МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙССКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

«АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)

**ОТЧЕТ**

**по преддипломной практике**

СтудентКирсанова Ольга Николаевна

Направление11.04.03

Магистерская программа Информационные технологии проектирования ЭС

Группа ЗМАР 2018-1

Тема магистерской диссертации «Повышение качества изготовления блока спецвычислителя на основе методик APQP и FMEА»

Руководитель практики Ямпурин Н.П., д.т.н., профессор

( Ф.И.О., ученая степень, звание)

Научный руководитель Ямпурин Н.П., д.т.н., профессор

( Ф.И.О., ученая степень, звание)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙССКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

«АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)

**Индивидуальный план**

**прохождения преддипломнойпрактики**

Выполнил студент группыКирсанова Ольга Николаевна

(Ф.И.О)

№ группы ЗМАР 2018-1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Формулировка задания | Время  исполнения |
| 1. | Цель: разработка основ главы 3 магистерской диссертации (моделирование и экспериментальные исследования, апробация теоретических исследований) |  |
| 2. | **Содержание практики**:   1. Изучить: принцип методик APQP и FMEA в рамках проектирования технологического процесса | 25.11 – 29.11 |
| 2. Практически выполнить: применить методики APQP и FMEA при повышении качества изготовления блока спецвычислителя | 30.11 –07.12 |
| 3. Приобрести навыки практического моделирования техпроцесса сборки блока спецвычислителя на основании результатов перспективного планирования качества (APQP) и применения FMEA-анализа для предотвращения появления критических ситуаций, снижения количества рисков и потенциальных отказов. | 08.12 – 15.12 |
| 3. | **Дополнительное задание:**  Подготовить слайды для презентации. | 16.12 – 22.12 |
| 4. | **Организационно-методические указания:**  – | – |

Задание выдал: Ямпурин Николай Петрович

( Ф.И.О., ученая степень, звание) подпись « 23» 11 2020г.

Задание получил: Кирсанова Ольга Николаевна

( Ф.И.О., ученая степень, звание) подпись «23 » 11 2020-г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙССКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

«АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)

**ОТЗЫВ**

**руководителя о прохождении преддипломной практики**

Студент Кирсанова Ольга Николаевна группа ЗМАР 2018-1

Ф.И.О.

Срок прохождения практики с « 25» 11 2020г. по « 22 » 12 2020г.

1. Степень раскрытия темы

1. Обоснованность выбранных методов исследования

1. Достоверность результатов исследования

1. Положительные стороны отчета

1. Недостатки отчета

1. Самостоятельность и инициативность магистранта

1. Навыки, приобретенные во время выполнения НИР

1. Отношение магистранта к работе

Рекомендуемая оценка за НИР

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно»

Руководитель Ямпурин Николай Петрович

Ф.И.О подпись

« 22 » 12 2020г.

# Объем практики в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях

трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц (216 часов или 4 недели)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Этап работы** | **Код контролируемой компетенции** | **Объем, час** | **Формы текущего**  **контроля** |
| 1 | Подготовительный этап | - | - | Собеседование с руководителем практики от кафедры |
| 1.1 | Выбор базы практики | - | - |
| 1.2 | Планирование видов работ, которые необходимо выполнить студентам во время практики, формулировка индивидуальных заданий для студентов, формирование плана учебной практики магистранта, проведение организационного собрания студентов | - | - |
| 1.3 | Прохождение инструктажа по технике безопасности | - | - |
| 2 | Этап проведения практики (производственный этап) |  | **216** | Контроль со стороны руководителя практики |
| 2.1 | Уточнение магистрантом темы диссертационного исследования. Магистранты могут предложить либо свое направление НИР, либо связанное с тематикой какого либо предприятия города Арзамаса и Нижегородской области. | ПК-1 | 32 |
| 2.2 | Формулировка темы и гипотезы исследования. Определение актуальности темы, предмета, объекта, целей и задач исследования | ПК-1 | 16 |
| 2.3 | Обоснования темы и плана диссертационной работы | ПК-1,2 | 32 | Контроль со стороны руководителя практики |
| 2.4 | Обзор литературных источников, интернет ресурсов, патентов по теме диссертации | ПК-2 | 160 |
| 2.5 | Определение методологического аппарата исследования | ПК-2,3,4 | 120 |
| 2.6 | Оформление реферата по теме диссертации | ПК-5 | 40 |
| 3 | Заключительный этап |  |  | Защита отчета |
| 3.1 | Оформление письменного отчета по практике | ПК-5 | 16 |
| 3.2 | Защита отчета практике | ПК-4,5 | 16 |
| Итого: | |  | **216** |  |

