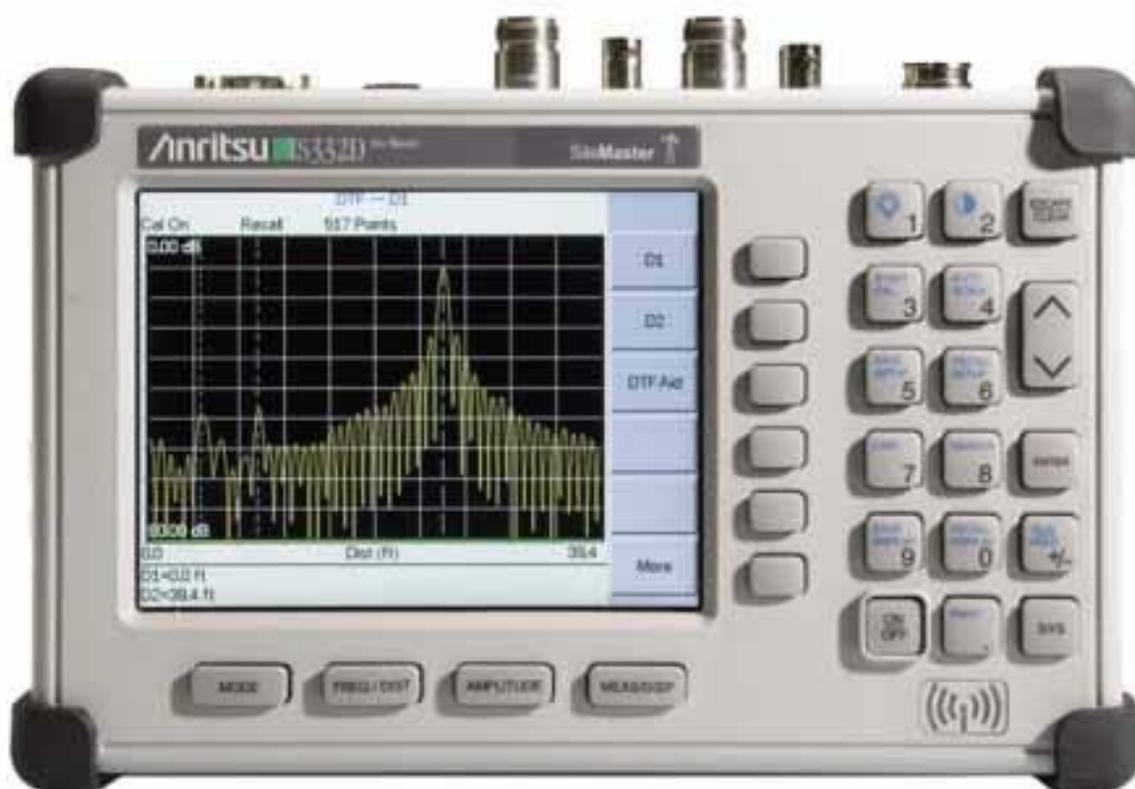
Вариант № 4

1. Теоретические вопросы

1. Структура системы «человек–машина».
2. Основные принципы применения цвета.
3. Мышление как деятельность по переработке информации.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Анализатор АФУ Anritsu Site Master S331D.



Вариант № 5

1. Теоретические вопросы

1. Характеристики управляющих движений.
2. Факторы, влияющие на выбор цветового решения.
3. Инженерно-психологический анализ и синтез деятельности.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Анализатор АФУ JDSU(Acterna) JD724A.



Вариант № 6

1. Теоретические вопросы

1. Особенности функционирования системы «человек–машина».
2. Связь геометрических размеров пультов управления с антропометрическими характеристиками человека.
3. Классификация СЧМ и классы операторской деятельности.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Анализатор спектра Advantest U3751.



Вариант № 7

1. Теоретические вопросы

1. Стадии приема информации.
2. Определение размеров панелей управления.
3. Психологические, физиологические, математические и имитационные методы.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Анализатор спектра Agilent E4402B.



