

**ГОО ВПО Российско-Армянский (Славянский)  
университет**

Утверждено  
Директор Института  
Агаронян А.К.  
«30» апреля 2025 г., протокол № 05  
Утвержден Ученым Советом ИФИ



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины: **Б1.В.14 «Компьютерное проектирование радиотехнических узлов»**

Автор(ы): **А.А. Гамбарян**  
*Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)*

Направление подготовки: **11.03.02. Инфокоммуникационные технологии и системы связи**



# 1. АННОТАЦИЯ

- 1.1.** Учебная программа дисциплины «Компьютерное проектирование радиотехнических узлов» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области проектирования и моделирования радиотехнических узлов и электронных схем. Данная программа подразумевает этапы проектирования и разработки электронных устройств. Бакалавры должны обладать основополагающими знаниями и навыками в теории связи с подвижными объектами, поскольку подвижная связь является важной составной частью современных телекоммуникационных систем и сетей. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка студентов к творческому профессиональному восприятию последующих специальных дисциплин.
- 1.2.** Трудоемкость в академических кредитах - 4 и часах - 144, формы итогового контроля - зачет;
- 1.3.** Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с предыдущими дисциплинами: основные узлы беспроводной связи, основы построения инфокоммуникационных сетей и систем, теория электрических цепей
- 1.4.** Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Код индикатора достижения компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование индикатора достижений компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)
ПК-5 Наименование профессиональной компетенции	Способен подготавливать расчетную и проектную документацию при разработке сетей, сооружений, средств и средств инфокоммуникаций	ПК-5.1          ПК-5.2	<b>Знает</b> принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации  <b>Умеет</b> выявлять и анализировать

		<b>ПК-5.3</b>	<p>преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта</p> <p><b>Владеет</b> навыками разработки рабочей документации и навыками проектирования систем станций подвижной радиосвязи</p>
<b>ПК-6</b>	Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей	<p><b>ПК-6.1</b></p> <p><b>ПК-6.2</b></p> <p><b>ПК-6.3</b></p>	<p><b>Знает</b> принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети</p> <p><b>Умеет</b> осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных;</p> <p><b>Владеет</b> навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p>

## 2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

### 2.1. Цели и задачи дисциплины

*Цель дисциплины* - Общие сведения о проектировании и моделировании электронных схем. Цель и задачи дисциплины, её место в подготовке бакалавров. Особенности самостоятельной работы по программе дисциплины. Общие сведения о

проектировании и моделировании электронных схем. Этапы проектирования и разработки электронных устройств.

**Задачи-** Основные задачи и методы моделирования электронных схем. Виды анализа электронных схем при моделировании их работы. Модели реальных компонентов. Функции и ограничения систем моделирования работы электронных схем. Обзор основных этапов развития специализированного программного обеспечения (ПО), эволюция, современное состояние.

**2.2.** Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах 144 и зачетных единицах-4) *(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)*

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		<u>III</u> сем	<u>IV</u> сем	<u>V</u> сем	<u>VI</u> сем	<u>VII</u> сем	<u>VIII</u> сем
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>144</b>			<b>144</b>			
1.1.Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>64</b>			<b>64</b>			
1.1.1.Лекции	<b>32</b>			<b>32</b>			
1.1.2.Практические занятия	<b>32</b>			<b>32</b>			
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							
1.1.2.2. Контрольные работы							
1.1.2.3. Другое (указать)							
1.1.3.Семинары							
1.1.4.Лабораторные работы							
1.1.5.Другие виды (указать)							
1.2.Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>80</b>			<b>80</b>			
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (указать)							
1.2.2.1.Письменные домашние задания							
1.2.2.2.Курсовые работы							
1.2.2.3.Эссе и рефераты							
1.2.2.4.Другое (указать)							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	<b>Зачет</b>						

## 2.3. Содержание дисциплины

### 2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семинары (ак. часов)
<b>Раздел 1. Общие сведения о проектировании и моделировании электронных схем</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		
Тема 1. Обзор этапов развития специализированного программного обеспечения (ПО)	4	4	-	
Тема 2. Правила оформления принципиальных схем	4	4	-	
<b>Раздел 2. Графическое отображение электронных устройств</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	
Тема 3. Создание проекта принципиальной схемы.	2	-	2	
Тема 4. Создание графических электронных библиотек проекта принципиальной схемы.	4	1	3	
Тема 5. Добавление электронных компонентов в проект и на лист принципиальной схемы	4	1	3	
<b>Раздел 3. Создание соединений и шин</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	
Тема 6. Правила соединений	4	2	2	
Тема 7. Автоматическая проверка на ошибки	4	1	3	
Тема 8. Нумерация компонентов	2	-	2	
Тема 9. Создание списка соединений и компонентов проекта	2	-	2	
<b>Раздел 4. методы проектирования плат электронных схем</b>	<b>38</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	
Тема 10. Создание электронных библиотек посадочных мест компонентов	10	5	5	
Тема 11. Функции и ограничения систем проектирования	4	4	-	
Тема 12. Создание границ печатной платы	1	-	1	
Тема 13. Инструменты расстановки компонентов на печатной плате	1	-	1	

Тема14. Способы трассировки печатной платы	4	2	2	
Тема15. Компоновка и трассировка	6	4	2	
Тема16. Назначение переходных отверстий к цепям проекта	4	2	2	
Тема 17. Автоматическая проверка на ошибки с учетом возможностей производства.	4	2	2	
<b>ИТОГО</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	

### 2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

#### *Раздел 1. Общие сведения о проектировании и моделировании электронных схем*

##### **Тема 1. Обзор этапов развития специализированного программного обеспечения (ПО)**

Информационное обеспечение САПР состоит из двух частей, которые включают в себя: - сведения о типовых элементах РЭА и их параметрах, типовых материалах, типовых фрагментах электронных схем; - способы, алгоритмы и программы, которые предназначены для упорядоченной записи, хранения, перемещения данных и их извлечения.

##### **Тема 2. Правила оформления принципиальных схем**

На схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и связи между ними. Графическое построение схемы должно наглядно отражать последовательность функциональных процессов, происходящих в изделии. Действительное расположение в изделии элементов и устройств может не учитываться.

#### *Раздел 2. Графическое отображение электронных устройств*

##### **Тема 3. Создание проекта принципиальной схемы**

В программном обеспечении Altium проект платы является набором документов (файлов), необходимых для определения и изготовления печатной платы

##### **Тема 4. Создание графических электронных библиотек проекта принципиальной схемы**

Создание схемных символов осуществляется в редакторе схемных библиотек (\*.SchLib). В компоненты в этих библиотеках затем добавляются ссылки на посадочные места и прочие модели, которые заданы в отдельных библиотеках посадочных мест и файлах моделей.

## **Тема 5. Добавление электронных компонентов в проект и на лист принципиальной схемы**

Электрические элементы на схеме изображают условными графическими обозначениями, начертание и размеры которых установлены в стандартах. При необходимости применяют нестандартизированные условные графические обозначения.

## **Тема 6. Правила соединений**

Схема соединений – схема, показывающая все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т. п.), а также соединение между этими устройствами и элементами.

## **Тема 7. Автоматическая проверка на ошибки**

Проверка правил проектирования (Design Rule Checking, DRC) – это мощная автоматизированная функциональная возможность, которая проверяет логическую и физическую целостность проекта. Проверки выполняются для некоторых или всех включенных правил проектирования (*Design Rules*), и она может выполняться онлайн, т.е. в режиме реального времени при проектировании.

## **Тема 8. Нумерация(Аннотирование) компонентов**

Аннотирование проекта – это систематический и планомерный процесс, который позволяет обеспечить идентификацию всех компонентов в проекте с помощью уникальных обозначений.

## **Тема 9. Создание списка соединений и компонентов проекта**

После размещения всех компонентов и портов необходимо ввести соединения. Имеется два способа проложить проводники на схеме: явный и неявный. Явная прокладка проводников выполняется посредством физического соединения проводом двух объектов цепи. Неявные проводники создаются соединениями, которые используют метки цепей.

### ***Раздел 4. Методы проектирования плат электронных схем***

## **Тема 10. Создание электронных библиотек посадочных мест компонентов**

Для создания посадочного места компонента в Altium Footprint Designer требуется выполнить следующие 4 шага:

1. Создать контактные площадки
2. Определить высоту и площадь компонента
3. Добавить информацию о шелкографии
4. Сохранить посадочное место

## **Тема 11. Функции и ограничения систем проектирования**

В основе системы Altium Designer лежит программная платформа Design Explorer (DXP), объединяющая в себе различные модули для реализации всех функций и ограничений автоматизированного проектирования.

## **Тема 12. Создание границ печатной платы**

Форма платы Board Shape определяет границы платы, или ее участок, в редакторе плат. Board Shape – это объект редактора плат, также называемый Board Outline (Контур платы), который, по сути, является замкнутым полигоном.

## **Тема 13. Инструменты расстановки компонентов на печатной плате**

В большинстве пакетов программного обеспечения для изготовления печатных плат отсутствуют важные инструменты проектирования, или эти инструменты сложны в использовании. Если это похоже на ваше программное обеспечение для разводки плат, то следует использовать передовые функции проектирования печатных плат в Altium Designer.

## **Тема 14. Способы трассировки печатной платы**

ручная трассировка, при которой человек самостоятельно, используя определённые программные инструменты, наносит рисунок проводников на чертёж платы; автоматическая трассировка, при которой программа самостоятельно прокладывает проводники на чертеже платы, используя ограничения, наложенные разработчиком.

## **Тема 15. Компоновка и трассировка**

Выбор расположения проводников и переходных отверстий на печатной плате часто считается простой задачей. После импорта платы и размещения компонентов, казалось бы, относительно легко выполнить их соединение с помощью меди. Хотя это могло быть правдой во времена низкоскоростных DIP компонентов с ТТЛ для простых плат, сегодняшние требования к проектированию намного сложнее. Трассировка проводников на печатной плате может иметь очень специфические требования для обеспечения целостности сигнала.

## **Тема 16. Назначение переходных отверстий к цепям проекта**

Переходные отверстия похожи на металлизированные, но выполняются с минимальным диаметром для принятого класса точности. Они не являются точками начала или конца цепей либо точками подключения к элементам. Переходные отверстия располагаются на печатных проводниках, обеспечивая переход трассы с одного слоя на другой.

## **Тема 17. Автоматическая проверка на ошибки с учетом возможностей производства.**

Во время изготовления и сборки выполняется несколько процедур испытаний печатных плат. Они направлены на оценку качества и ресурса печатной платы без элементов, а также на то, чтобы убедиться, что конструкция пройдет этап сборки без дефектов. Кроме того, во время изготовления/сборки будут проводиться электрические испытания и сравнение с проектным списком цепей.

### **2.3.3. Краткое содержание практических занятий практикума**

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий)

1. Ознакомление с программным пакетом Altium Designer.
2. Ознакомление с документациями и спецификациями пассивных компонентов.
3. Создание электронных графических библиотек выбранных компонентов в ПО Altium Designer.

### **2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

(Кратко представить перечень материально-технического оснащения, информационно-технических средств).

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор

## **2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей**

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	М1 <sup>1</sup>	М2	М1	М2	М1	М2			
<b>Вид учебной работы/контроля</b>	М1 <sup>1</sup>	М2	М1	М2	М1	М2			
Контрольная работа <i>(при наличии)</i>									
Устный опрос <i>(при наличии)</i>		1							
Тест <i>(при наличии)</i>									
Лабораторные работы <i>(при наличии)</i>									
Письменные домашние задания <i>(при наличии)</i>									
Реферат <i>(при наличии)</i>									
Эссе <i>(при наличии)</i>									
Проект <i>(при наличии)</i>									
<i>Другие формы (при наличии)</i>									
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						1			
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1		
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке									

<sup>1</sup> Учебный Модуль

промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,4
<b>Вес итогового контроля (Экзамен/зачет)</b> в результирующей оценке итогового контроля								0,6
	$\Sigma = 1$							