Содержание

[1 Общий раздел: обоснование необходимости использования методик APQP и FMEA в рамках проектирования технологического процесса 2](#_Toc43376883)

[2 Работа над 3-ей главой магистерской диссертацией 5](#_Toc43376884)

[2.1 Задачи исследования 5](#_Toc43376885)

[2.2 Оценка эффективности использования методик APQP и FMEA при повышении качества изготовления блока спецвычислителя 5](#_Toc43376886)

[2.3 Разработка директивного графика работ по проектированию и изготовлению специализированного вычислителя 8](#_Toc43376887)

[Литература 11](#_Toc43376888)

# Общий раздел: обоснование необходимости использования методик APQP и FMEA в рамках проектирования технологического процесса

Для формирования эффективного бездефектного производства на предприятиях активно внедряют систему менеджмента качества, базирующуюся на японском принципе «делать правильно с первого раза» и ориентированную на предпочтения потребителя. Качество продукта, в общем виде, представляет собой его способность к удовлетворению потребностей и ожиданий конкретного потребителя.

Одним из наиболее эффективных процессов, применяемый для предотвращения дефектов продукции на промышленном предприятии является APQP–процесс («Advanced Product Quality Planning» или «Перспективное планирование качества продукции»). Данный процесс воплощается в качестве документа, необходимого для тщательной организации поэтапного планирования бездефектного производства изделий, соблюдение которого ориентирует участников процесса на достижение желаемого качества продукции.

Одной из основных задач системы менеджмента качества является обеспечение выявления потенциальных несоответствий и предотвращение их появления на всех стадиях жизненного цикла продукции. Важнейшим методом решения этой задачи является анализ видов и последствий потенциальных несоответствий.

Методология FMEA позволяет оценивать риски и возможный ущерб, вызванный потенциальны несоответствиями конструкции и технологических процессов на самой ранней стадии.

Целью работы является повышение качества изготовления блока спецвычислителя на основе методик APQP и FMEA.

В данной работе необходимо внедрить требования технической спецификации ГОСТ ISO 9001-2015, а именно методик APQP, FMEA в рамках проектирования технологического процесса. Продемонстрировать опыт моделирования техпроцесса сборки блока спецвычислителя на основании результатов перспективного планирования качества (APQP) и применения FMEA-анализа для предотвращения появления критических ситуаций, снижения количества рисков и потенциальных отказов.

План диссертационной работы:

[Введение 6](#_Toc43057421)

[1 Обзор методик APQP и FMEA в рамках проектирования технологического процесса 8](#_Toc43057422)

[1.1 Перспективное планирование качества продукции APQP-пpoцecc 8](#_Toc43057423)

[1.1.1 Общие сведения о методологии APQP 9](#_Toc43057424)

[1.1.2 Этапы планирования качества 9](#_Toc43057425)

[1.1.3 Детальное описание этапа проектирования и разработки процессов 12](#_Toc43057426)

[1.1.3.1 Карта потока процесса 13](#_Toc43057427)

[1.1.3.2 Планы управления 13](#_Toc43057428)

[1.1.3.3 Инструкции для контроля качества монтажа ЭРИ на печатные платы 14](#_Toc43057429)

[1.2 Управление качеством изготовления устройства на основе методологии FMEA 15](#_Toc43057430)

[1.2.1 Общие сведения о методологии FMEA 15](#_Toc43057431)

[1.2.2 Детальное описание анализа видов и последствий отказов процесса 16](#_Toc43057432)

[1.3 Роль применения методик APQP и FMEA в управлении качеством изделий 19](#_Toc43057433)

[2 Разработка технологического процесса сборки специализированного вычислителя с применением методик APQP и FMEA 21](#_Toc43057434)

[2.1 Описание конструкции и назначения устройства 21](#_Toc43057435)

[2.1.1 Описание конструкции устройства 21](#_Toc43057436)

[2.1.2 Обоснование структурной схемы блока 24](#_Toc43057437)

[2.2 Анализ исходных данных, оценка технологичности конструкции 25](#_Toc43057438)

[2.2.1 Качественная оценка технологичности конструкции 26](#_Toc43057439)

[2.2.2 Количественная оценка технологичности конструкции 26](#_Toc43057440)

[2.2.2.1 Определение конструкторских показателей технологичности 26](#_Toc43057441)

[2.2.2.2 Определение производственных показателей технологичности 28](#_Toc43057442)

[2.2.2.3 Комплексная оценка технологичности 30](#_Toc43057443)

[2.3 Выбор типа и организационной формы производства 32](#_Toc43057444)

[2.4 Анализ статистики отказов для применения методик APQP и FMEA 34](#_Toc43057445)

[2.5 Проектирование технологического процесса сборки блока спецвычислителя 35](#_Toc43057446)

[2.5.1 Разработка карты потока процесса изготовления изделия 39](#_Toc43057447)

[2.5.2 Анализ видов и последствий отказов процесса (PFMEA) 39](#_Toc43057448)

[2.5.3 Разработка плана управления 43](#_Toc43057449)

[2.5.3 Разработка рабочих инструкций 45](#_Toc43057450)

[2.6 Нормирование сборочно-монтажной операции 46](#_Toc43057451)

[3 Оценка эффективности использования методик APQP и FMEA при повышении качества изготовления блока спецвычислителя 48](#_Toc43057452)

[3.1 Экономические выгоды применения 48](#_Toc43057453)

[3.2. Разработка директивного графика работ по проектированию и изготовлению специализированного вычислителя 51](#_Toc43057454)

[4 Безопасность и экологичность проектных решений 54](#_Toc43057455)

[4.1 Общие требования безопасности при выполнении технологических операций 54](#_Toc43057456)

[4.1.1 Требования охраны труда во время работы при выполнении операции «Комплектование» 54](#_Toc43057457)

[4.1.2 Требования охраны труда при выполнении операции «Промывка» 54](#_Toc43057458)

[4.1.3 Организация рабочего места электромонтажника 55](#_Toc43057459)

[4.1.4 Требования охраны труда при выполнении операции «Приготовление лака», «Лакирование» 59](#_Toc43057460)

[4.1.5 Требования к освещению производственного помещения 60](#_Toc43057461)

[4.1.6 Требования к санитарно – бытовым, вспомогательным помещениям, к средствам индивидуальной защиты и мерам профилактики 60](#_Toc43057462)

[4.1.7 Требования к санитарному контролю. Опасные и вредные воздействия, вызванные процессами пайки 61](#_Toc43057463)

[4.1.8 Описание биологического действия опасных и вредных веществ находящихся в воздухе рабочей зоны 62](#_Toc43057464)

[4.2 Пожарная безопасность 66](#_Toc43057465)

[4.3 Охрана окружающей среды 69](#_Toc43057466)

[Список литературы 73](#_Toc43057469)

# Работа над 3-ей главой магистерской диссертацией

## Задачи исследования

Для достижения поставленной цели в данной работе необходимо решение следующих задач:

– изучить по литературным источникам роль применения методик APQP и FMEA в управлении качеством изделий при разработке технологического процесса;

– изучить конструкцию и назначение устройства блока спецвычислителя и оценить его технологичность;

– сформировать структуру технологического процесса;

- разработать технологическую документацию в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9001-2015;

- провести оценку эффективности использования методик APQP и FMEA при разработке технологического процесса;

- сделать выводы о возможности снижения рисков, связанных с проектированием техпроцесса с применением методик APQP и FMEA.

# 2.2 Оценка эффективности использования методик APQP и FMEA при повышении качества изготовления блока спецвычислителя

APQP и FMEA APQP-процесс содержит ряд действий и методов, которые предупреждают возможность возникновения проблем с качеством в будущем. Применение этих методов обходится гораздо дешевле, чем борьба с проблемами, возникающими после окончания проектирования. Это позволяет значительно сократить сроки от начала проектирования до выпуска безупречной серийной продукции и снизить ее стоимость.

Если на этапе серийного производства получилось что-то «не так», то дело вовсе не в том, чтобы найти виновного: конструктора, технолога или исполнителей в производстве. Необходимо понять, что и как должны делать каждый работник сегодня и впредь, чтобы уверенно обеспечить необходимые требования и предпочтения потребителя. Что должно происходить со «степенью уверенности выполнения требований потреби теля» по мере прохождения этапов APQP-процесса иллюстрирует рисунок 10. Правая пирамида показывает, что необходимая уверенность, гарантированность достижения этих требований растет и в идеале должна прийти к 100% на стадии серийного производства. И наоборот (левая пирамида), риски невыполнения требований постепенно «снимаются», уменьшаясь в идеале до нуля по мере прохождения этапов APQP-процесса. А происходит это благодаря анализу и принятию мер в отношении «слабых мест» и причин, даже потенциальных.

принятию мер в отношении «слабых мест» и причин, даже потенциальных.



Рисунок 10 – Изменение уверенности и рисков при прохождении этапов APQP-процесса

Аналогичным образом должны соотноситься элементы «творческого» и «формального» по мере продвижения по этапам APQP-процесса (рисунок 11). Для обеспечения уверенности и гарантированности выполнения требований потребителя правая пирамида должна обладать «опорными свойствами», т.е. каждый верхний «этаж» пирамиды должен «уверенно опираться» на нижний. Например, задуманная на этапе 2 конструкция должна быть уверенно обеспечена технологией, которая разрабатывается на этапе 3, а задуманная на этапе 3 технология должна быть с уверенностью реализована «в железе» на этапе 4 и т.д. Очевидно, что по мере продвижения по этапам уточняется, какие именно конструкторские и технологические требования являются особо важными и строго обязательными (ключевые показатели). Соответственно растет и число необходимых документально формализуемых требований.



Рисунок 11 – Изменение «творческого» и «формального» при прохождении этапов APQP-процесса

В итоге желательная для всех гарантированность, уверенность в выполнении требований потребителя при наименьших возможных затратах получается как результат творческого анализа, поиска и выбора наилучших решений.

Взаимодействие работников осуществляется, во-первых, на макроуровне, где всем процессом в целом управляет специально создаваемая межфункциональная APQP-команда, включающая представителей всех заинтересованных служб от маркетинга до производства. Во-вторых, на микроуровнях для решения отдельных задач также создаются межфункциональные команды, например DFMEA и PFMEA. Именно такие команды, работающие на каждом этапе, обеспечивают наиболее быстрое и рациональное решение задач и позволяют избежать последующих переделок и доработок [12].

FMEA способствует новому образу мышления современного научно-технического обеспечения качества.

Применение метода FMEA:

- снижает количество вносимых изменений на стадии производства и затраты на проведение изменений (рис. 12);

- исключает ошибки и связанные с ними дефекты, а следовательно, избавляет от рекламаций, судебных исков и значительных затрат на устранение дефектов;

- повышает эффективность проведения изменений (усовершенствований) [10].

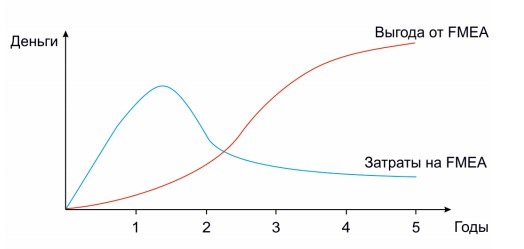


Рисунок 12 – Выгода от применения FMEA

# 2.3 Разработка директивного графика работ по проектированию и изготовлению специализированного вычислителя

Общая величина трудоемкости работ по проектированию и изготовлению опытного образца находится в пределах 600-1500 нормо-часов, с учетом изготовления серийной продукции и проведения испытаний данная цифра может увеличиться.

Результаты расчетов сведем в таблицу 5.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование этапа | Удельный вес, % | Трудоемкость этапа (), нормо-ч. |
| 1 Техническое задание | 2 | 67 |
| 2 Проектирование и разработка продукта (эскизный проект, разработка FMEA конструкции, разработка КПП) – технический директор, ведущий инженер-конструктор, ведущий инженер-технолог, инженер-конструктор 1 категории, менеджер отдела материально-технического снабжения, инженер по качеству. | 24 | 960 |
| 3 Проектирование и разработка процессов (разработка КПП изготовления изделия, FMEA процесса, проектирование и изготовление серийной оснастки, проектирование необходимого мерительного инструмента, изготовление установочной серии изделия) – технический директор, ведущий инженер технолог, инженер-конструктор 1 категории, инженер-технолог 1 категории, менеджер отдела материально-технического снабжения, инженер по качеству, зам. начальника цеха по подготовке производства, инженер-конструктор КБ оснастки. | 62 | 2560 |
| 4 Окончательная подготовка производства (разработка рабочей документации, запуск серийного производства) - инженер-технолог 1 категории, инженер-технолог 2 категории, зам. начальника цеха по подготовке производства | 12 | 480 |
| Итого | 100 | 4067 |

Далее построим директивный график выполнения работ. Для этого рассчитаем производственный цикл каждого этапа – время, в течение которого выполняется вся работа по этапу (Тцi), чел.-ч.



где Тэi – трудоемкость i – го этапа, нормо-ч.;

Q – число исполнителей на данном i – м этапе, чел.;

d – сменный фонд рабочего времени (8 ч).

Для перевода трудоемкости работ по этапу из нормо-часов в человеко-часы разделим ее на планируемый коэффициент выполнения норм (Квн), равный 1,2.

Расчетные значения циклов в рабочих днях будут следующими:









Пересчет длительности производственных циклов этапов в календарные дни произведем умножением Тцi на коэффициент 1,4 (расчет ведется до десятого знака).

Данные для построения директивного графика представлены в таблице 6.

Таблица 5 – Данные для построения директивного графика работ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов | Количество исполнителей Q, чел. | , чел.-ч. | , кал.дней |
| 1 Техническое задание | 1 | 7 | 9,8 ≈ 10 |
| 2 Проектирование и разработка продукта (эскизный проект, разработка FMEA конструкции, разработка КПП) | 6 | 17 | 23,8 ≈ 24 |
| 3 Проектирование и разработка процессов (разработка КПП изготовления изделия, FMEA процесса, проектирование и изготовление серийной оснастки, проектирование необходимого мерительного инструмента, изготовление установочной серии изделия) | 8 | 24 | 33,6 ≈ 34 |
| 4 Окончательная подготовка производства (разработка рабочей документации, запуск серийного производства) | 3 | 17 | 23,8 ≈ 24 |

Директивный график построим с учетом максимально возможных опережений, т.е. с обеспечением максимально возможной параллелизации (таблица 6).

Таблица 6 – Директивный график выполняемых работ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  этапа | Длительность этапа, кал.дн. | Календарные дни | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
| 1 | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 34 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Общая длительность работ по проектированию и изготовлению специализированного вычислителя в рамках APQP-процесса составляет 85 календарных дней.

Литература

1 APQP. Перспективное планирование качества продукции и план управления. Перевод с англ. – Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2004. – 128 с.

2 FMEA. Анализ видов и последствий потенциальных отказов. Справочное руководство. Перевод с англ. – Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 2003.

3 Вотинцев А., Зеленюк И. Технология поверхностного монтажа step-by-step // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 1. С. 46–51.

4 Вотинцев А., Зеленюк И. Технология поверхностного монтажа step-by-step // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 2. С. 42–47.

5 Егоров, Г. В. Введение в технологию поверхностного монтажа: учеб.пособие / Г.В. Егоров, В.А. Егоров, А.А. Ефремов. – М.: ОСТЕК, 2008. – 288 с

6 Калинина Т.В. Технология радиоэлектронных средств. Курсовой проект. Методические указания для студентов всех форм обучения направления 210200, спечиальности 210201.65: Методические указания /АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Сост.: Т.В. Калинина - Арзамас: Издательство ОО «Ассоциация ученых» г. Арзамас, 2007.

7 Корпоративный менеджмент [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.cfin.ru/finanalysis/invrisk/FMEA-methodology.shtml>

8 Леухин, В.Н. Радиоэлектронные узлы с монтажом на поверхность: конструирование и технология: уч. пособие/ В.Н. Леухин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 248 с.