Вариант № 8

1. Теоретические вопросы

1. Виды движения.
2. Определение светотехнических характеристик компонентов панелей управления.
3. Общие сведения о технической эстетике.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Анализатор спектра NS-132A.



Вариант № 9

1. Теоретические вопросы

1. Информационная нагрузка оператора.
2. Оператор как главное звено в системе «человек – машина».
3. Основные проблемы взаимодействия человека с компьютерными системами.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Генератор Agilent 81100.



Вариант № 10

1. Теоретические вопросы

1. Классификация средств отображения информации.
2. Трудовая деятельность человека в процессе его взаимодействия с техническими системами в условиях воздействия на него факторов внешней среды как предмет эргономики.
3. Восприятие речевых сообщений и взаимодействие анализаторов.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Атенюатор Micronix MAT800.



Вариант № 11

1. Теоретические вопросы

1. Требования к средствам отображения информации.
2. Основные определения и место инженерной психологии и эргономики в системе научного знания и эргономики
3. Тектоника конструкции и характеристика форм.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели анализатора спектра АКПП 4201.



Вариант № 12

1. Теоретические вопросы

1. Алгоритм работы оператора.
2. Связь композиции и цветокомпозиции.
3. Управляющие действия оператора. Рабочие движения и сенсомоторные реакции.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Генератор ВК 4075.



Вариант № 13

1. Теоретические вопросы

1. Этапы деятельности оператора в системе «Человек–машина».
2. Определение коэффициентов стереотипности и логической сложности.
3. Процессы информационного взаимодействия человека и техники как предмет инженерной психологии.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Генератор сигналов Rohde&Schwarz SMA100A.



Вариант № 14

1. Теоретические вопросы

1. Виды, принцип работы, характеристики и свойства анализаторов.
2. Инженерно-психологические требования к отдельным видам визуальной индикации.
3. Психологические причины нарушений надежности человека-оператора.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Измеритель мощности Rohde&Schwarz NAS.



Вариант № 15

1. Теоретические вопросы

1. Общая характеристика зрительного анализатора.
2. Связь инженерной психологии и эргономики с другими науками.
3. Требования к проектированию РЭУ с цифровой индикацией.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Измеритель мощности Rohde&Schwarz NRP.



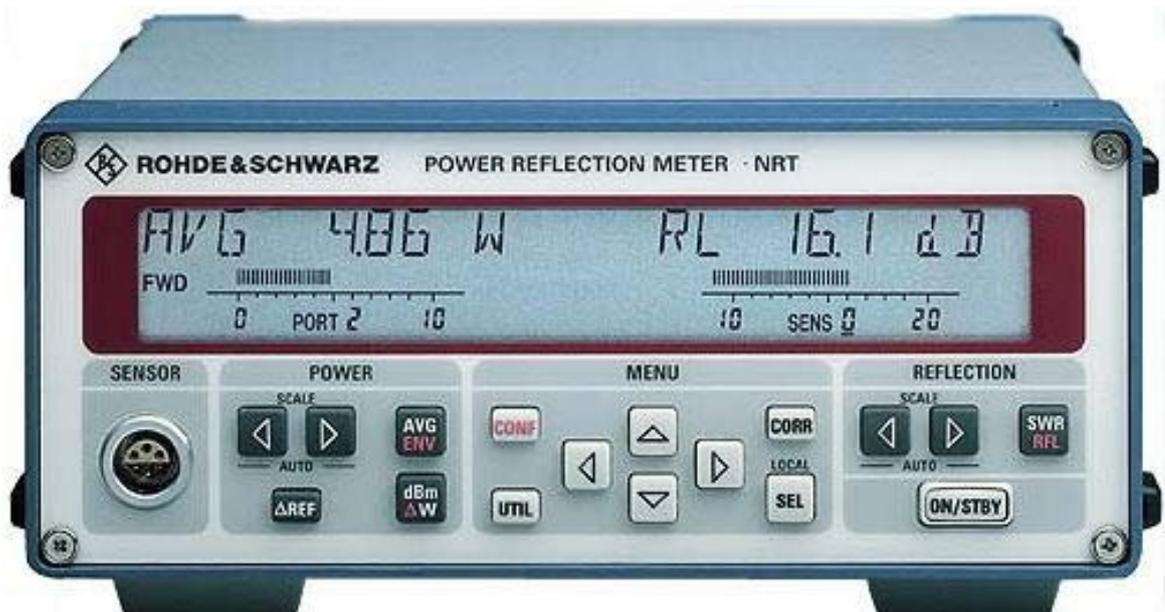
Вариант № 16

1. Теоретические вопросы

1. Восприятие речевых сообщений.
2. Инженерно-психологические характеристики пультов управления.
3. Рациональность конструкции.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели Измеритель мощности Rohde&Schwarz NRT.



Вариант № 19

1. Теоретические вопросы

1. Энергетические, информационные, пространственные и временные характеристики.
2. Принципы композиции.
3. Стандартизация и инженерная психология.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Измеритель уровня сигналов.



Вариант № 20

1. Теоретические вопросы

1. Характеристики тактильного анализатора.
2. Этапы деятельности оператора: прием, оценка и переработка информации, принятие решения и его реализация.
3. Конструктивные требования к системам, сочетающим зрительные, слуховые и тактильные индикаторы.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Источник питания 382203.



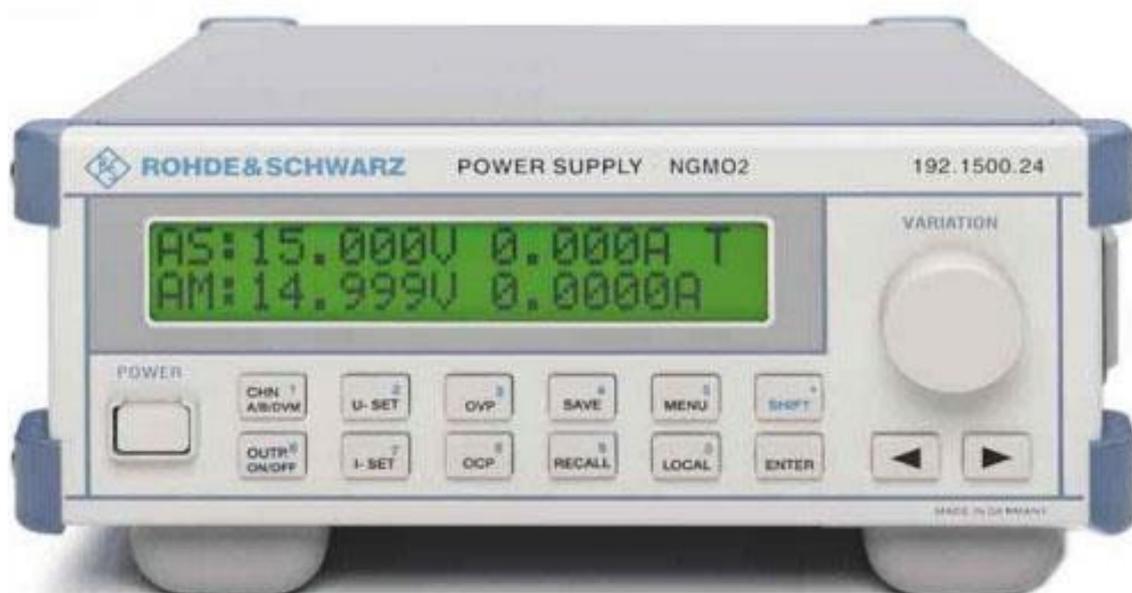
Вариант № 21

1. Теоретические вопросы

1. Абсолютный и дифференциальный пороги чувствительности.
2. Принцип гуманизации труда, принцип активности оператора, принцип проектирования деятельности, принцип последовательности и принцип комплексности как основные критерии решения теоретических и практических задач в инженерной психологии.
3. Изделия с обособленной формой.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Источник питания Rohde&Schwarz NGMO1.



Вариант № 22

1. Теоретические вопросы

1. Взаимодействие анализаторов при приеме информации.
2. Психологическая система деятельности и ее компоненты: мотивы, цели и программа деятельности, информационная основа деятельности, принятие решения и познавательные процессы, психомоторные процессы и рабочие движения, профессионально важные качества оператора.
3. Обусловленность формы функцией РЭУ.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Источник питания Rohde&Schwarz NGSM32_10.



Вариант № 23

1. Теоретические вопросы

1. Антропометрические характеристики человека.
2. Информационная и образно-концептуальная модели.
3. Творческий подход к форме.

2. Практическое задание

Выполнить расчет размеров панели, компонентов и светотехнических характеристик компонентов панели, эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Источник питания VSP12010.



Вариант № 24

1. Теоретические вопросы

1. Долговременная и кратковременная память.
2. Процессы и характеристики памяти в процессах приема, хранения и переработки информации человеком.
3. Конструирование органов управления.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Источник питания АТН-1335.



Вариант № 25

1. Теоретические вопросы

1. Виды решений, принимаемые оператором.
2. Психофизиологические характеристики процессов приема, хранения и переработки информации.
3. Оценка качества РЭУ.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: портативный анализатор LMR Master™ компания Anritsu.



Вариант № 26

1. Теоретические вопросы

1. Управляющие действия оператора.
2. Монотония и напряженность в деятельности оператора и методы борьбы с ними.
3. Оптимальное решение РЭУ и формы.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: осциллограф Infiniium серии Z компании Agilent Technologies.



Вариант № 27

1. Теоретические вопросы

1. Виды сенсомоторных реакций.
2. Информационное взаимодействие человека и машины.
3. Конструирование пультов и компоновка панелей.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: портативный осциллограф Fluke 190-504.



Вариант № 28

1. Теоретические вопросы

- 1.Стереотипность и логическая сложность алгоритма.
- 2.Роль образно-концептуальной модели в регуляции деятельности оператора.
- 3.Компоновка рабочего места оператора.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: программируемый источник питания компания Keithley Instruments.



Вариант № 29

1. Теоретические вопросы

1. Постоянная и оперативная память.
2. Проблемы и задачи инженерной психологии.
3. Тектоника конструкции и характеристика формы.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: четырехканальный микропроцессорный технологический индикатор «Микрол» ИТМ-4.



Вариант № 30

1. Теоретические вопросы

1. Характеристики оперативной памяти.
2. Требования к органам индикации, управления, коммутации, надписям и их размещению на панелях управления.
3. Системный метод конструирования. Применение системного метода для решения проблем конструирования.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: Осциллограф.



Вариант № 31

1. Теоретические вопросы

1. Особенности функционирования системы «человек–машина».
2. Определение размеров панелей управления.
3. Общие сведения о технической эстетике.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: портативный анализатор спектра компании Rohde&Schwarz.



Вариант № 32

1. Теоретические вопросы

1. Структура системы «человек–машина».
2. Факторы, влияющие на выбор цветового решения.
3. Классификация СЧМ и классы операторской деятельности.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: векторный генератор сигналов SMW200A компании Rohde&Schwarz.



Вариант № 33

1. Теоретические вопросы

1. Основные проблемы взаимодействия человека с компьютерными системами.
2. Трудовая деятельность человека в процессе его взаимодействия с техническими системами в условиях воздействия на него факторов внешней среды как предмет эргономики.
3. Требования к средствам отображения информации.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: портативный анализатор сигналов цифрового DVB-T/T2 и аналогового телевидения компании «ПЛАНАР».



Вариант № 34

1. Теоретические вопросы

1. Алгоритм работы оператора.
2. Определение коэффициентов стереотипности и логической сложности.
3. Психологические причины нарушений надежности человека-оператора.

2. Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: анализатор качества сигнала MP1800A BERT компании Anritsu.



Вариант № 35

1. Теоретические вопросы

1. Характеристики тактильного анализатора.
2. Принцип гуманизации труда, принцип активности оператора, принцип проектирования деятельности, принцип последовательности и принцип комплексности как основные критерии решения теоретических и практических задач в инженерной психологии.
3. Творческий подход к форме.

Практическое задание

Выполнить расчет эргономических характеристик органов управления, времени информационного поиска и расчет алгоритма работы оператора для РЭУ: генераторов сигналов RIGOL.





КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ПИКС

Кафедра КиПРА - конструирования и производства радиоаппаратуры – как структурная единица Минского радиотехнического института была **организована 15 марта 1964 года**. В настоящее время – **кафедра проектирования информационно-компьютерных систем**.



Первым заведующим кафедрой был избран академик АН БССР, доктор технических наук, профессор Коновалов Е.Г.

Кафедра обеспечивала выпуск студентов по специальности 0705 "Конструирование и технология производства радиоэлектронной аппаратуры".

На кафедре было 6 учебных лабораторий, конструкторский класс, в котором были представлены конструкции радиоаппаратуры, выпускаемой различными предприятиями радиопромышленности Белоруссии.

Одновременно на кафедре стремительно развивалась наука.

Обладая незаурядными организаторскими способностями, научными и производственными связями, академик Коновалов Е.Г. своевременно выявлял запросы и проблемы промышленности и определял научные направления кафедры.

Выполняемые на кафедре научно-исследовательские работы имели большую экономическую эффективность. Все НИР были защищены авторскими свидетельствами (сотрудниками кафедры за первые 10 лет после ее организации было получено более 120 авторских свидетельств на изобретения). Практически все НИР были внедрены в производство.

За первые 10 лет на кафедре было подготовлено и защищено 12 кандидатских диссертаций и она стала настоящей кузницей научных и преподавательских кадров.

В 1969 г. кафедру возглавил старший преподаватель Самуйлик В.С. (1969-1971 гг.).

За это время состав преподавателей пополнился молодыми учеными, защитившими кандидатские диссертации (Тявловский М.Д.,

Волков В.А., Попов Г.М., Троян Ф.Д., Молочко В.И., Хмыль А.А., Достанко А.П. и др.). Следует особенно выделить перспективную научную деятельность в эти годы канд.техн.наук, доцента Достанко А.П. (в настоящее время Достанко А.П. – д-р техн.наук, профессор, академик НАНБ, Заслуженный изобретатель СССР, дважды лауреат Государственной премии Республики Беларусь, заслуженный деятель науки и техники Республики Беларусь, заведующий кафедрой электронной техники и технологии БГУИР), возглавившего учебную и научную работу на кафедре по микроминиатюризации РЭА. Он был инициатором и создателем нескольких лабораторий, явившихся базой для будущей кафедры "Технология РЭА".



С 1972 по 1974 г. кафедру возглавлял канд.техн.наук, доцент Чердынцев В.А. (в настоящее время заслуженный деятель науки Республики Беларусь, д-р техн.наук, профессор кафедры РТС БГУИР) специалист в области системотехники.

С его приходом усилилась учебная и научная работа. Проводились исследования по защите РЭА от влияния электромагнитных полей, применению конструкционных материалов в технике СВЧ. Состав кафедры в этот период увеличился до 90 человек.

С 1981 по 1987 г. кафедру КиПРА возглавлял д-р техн.наук, профессор Хлопов Ю.Н.

В этот период активизируется работа по внедрению НИР в народное хозяйство. Основное внимание уделяется подготовке кадров высшей квалификации. Произошли существенные изменения по совершенствованию учебного процесса.



