

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,  
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
(СПбГУТ)**

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств  
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №\_24.04/177-Д

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Твердотельное проектирование конструкций радиоэлектронных  
средств

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Информационные технологии проектирования радиоэлектронных  
средств

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.03.03 Конструирование и технология электронных средств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 928, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Твердотельное проектирование конструкций радиоэлектронных средств» является:

изучение теоретических и практических основ создания проектно-конструкторской и технологической документации для решения задач проектирования, с применением современных методов и средств компьютерной графики.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Твердотельное проектирование конструкций радиоэлектронных средств» Б1.В.12 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.03 Конструирование и технология электронных средств». Изучение дисциплины «Твердотельное проектирование конструкций радиоэлектронных средств» опирается на знания дисциплин(ы) «Инженерная и компьютерная графика»; «Основы конструирования и технологии производства электронных средств».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
2	ПК-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

### Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ОПК-4.1	Использует информационно-коммуникационные технологии для подготовки документации
ОПК-4.2	Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
ОПК-4.3	Знает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей
ОПК-4.4	Умеет использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации
ОПК-4.5	Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации

ПК-4.1	Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков
ПК-4.2	Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации
ПК-4.3	Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			4
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	108	108
<b>Контактная работа с обучающимися</b>		52.35	52.35
в том числе:			
Лекции		20	20
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)		14	14
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация		2.35	2.35
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СРС)</b>		22	22
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект			-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала		22	22
Подготовка к промежуточной аттестации		33.65	33.65
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			Экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Введение в твердотельное проектирование радиоэлектронных средств.	Лекция №1. Графика как техника проектирования. Лекция №2 Двухмерные преобразования в графическом пространстве.	4		

2	Раздел 2. Трехмерные преобразования в твердотельном проектировании.	Лекция №3 Трехмерные преобразования и перспектива в твердотельном проектировании. Лекция №4 Трехмерная компьютерная графика в твердотельном проектировании.	4		
3	Раздел 3. Основы твердотельного моделирования конструкций радиоэлектронных систем в КОМПАС-3D.	Лекция №5 Основы твердотельного моделирования конструкций радиоэлектронных систем в САПР КОМПАС-3D. Лекция №6 3D моделирование в САПР КОМПАС-3D. Лекция №7 Формирование конструкторской документации в САПР КОМПАС-3D.	4		
4	Раздел 4. Редакторы 3D твердотельного проектирования.	Лекция №8 Полигональное моделирование в трехмерной графике. Лекция №9 Программные системы 3ds Max и Blender Лекция №10 Обзор современных программных комплексов твердотельного проектирования радиоэлектронных средств. (САПР AutoCAD).	4		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Информационные технологии проектирования электронных средств
2	Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружений
3	Конструирование электронных средств

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

#### Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Введение в твердотельное проектирование радиоэлектронных средств.	4		2		5	11
2	Раздел 2. Трехмерные преобразования в твердотельном проектировании.	4	4	4		5	17
3	Раздел 3. Основы твердотельного моделирования конструкций радиоэлектронных систем в КОМПАС-3D.	6	4	2		6	18
4	Раздел 4. Редакторы 3D твердотельного проектирования.	6	8	6		6	26
Итого:		20	16	14	-	22	72

## 6. Лекции

#### Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела	Тема лекции	Всего часов
1	1	Графика как техника проектирования.	2
2	1	Двухмерные преобразования в графическом пространстве.	2
3	2	Трехмерные преобразования и перспектива в твердотельном проектировании.	2
4	2	Трехмерная компьютерная графика в твердотельном проектировании.	2
5	3	Основы твердотельного моделирования конструкций радиоэлектронных систем в САПР КОМПАС-3D.	2
6	3	3D моделирование в САПР КОМПАС-3D.	2
7	3	Формирование конструкторской документации в САПР КОМПАС-3D.	2
8	4	Полигональное моделирование в трехмерной графике.	2
9	4	Программные системы 3ds Max и Blender.	2
10	4	Обзор современных программных комплексов твердотельного проектирования радиоэлектронных средств.	2
Итого:			20

## 7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Создание в САПР КОМПАС 3D модели с помощью операций «Элемент выдавливания». Ознакомление с операциями «Вырезать выдавливанием», «Массив».	2
2	2	Создание в САПР КОМПАС 3D модели с помощью операций «Вращение», «Элемент по траектории», «Элемент по сечениям».	4
3	3	Создание фрагмента в КОМПАС-3D	2
4	4	Создание объектов в Autodesk 3DS MAX	4
5	4	Создание объектов в Blender	2
Итого:			14

## 8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела	Тема занятия	Всего часов
1	2	Создание в САПР КОМПАС 3D модели с помощью операции «Листовое тело».	2
2	2	Создание в САПР КОМПАС 3D модели лицевой панели.	2
3	3	Создание сборки в САПР КОМПАС-3D.	2
4	3	Формирование документации в САПР КОМПАС-3D.	2
5	4	Создание объектов в Autodesk 3DS MAX	4
6	4	Создание объектов в Blender	4
Итого:			16

## 9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

## 10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 10

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Чтение учебных материалов	Собеседование	5
2	2	Чтение учебных материалов	Собеседование	5
3	3	Продолжение работы над практическими упражнениями	Собеседование	6
4	4	Просмотр учебных видеоматериалов	Собеседование	6
Итого:				22

## 11. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета «Положение о фонде оценочных средств» и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

### **13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### 13.1. Основная литература:

1. Петров, М.  
Компьютерная графика. Учебник для вузов. 3-е изд. : [Электронный ресурс] / М. Петров. - СПб. : Питер, 2011. - 544 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=23135>. - ISBN 978-5-459-00809-8 : Б. ц.
2. Давыдов, В. Н.  
Твердотельная электроника : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Давыдов. - М. : ТУСУР, 2013. - 175 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110377>. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки

#### 13.2. Дополнительная литература:

1. Кисленко, Л. С.  
Основы проектной графики и дизайна : [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Л. С. Кисленко ; рец. В. М. Дегтярев ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2014. - 111 с. : ил. - 601.85 р.
2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств : учебное пособие. - М. : ТУСУР. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4929](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4929). Ч. 2 / В. А. Кологривов. - М. : ТУСУР, 2012. - 132 с. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки. Рекомендовано Сибирским региональным отделением УМО высших учебных заведений РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации для межвузовского использования в качестве учебного пособия
3. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств : учебное пособие. - М. : ТУСУР. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4930](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4930). Ч. 1 / В. А. Кологривов. - М. : ТУСУР, 2012. - 120 с. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки. Рекомендовано Сибирским региональным отделением УМО высших учебных заведений РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации для межвузовского использования в качестве учебного пособия



4. Капралов, Дмитрий Дмитриевич. Твердотельное проектирование конструкций радиоэлектронных средств : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Д. Д. Капралов, В. Н. Мордовин, Е. А. Дроздов ; рец. О. В. Воробьев ; Федер. агентство связи, С.-Петербур. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1. - 2020. - 100 с. : ил. - 1111.39 р.

#### **14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- [www.sut.ru](http://www.sut.ru)
- [lib.spbgut.ru/jirbis2\\_spbgut](http://lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut)

#### **15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15.3. Дополнительные источники

#### **16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

16.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Твердотельное проектирование конструкций радиоэлектронных средств» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что

способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить пробелы в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

### 16.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### 16.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

#### 16.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на

отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорам в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждение понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### 16.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

### 17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 11

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
-------	---	---------------------------

1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры