



**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ  
Департамент компьютерной инженерии

**Рабочая программа дисциплины  
«Автоматизация проектных работ»**

для образовательной программы «Информатика и вычислительная техника»  
направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
уровень бакалавр

Разработчики программы

Тумковский С.Р., д.т.н., профессор, [stumkovskiy@hse.ru](mailto:stumkovskiy@hse.ru)

Полесский С.Н., к.т.н., доцент, [spolessky@hse.ru](mailto:spolessky@hse.ru)

Согласована техническим специалистом департамента С.В.Москвиной.

Одобрена на заседании департамента компьютерной инженерии «31» августа 2017 г.

Руководитель департамента

В.А. Старых \_\_\_\_\_ [подпись]

Утверждена Академическим советом образовательной программы

«31» августа 2017 г., протокол №5

Академический руководитель образовательной программы

Ю.И. Гудков \_\_\_\_\_ [подпись]

Москва, 2017

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*



## 1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», обучающихся по образовательной программе «Информатика и вычислительная техника», изучающих дисциплину «Автоматизация проектных работ»

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»;
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденным в 2016 г.

## 2 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Автоматизация проектных работ» являются с основными принципами и методологиями современного автоматизированного проектирования проектных работ при создании электронных средств, овладение основными методами и приемами решения задач по основным разделам дисциплины с использованием средств автоматизации проектирования.

В процессе изучения курса студент должен изучить:

- современные системы автоматизированного проектирования (САПР), алгоритмы и формальные процедуры решения основных задач схемотехнического проектирования и моделирования на ЭВМ цифровых и аналоговых электронных схем ЭС;
- современные САПР, алгоритмы и формальные процедуры решения основных задач конструкторского проектирования ЭС – автоматизированного синтеза чертежей конструкций и деталей, расчета основных режимов конструкций (тепловых, механических и др.), автоматического проектирования конструкций печатных плат (компоновка элементов, размещение элементов, трассировка соединений), автоматизированного выпуска конструкторской документации;
- современные автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП), задачи и маршруты технологических процессов, методы решения основных задач технологического проектирования ЭС – моделирование иерархических уровней технологического проектирования, синтеза технологических процессов, подготовки управляющих программ для станков.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Уровни формирования компетенций:

**РБ** — ресурсная база, в основном теоретические и предметные основы (знания, умения);

**СД** – способы деятельности, составляющие практическое ядро данной компетенции;

**МЦ** – мотивационно-ценностная составляющая, отражает степень осознания ценности компетенции человеком и готовность ее использовать

В результате освоения дисциплины студент осваивает компетенции:



Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
	УК-1	РБ	способен получать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной области	Практические занятия	Домашнее задание
	УК-2	РБ	способен выявлять научную сущность проблем в профессиональной области	Практические занятия	Домашнее задание
	ПК-2	СД	способен организовать и провести экспериментальные исследования на объектах профессиональной деятельности по заданной методике	Практические занятия	Доклад по проекту
	ПК-4	СД	способен разработать и исследовать математические модели в задачах проектирования и технологического обеспечения объектов профессиональной деятельности	Практические занятия	Доклад по проекту
	ПК-8	МЦ	способен обосновать принимаемое проектное решение, применить критерии оценки эффективности проектного решения при проектировании отдельных программно-аппаратных компонентов автоматизированных систем сбора, обработки, передачи, хранения информации и управления, компьютерных сетей и информационных систем в соответствии с техническим заданием	Практические занятия	Доклад по проекту
	ПК-10	МЦ	способен подготовить график выполнения проектных работ, рабочие чертежи, принципиальные схемы, исходные тексты программ, наборы тестов и методики испытаний при разработке объектов профессиональной деятельности, оформить перечень конструкторской и программной до-	Практические занятия	Доклад по проекту



Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
			кументации по законченным проектным и конструкторским работам		

#### 4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин и является частью профессионального учебного цикла в структуре ОП 09.03.01 подготовки бакалавров (Б3.В.1).

На входе от бакалавра требуются компетенции по следующим областям знаний:

- Математическая логика;
- Основы информатики и ИКТ;
- Математический анализ;
- Вычислительная математика;
- Схемотехника;
- Теория графов.