С 1987 г. по 2007 г. кафедру возглавлял выпускник МРТИ канд.техн.наук, профессор Образцов Н.С.

При его участии **в 2002 году были открыты новые специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств и 1-38 02 03 Техническое обеспечение безопасности.**

Большое внимание в этот период уделяется вопросам организации и совершенствования учебного процесса, особенно вопросам компьютеризации проектирования на всех этапах учебного процесса, внедрению компьютерной техники в курсовом и дипломном проектировании. Особое внимание уделяется переходу системы образования на новые образовательные стандарты и учебные планы.

Успешно проводились научные исследования по изучению влияния дестабилизирующих факторов на изделия электронной техники.



С сентября 2007 г. по февраль 2008 г. обязанности заведующего кафедрой исполнял доцент Ткачук А.М.

Продолжилась работа по совершенствованию учебно-воспитательного процесса. Прошло обновление учебных планов подготовки специалистов на первой ступени высшего образования. Успешно проводились научные исследования. Увеличилось число магистрантов, обучающихся на кафедре.



С 2008 г. кафедру возглавляет выпускник МРТИ канд.техн.наук, доцент Цырельчук И.Н.

В течение всего времени особое внимание уделяется совершенствованию учебно-воспитательного и научно-исследовательского процессов.

На кафедре открываются впервые в Республике Беларусь новые специальности первой ступени высшего образования:

– 1-39 03 01 Электронные системы безопасности (2010 год);

– 1-39 03 01 Программирование мобильных систем (2013 год);

– 1-39 03 01 Информационные системы и технологии (в бизнес-менеджменте) (2014 год).

В 2012 году открыта специальность магистратуры, практико-ориентированное направление – **1-39 81 01 Компьютерные технологии проектирования электронных систем.**

Созданы филиалы кафедры в: **ОАО «КБТЭМ-ОМО»; ОАО «Авангардспецмонтаж»; ОАО «Комп и К плюс»; Войсковой части 5529.**

25.10.2012 на базе кафедры открылся первый в Беларуси Международный **учебно-научный центр «Android Software Center»**



16.01.2013 на кафедре состоялось открытие **учебно-исследовательского центра INTES.**



22.04.2013 ректором БГУИР и президентом Института компьютерных систем (Computer System Institute) был **подписан договор о взаимном сотрудничестве в области оказания образовательных услуг жителям США на основе интегрированной подготовки специалистов уровней «Бакалавр», «Специалист», «Магистр».**

В рамках данного договора состоялось торжественное **открытие на базе CSI (г.Чикаго, США) филиала кафедры проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР.**



В этом филиале с использованием учебно-лабораторной базы CSI с 01.09.2013 началось интегрированное (очное + дистанционное) обучение жителей США по специальности «Проектирование мобильных систем»

04.11.2013 подписан договор об открытии на базе представительства CSI в г.Бостоне (США) филиала кафедры проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР.



18.03.2014 на базе кафедры ПИКС состоялось торжественное **открытие учебно-исследовательского центра «Совершенные системы» и академии CISCO.**



На кафедре успешно работают учебно-исследовательские лаборатории: «Моделирования и компьютерного анализа электронных систем», «Микропроцессорных систем», «Систем безопасности» и «Теоретических основ конструирования, технологии и надежности РЭС».

Особое внимание уделяется подготовке кадров высшей квалификации. В последние годы на кафедре ежегодно обучается около 15 аспирантов, более 90 магистрантов.

Учебное издание

АЛЕКСЕЕВ Виктор Федорович
ПИСКУН Геннадий Адамович
БОГАТКО Иван Николаевич

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

*Методическое пособие
для студентов заочной формы обучения высших учебных заведений
специальности 1-39 02 01 Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств*

Ответственный за выпуск В.Ф.Алексеев
Компьютерная верстка В.Ф.Алексеев