### 3. Теоретический блок *(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)*

#### а) Базовый учебник

<https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer>

#### б) Основная литература:

1. <https://b-valery.ru/uchebnik-altium-designer-24-pdf-video/>

2. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах

<https://www.litres.ru/book/vladislav-suhodolski/altium-designer-proektirovanie-funkcionalnyh-uzlov-re-7004111/>

### 4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

#### Перечень экзаменационных вопросов

1. Создание схематического символа резистора в Altium designer.
2. Создание посадочного места резистора с типоразмером 0402.
3. Создание схематического символа керамического конденсатора в Altium designer.
4. Создание посадочного места керамического конденсатора с типоразмером 0603.
5. Создание схематического символа индуктивности в Altium designer.
6. Создание посадочного места индуктивности с типоразмером 0805.
7. Создание схематического символа NPN-транзистора в Altium designer.
8. Создание посадочного места керамического конденсатора с типоразмером 0402
9. Создание схематического символа электролитического(танталового) конденсатора в Altium designer

10. Создание посадочного места резистора с типоразмером 2512.
11. Создание схематического символа диода в Altium designer.
12. Создание посадочного места индуктивности с типоразмером 0603.
13. Создание схематического символа светодиода в Altium designer.
14. Создание посадочного места электролитического(танталового) конденсатора с типоразмером 1210
15. Создание посадочного места светодиода с типоразмером 0603
16. Создание посадочного места NPN-транзистора с типоразмером SOT-23-3
17. Создание посадочного места PNP-транзистора с типоразмером SOT-23-3

### Другие виды оценочных средств

#### 1. Образцы зачетных билетов

<p>ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ Инженерно-физический институт Кафедра телекоммуникаций 11.04.02 Информационные технологии и системы связи</p> <hr/> <p>Компьютерное проектирование радиотехнических узлов Билет № 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание схематического символа резистора в Altium designer.</li> <li>2. Создание посадочного места резистора с типоразмером 0402.</li> </ol> <p>Преподаватель <i>Гамбарян А.А.</i></p> <p>Зав. кафедрой <i>Агаронян А.К.</i></p> <p>Дата _____</p>	<p>ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ Инженерно-физический институт Кафедра телекоммуникаций 11.04.02 Информационные технологии и системы связи</p> <hr/> <p>Компьютерное проектирование радиотехнических узлов Билет №2.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание схематического символа керамического конденсатора в Altium designer.</li> <li>2. Создание посадочного места керамического конденсатора с типоразмером 0603.</li> </ol> <p>Преподаватель <i>Гамбарян А.А.</i></p> <p>Зав. кафедрой <i>Агаронян А.К.</i></p> <p>Дата _____</p>
<p>ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ Инженерно-физический институт Кафедра телекоммуникаций 11.04.02 Информационные технологии и системы связи</p> <hr/> <p>Компьютерное проектирование радиотехнических узлов Билет № 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание схематического символа индуктивности в Altium designer.</li> <li>2. Создание посадочного места индуктивности с типоразмером 0805.</li> </ol> <p>Преподаватель <i>Гамбарян А.А.</i></p> <p>Зав. кафедрой <i>Агаронян А.К.</i></p> <p>Дата _____</p>	<p>ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ Инженерно-физический институт Кафедра телекоммуникаций 11.04.02 Информационные технологии и системы связи</p> <hr/> <p>Компьютерное проектирование радиотехнических узлов Билет № 4.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание схематического символа NPN-транзистора в Altium designer.</li> <li>2. Создание посадочного места керамического конденсатора с типоразмером 0402.</li> </ol> <p>Преподаватель <i>Гамбарян А.А.</i></p> <p>Зав. кафедрой <i>Агаронян А.К.</i></p> <p>Дата _____</p>

## 5. Методический блок

### Методика преподавания

Во время каждого занятия преподаватель представляет материал по теме дня и вовлекает группу в обсуждение. Практичный характер курса предполагает активное вмешательство каждого студента в процессы представления и обсуждения темы. За преподавателем закреплена ответственность придерживаться тематики данного занятия и предоставлять необходимые фундаментальные знания и концепции.

После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.

Дисциплина «Компьютерное проектирование радиотехнических узлов» непосредственно связана с разработкой индивидуальных проектов. Студенты заранее уведомляются о требованиях относительно формата окончательного результата проекта.