Компетенции, полученные в результате изучения данной дисциплины, необходимы для изучения следующих дисциплин и выполнения видов деятельности:

- Моделирование систем;
- Информационные технологии;
- Экспертные системы;
- Разработка САПР;
- Учебная и производственная практики;
- Научно-исследовательская работа.

#### 5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	Другие виды работы <sup>1</sup>	
1	Классификация задач автоматизированного схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования ЭС. Автоматизированное проектирование ЭС на системном уровне	34	6	4	1	-	24
2	Проектирование	38	6	6	2	-	24

<sup>1</sup> Указать другие виды аудиторной работы студентов, если они применяются при изучении данной дисциплины.



№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	Другие виды работы <sup>1</sup>	
	ЭС на функциональном уровне и схемотехническом уровне: основные задачи и методы						
3	Математические модели в задачах автоматизированного конструкторского проектирования	34	4	6	2	-	24
4	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	34	4	6	2	-	24
5	Анализ и верификация конструкций	32	4	4	2	-	24
6	Примеры конструкторских САПР и их взаимосвязь с системами технологического проектирования. Иерархические уровни технологического проектирования	32	4	4	2	-	24
7	Информационное обеспечение АСТПП	28	4	2	1	-	22
8	Синтез технологических маршрутов и операций обработки деталей и сборки изделий	28	4	2	2	-	24
9	Подготовка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ. Автоматизация подготовки и выпуска конструкторско-технологической документации	28	4	2	2	-	22
	<b>Итого:</b>	<b>304</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>212</b>



## 6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год				2 год				Кафедра/подразделение	Параметры **
		1	2	3	4	1	2	3	4		
Текущий	Домашнее задание	-	-								По темам самостоятельной работы
	Самостоятельная работа	*	*	*							Выполнение группового проекта
	Проект	*	*	*							Презентация из 15 слайдов, отчет по групповому проекту
Итоговый	Экзамен			*							Устный: Аналитическое заключение по выполненному проекту, презентация проекта, отметка о сдаче проекта по календарному плану, защита всех практических работ, дополнительно 2 вопроса в билете

## 7 Критерии оценки знаний, навыков

На лекциях, практических занятиях и семинарах студент должен проявить способность выбирать и разрабатывать модели проектирования в современных системах САПР, использовать методы исследования объектов на основе общих тенденций развития моделирования электронных средств с использованием современного САПР, а также использование современных технических и программных средств. При подготовке докладов, презентаций студент должен продемонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования и способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования.

При выполнении задания в рамках выполнения группового проекта по выбранной теме в рамках изучаемой дисциплины студент должен показать способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода, умение строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных физических явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ. В соответствии с задачей, поставленной в теме задания студент должен показать умение формировать техническое задание и способность руководить вопросами моделирования объекта исследования.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

## 8 Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
-----	---------------------------------	--------------------	-----------------------------------



п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
1	Классификация задач автоматизированного схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования ЭС	Основные этапы и задачи автоматизированного проектирования ЭС. Иерархическое и сквозное проектирование ЭС	Решение задач автоматизированного проектирования электронных средств на системном уровне
2	Автоматизированное проектирование ЭС на системном уровне	Задачи автоматизированного проектирования ЭС на системном уровне. Методы моделирования цифровой и аналоговой ЭС на системном уровне проектирования: аналитический, событийный и имитационный	
3	Проектирование ЭС на функциональном уровне: основные задачи и методы	Задачи автоматизированного проектирования ЭС на функциональном уровне. Модели сигналов. Методы моделирования цифровой и аналоговой ЭС на функциональном уровне проектирования: аналитический, простой итерации, Зейделя и событийный	Решение задач моделирования электронных устройств на функциональном уровне проектирования с использованием событийного алгоритма
4	Проектирование ЭС на схемотехническом уровне: основные задачи и методы	Задачи проектирования ЭС на схемотехническом уровне. Алгоритмы моделирования электронных схем на основе метода узловых потенциалов и метода расширенного неоднородного координатного базиса. Функции параметрической чувствительности и учет влияния отклонений параметров на выходные характеристики ЭС	
5	Математические модели в задачах автоматизированного конструкторского проектирования	Автоматизированный синтез конструкций ЭС: основные задачи и методы. Процедуры синтеза геометрической структуры из примитивов	Построение математических моделей аналоговых электронных схем в частотной и временной области
6	Математические модели в задачах автоматизированного конструкторского проектирования	Математические модели в задачах конструкторского проектирования: монтажно-коммутационных пространств (дискретные, графовые, мультиграфовые), конструкций (взвешенные графовые, мультиграфовые, теплообмена, прочностные)	
7	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	Критерии и алгоритмы компоновки конструктивных модулей ( для покрытия -покрытия графа и линейного программирования, для разрезания-последовательный и итерационный)	Решение задач трассировки соединений с использованием алгоритмов автоматизированного геометрического и топологического синтеза
8	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	Критерии и алгоритмы размещения конструктивных модулей (последовательный, итерационный, силовой, назначения)	