9 Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М.: Техносфера, 2005-304с.

10 Новое качество [Электронный ресурс] Режим доступа: [www.newquality.ru](http://www.newquality.ru)

11 Нормативы времени на электромонтажные работы/ Под ред. А.Я. Пятерева – Москва: Научно – исследовательский технологический институт, 1983

12 Окрепилов В.В. Управление качеством: Учебник для ВУЗов /2-е изд., доп. и перераб. - СПб.: ОАО «Издательство «Наука», 2010. - 912 с.

13 Отмывка печатных узлов. Инженерное пособие/ Егоров, Г. В.. - М.: OstecGroup, 2011. – 52 с.

14 Охрана труда в России [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ohranatruda.ru/>

15 Печатные платы. Конструкции и материалы/ Под ред. Медведева А. М. – Москва: Техносфера, 2005. –304 с.

16 Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат : учебник для вузов по направлению «Проектирование и технология электронных средств» / Е. В. Пирогова . – М. : Форум, : ИНФРА-М, 2011 . – 560 с.

17 Полупроводниковые приборы: транзисторы, диоды. Справочник/ Под ред. А.П. Чиркина. - М: Энергоиздательство, 2001г. – 322с.

18 Проектирование и технология печатных плат: Учебник. / Под ред. Е. В. Пироговой – Москва: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2005 г.- 560 с. (Высшее образование).

19 Радиоэлектронные узлы с монтажем на поверхность: конструирование и технология: учебное пособие / В. Н. Леухин. – Йошкар- Ола: МарГТУ, 2006.-248 с.

20 Резисторы. Справочные данные. / Под общ. Ред. Н.И. Лебедева и А.А. Кро-това - М.: Радио и связь, 1998. – 280с.

21 Розно М.И. От "голоса потребителя" до "производства без проблем". Н. Новгород. ООО СМЦ "Приоритет". 2005. - 38 с.

22 Розно М.И. Откуда берутся «неприятности»? / Стандарты и качество. №11, 2002.

23 Розно М.И. Проектирование: с FMEA или без? / Стандарты и качество, № 9, 2001

24 Розно М.И., Шинко Л.В. Пора заняться техпроцессом. / Н. Новгород, СМЦ «Приоритет», 2004. – 39 с.

25 Сборка и монтаж электронных устройств / Под ред. Медведева А. М. – Москва: Техносфера, 2007. –256 с.

26 Системы автоматического управления./К.Л. Агафонов, Л.А. Кротиков. – М.: Наука., 2003 г.

27 Справочник по электрическим конденсаторам / Под общ. Ред. Н.И. Лебедева и А.А. Кротова - М.: Радио и связь, 1998. – 350с.

28 Стандарт организации CК-СТО1-У-37.3-16–11. Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов.

29 Технология производства печатных плат/ Под ред. Медведева А. М. – Москва: Техносфера, 2005. –360 с.

30 Шмаков М., Милишников Д, Каспина Т. Участок поверхностного монтажа для мелкосерийного многономенклатурного производства сложных печатных узлов // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 5. С. 50–56.

31 Электроника, наука , технология , бизнес [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/article/131>

32 ЭстерКемерон, Майк Грин. Управление изменениями. Добрая книга. 2006. 360 стр

33 Кирсанова О.Н. Проблемы обеспечения качества электронных средств на приборостроительных предприятиях/ О.Н. Кирсанова // ХII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Наука молодых», Арзамас, АПИ НГТУ, 2020

34 Кирсанова О.Н. Проблемы обеспечения качества электронных средств на приборостроительных предприятиях/ О.Н. Кирсанова // XIX Всероссийской молодежной научно - технической конференции «Будущее технической науки» Н.Новгород: НГТУ, 2020

35 Кирсанова О.Н. Повышение качества изготовления блока спецвычислителя на основе методик APQP и FMEA / О.Н.Кирсанова// Программа докладов 13-го регионального научно-практического семинара магистрантов 2-го года обучения по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» – Н.Новгород: НГТУ, март 2020 ( диплом 3-ой степени)