п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
9	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	Критерии и алгоритмы трассировки проводных соединений и печатного монтажа в ЭС (алгоритм Прима, лучевой, волновой и его модификации, эвристический)	Построение математических моделей монтажно-коммутационных пространств конструкций в виде графов
10	Анализ и верификация конструкций	Методы анализа и верификации конструкций: методы конечных элементов и конечных разностей и их применение для расчета тепловых и механических режимов конструкций	
11	Примеры конструкторских САПР и их взаимосвязь с системами технологического проектирования	САПР сквозного конструирования печатных плат Altium Designer и организация в ней технологического проектирования	Построение моделей разрабатываемых электронных средств с помощью конструкторских САПР и интеграция ее в систему технологического проектирования
12	Иерархические уровни технологического проектирования	Основные задачи автоматизированного проектирования при технологической подготовке производства: проектирование технологических процессов, проектирование технологической оснастки, проектирование управляющих технологических программ для станков с ЧПУ. Маршрутный и операционный иерархические уровни технологического проектирования. Структура АСТПП	
13	Информационное обеспечение АСТПП	Информационное обеспечение АСТПП: структура базы данных АСТПП, описание детали и перехода, формализация задачи базирования, унификация описаний технологической информации	
14	Синтез технологических маршрутов и операций обработки деталей и сборки изделий	Синтез технологических процессов: принципы и алгоритмы автоматизированного синтеза технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий, математические модели технологических процессов	Построение модели электронных средств с применением современных прикладных средств автоматизированного проектирования
15	Синтез технологических маршрутов и операций обработки деталей и сборки изделий	Синтез технологических процессов: параметрическая и структурная оптимизация технологических процессов, формирование индивидуального и группового технологического процесса по типовому, таблицы решений, разработка оптимального технологического маршрута	
16	Подготовка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	Формирование управляющих программ для станков с ЧПУ: закон движения привода, методы подготовки УП	Построение формализованной модели детали для синтеза технологического процесса ее изготовления
17	Подготовка УП для станков с ЧПУ	Формирование управляющих программ для станков с ЧПУ: принципы построения	





п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
		ния и процесс проектирования управляющей программы, препроцессор и постпроцессор	ции на электронные средства и использование ее для подготовки
18	Автоматизация подготовки и выпуска конструкторско-технологической документации	Автоматизация подготовки и выпуска конструкторско-технологической документации: системы SolidWorks, Компас 3D, Altium Designer, T-Flex CAD и др.	

## 9 Образовательные технологии

Предусмотрены проведение интерактивных занятий, встречи с представителями российских компаний, использующие современные средства САПР, в том числе с представителями отделов «Автоматизированного проектирования», «Конструкторских отделов», «Системного проектирования» и других аналогичных по тематикам отделов.

Лекции, мастер-классы и практические занятия.

### 9.1 Методические рекомендации преподавателю

В учебном процессе, помимо чтения лекций, аудиторных занятий, широко используются интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины, защиты домашних заданий и др.). В сочетании с внеаудиторной работой, это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучения.

Для закрепления и проверки знаний студентов по наиболее важным разделам курса проводятся контрольные работы.

Для формирования практических навыков проводятся практические занятия, выполняются домашние и проектные работы. Основной целью проведения практических занятий является приобретение опыта практической разработки и решения прикладных задач с помощью современных САПР. В домашней работе закрепляются навыки автоматизированного проектирования электронных средств.

Проектная работа предназначена для получения опыта интегрированного применения существующих компьютерных средств и собственных программных разработок для решения практических задач в области автоматизации проектирования.

В рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации предусмотрены выполнение и защита проектных работ.

#### **Формирование оценки за практические занятия.**

Оценка за практическую работу учитывает:

- Насколько точно студент выполнил задание, сформулированное в работе;
- Степень и полноту усвоенных навыков работы со средствами разработки проектов;
- Насколько правильно и аргументировано студент ответил на все вопросы при обсуждении выполненного задания.

Для текущей и промежуточной аттестации студентов выполняются контрольные работы и домашние задания. Домашнее задание подготавливается каждым студентом индивидуально в соответствии с вариантами заданий. Контрольная работа выполняется каждым студентом индивидуально в соответствии с вариантом контрольной работы. Домашнее задание защищается на практических работах.

**Формирование оценки за домашнее задание, выполненное в рамках самостоятельной работы.**



Оценка за домашнее задание учитывает:

- Точность и правильность полученных результатов;
- Качество оформления результатов;
- Насколько правильно и аргументировано студент ответил на все вопросы при обсуждении выполненного задания.

## 9.2 Методические указания студентам

Методические рекомендации студентам не предусмотрено.

## 10 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

### 10.1 Оценочные средства для оценки качества освоения дисциплины в ходе текущего контроля

- 1) Проведение комплексных расчетов с применением САПР отдельных узлов или устройств в целом;
- 2) Идентификация моделей физических процессов;
- 3) Разработка моделей электронных средств и проведение исследований на их основе;
- 4) Системные принципы построения расчетных моделей проектирования;
- 5) Модели физических процессов, протекающих в электронных средствах;
- 6) Типовые методики исследования характеристик электронных средств на основе моделирования физических процессов;
- 7) Основы математического обеспечения автоматизированного топологического проектирования электронных средств;
- 8) Математические модели для решения задач компоновки с помощью алгоритма топологического синтеза конструкций;
- 9) Программные средства моделирования разнородных физических процессов в электронных средствах;
- 10) Программные средства автоматизации сложно формализуемых и неформализуемых проектных процедур разработки процесса электронных средств;
- 11) Математические модели для решения задач размещения элементов на печатной плате электронного средства с помощью алгоритма геометрического синтеза конструкций;
- 12) Математические модели для решения задач трассировки печатных проводников на платах, входящих в состав электронных средств;
- 13) Математические модели для решения задачи проверки целостности прохождения сигнала печатных проводников;
- 14) Математические модели физических процессов и методики для проектирования электронных средств.

### 10.2 Примеры заданий промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. В чем заключается системный подход в автоматизированном проектировании (АП) ЭС?
2. Что включает в себя информационная модель процесса АП ЭС?
3. Какие проектные процедуры выполняются с применением САПР?
4. Какие расчетные модели физических процессов в ЭС применяются в процессе АП?
5. Какие компоненты (активные и пассивные) входят в состав топологических моделей, представляемых в виде ненаправленных графов? Привести примеры компонентов моделей.
6. В чем заключается сущность метода аналогий при исследовании физических процессов в ЭС путем математического моделирования?



7. В чем заключается иерархическое математическое моделирование электрических характеристик ЭС?
8. В чем заключается иерархическое математическое моделирование тепловых характеристик ЭС?
9. В чем заключается иерархическое математическое моделирование механических характеристик ЭС?
10. Каким образом можно построить процесс совместного моделирования электрических и тепловых характеристик ЭС на основе двух автономных подсистем?
11. Классификация электрических моделей ЭРЭ?
12. Какие модификации может иметь модель Эберса – Молла полупроводникового диода?
13. Какие модификации может иметь модель Эберса – Молла биполярного транзистора?
14. Какие модификации может иметь модель транзистора Гуммеля -Пуна?
15. В чем заключается макро моделирование функциональных узлов ЭС?
16. Представить схему классификации методов макро моделирования ЭС?
17. В чем заключается метод упрощения полной модели при макро моделировании ЭС?
18. В чем заключается принцип подобия, используемый при построении макро модели ЭС?
19. В чем заключается метод редукции при построении макро модели ЭС?
20. Изложить постановку задачи идентификации параметров моделей ЭРЭ?
21. Какие существуют методы формирования математических моделей (для матричного вида)?
22. Какие существуют методы анализа математических моделей, представленных в матричном виде?
23. Какую структуру имеет модель безотказности ЭРЭ по внезапным отказам?
24. Каким образом можно смоделировать отклонение выходных характеристик ЭС от тепловых воздействий?
25. Какие модели монтажного пространства используются в задачах ТАП ЭС?
26. Какие существуют методы оптимизации?
27. Какие градиентные методы оптимизации наиболее часто применяются в САПР ЭС?
28. Какие методы упорядочения разреженных матриц применяются в САПР?
29. Каким образом строится алгоритм анализа безотказности ЭС по постепенным отказам?
30. Каким образом строится алгоритм анализа безотказности ЭС по внезапным отказам?

## 11 Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на практических занятиях и самостоятельную работу в рамках выбранной темы по подготовке к каждому занятию. На оценку текущего контроля (за практическую работу) влияет:

- правильность выполнения работы;
- грамотность, аккуратность, понятность и последовательность изложения материала в отчетах по выполнению практических работ;
- знание базовых определений и терминов.

Оценки за работу на практических занятиях (семинарах) преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

Накопленная оценка *Онакопленная* определяется по 10-ти бальной шкале по результатам текущего контроля (практические занятия) перед итоговым контролем и объявляется на последнем практическом занятии.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$\text{Онакопленная} = 0,333 * \text{Отекущий} + 0,333 * \text{Оауд} + 0,333 * \text{Осам.работа}$$

где *Отекущий* рассчитывается как взвешенная сумма всех форм текущего контроля, предусмотренных в РУП.

$$\text{Отекущий} = 0,5\text{Окр} + 0,5\text{Одз}$$



Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом (дисциплина преподается 3 модуля):

$$\text{Опромежуточная } i = 0,5 \cdot \text{Отекущая } i \text{ этапа} + 0,5 \cdot \text{Опромежуточный зачет}$$

где *Отекущая i этапа* рассчитывается по приведенной выше формуле.

Итоговая оценка по дисциплине оценивается по следующей формуле:

$$\text{Онакопленная итоговая} = (\text{Опромежуточная } 1 + \text{Опромежуточная } 2 + \text{Опромежуточная } 3) : \text{на } 3 \text{ модуля}$$

где *Опромежуточная 1+ Опромежуточная 2+ Опромежуточная 3* – промежуточные оценки этапов 1 и 2, а *Онакопленная 3* – накопленная оценка последнего этапа перед итоговым зачетом.

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине – арифметический.

На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу), правильный ответ на который оценивается в 1 балл.

## 12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1 Базовый учебник

Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов.- М: МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.

### 12.2 Основная литература

1. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств: Учебник для вузов. — М.: Радио и связь, 1991, 360 с.
2. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадёжных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1. // А.С. Шалумов, Н.В. Малютин, Ю.Н. Кофанов и др. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368 с.
3. Иевлев В.И. Конструирование и технология электронных средств: Учебное пособие. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. - 217 с.
5. Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Учебник. 2008
6. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии.-М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.
7. Вермишев Ю.Х. Основы автоматизации проектирования. – М.: Радио и связь, 1988. – 280 с.
8. Алексеев О.В. и др. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000.-479 с.
9. Мироненко И.Г. и др. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2002.-391 с.
10. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: Физматлит, 2002. – 176 с.
11. Алексеев О.В., Головков А.А., Пивоваров И.Ю. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. – М.: Высшая школа, 2000. - 479 с.
12. Сарафанов, А. В. Автоматизация проектирования РЭС / А. В. Сарафанов, С. И. Трегубов. – Красноярск : КГТУ, 1999. – 185 с.
13. Кофанов Ю.Н. Системная теория параметрической чувствительности. – М.: АНО «Академия надёжности», 2010. – 260 с.
14. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2010. - 224 с.
15. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.



16. Хайнеман, Р. Моделирование работы электронных схем : пер. с нем. / Р. Хайнеман. – М. : ДМК Пресс, 2005. – 336 с.

### 12.3 Дополнительная литература

1. Комплекс стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Серия ГОСТ 2.052.
2. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 1. Общие представления и основополагающие принципы. – М.: Госстандарт России, 1999.
3. ГОСТ Р ИСО 10303-21-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. – М.: Госстандарт России, 1999.
4. ГОСТ Р ИСО 10303-31-2002. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. – М.: Госстандарт России, 2002.
5. ГОСТ Р ИСО 10303-41-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. – М.: Госстандарт России, 1999.
6. СТО 4.2-07-2008. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности / разработ. Т. В. Сильченко, Л. В. Белашапо, В. К. Младенцева, М. И. Губанова. – Введ. впервые 09.12.2008. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 47 с.
7. ГОСТ РВ 39.304-98. КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.
8. Кечиев Л.Н., Акбашев Б.Б., Степанов П.В. Экранирование технических средств и экранирующие системы. - М.: ИДТ, 2010. - 470 с.
9. ОСТ 4ГО.012.032-79. Аппаратура радиоэлектронная. Блоки на микросборках, микросхемах и дискретных электрорадиоэлементах. Методы расчета тепловых режимов.
10. Шалумов А.С., Кофанов Ю.Н., Жаднов В.В. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. т. 1. / Под ред. Ю.Н. Кофанова, Н.В. Малютина, А.С. Шалумова. - М.: Энергоатомиздат, 2007. - 538 с.
11. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации. – М.: Наука, 1978.
12. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник для студентов высших учебных заведений / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2001. — 342 с.
13. Древис, Ю.Г.. Моделирование систем: учебное пособие / Ю. Г. Древис. — Сургут : Издательство СурГУ, 2002. — 70 с.
14. Надежность автоматизированных систем. Под.ред. Я.А. Хетагурова. –М.: Высшая школа, 1979, 268 с.
15. Глазунов Л.П., Грабовецкий В.П., Щербаков О.В. Основы теории надежности автоматизированных систем управления. –М.: Энергоиздат, 1984, 268 с.
16. Рапопорт, Эдгар Яковлевич. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами : Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Э. Я. Рапопорт. — М. : Высшая школа, 2003.— 298 с.
17. Методы расчета тепловых режимов прибора/ Г.Н. Дульнев, В.Г. Парфенов, А.В. Сигалов. □ М.: Радио и связь, 1990. - 312 с.
18. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике: Пер.с англ. - М.: Мир, 1975. - 541с.
19. Дендобренко Б.Н., Малика А.С. Автоматизация конструирования РЭА. – М.: Высшая школа, 1980. – 384 с.
20. Корчак С.Н. и др. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: учебник для вузов.-М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
21. Комплекс стандартов Единой системы программной документации (ЕСПД). Серия ГОСТ 19.001.



22. Долгих, Э. А. Основы применения САЛS-технологий в электронном приборостроении : учеб. пособие / Э. А. Долгих, А. В. Сарафанов, С. И. Трегубов. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. – 130 с.

#### **12.4 Справочники, словари, энциклопедии**

Справочник Надежность ЭРИ, МО РФ, редакция 2006 г.

Справочник Надежность ЭРИ иностранного производства МО РФ, редакция 2006 г.

#### **12.5 Программные средства**

- Программный комплекс АСОНИКА-К ([www.asonika-k.ru](http://www.asonika-k.ru));
- ALTIUM DESIGNER;
- Solidworks;
- КОМПАС- 3D;
- Система ТРиАНА;
- Система АСОНИКА ([www.asonika-online.ru](http://www.asonika-online.ru));
- MS Office (Word, Excel, Visio и др.);
- MathCad 14 ([www.ptc.com](http://www.ptc.com)).

#### **12.6 Дистанционная поддержка дисциплины**

Не предусмотрено

### **13 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

1. Дисплейный класс, оборудованный современными персональными компьютерами;
2. Интерактивная доска и/или проектор с экраном.