

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.11.1 «Пассивные микросхемные устройства СВЧ»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (ЭЛНЭ)

Профиль - Электронные приборы и устройства

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 5

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 36;

практические занятия – 54;

самостоятельная работа – 126;

экзамен – 7 семестр

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: изучение принципов работы и методов расчёта основных типов линий передачи, элементов, узлов и устройств пассивных микросхем СВЧ в интегральном исполнении. Получение представлений о работе с системой автоматизированного проектирования устройств СВЧ.

Задачи изучения дисциплины: формирование у студентов необходимых знаний основных типов линий передачи, элементов, узлов и устройств пассивных микросхем СВЧ в интегральном исполнении, их методов расчета, принципов действия, свойств и потенциальных возможностей.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

Б.1.1.5 Математика (ОПК-1, ОПК-2);

Б.1.1.6 Физика (ОПК-2);

Б.1.1.12 Теоретические основы электротехники (ОПК-3);

Б.1.2.9 Электродинамика (ОПК-2, ОПК-5).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способности аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2).

Студент должен знать: принципы работы и методы расчёта основных типов линий передачи, элементов, узлов и устройств пассивных микросхем СВЧ в интегральном исполнении.

Студент должен уметь: работать с системой автоматизированного проектирования устройств СВЧ.

Студент должен владеть: представлением об эволюции и перспективах развития современных пассивных микросхемных устройств СВЧ.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Нед е ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы			
				Всего	Лек-ции	Прак-тические	СРС
1	2	3	4	5	6	8	9
7 семестр							
1	1	1	Введение. Пассивные микроэлектронные устройства СВЧ. Линии передачи различных типов в микроэлектронном исполнении. Микрополосковая линия.	9	2		7
1	2	2	Дисперсионное уравнение экранированной МПЛ. Составляющие полей в МПЛ. Дисперсионные характеристики МПЛ. Распределение полей и токов. Потери в МПЛ.	23	2	14	7
1	3	3	Щелевая и копланарная линия. Сравнительная оценка волновых сопротивлений МПЛ и ЩЛ. Связанные линии передачи.	9	2		7
1	4	4	Элементы и узлы интегральных схем СВЧ. Индуктивности, емкости, резисторы, согласованные нагрузки в микросхемном исполнении.	23	2	14	7
1	5	5	Резонаторы на микрополосковых и щелевых линиях. Резонаторы на диэлектрических структурах.	9	2		7
1	6	6	Устройства возбуждения линий передачи. Переходы и короткозамыкатели в микроэлектронном исполнении.	9	2		7
1	7	7	Устройства СВЧ в микроэлектронном исполнении. Направленные ответвители и	23	2	14	7

			мосты. Кольцевой направленный ответвитель. Шлейфный направленный ответвитель. Ответвители на связанных линиях.				
1	8	8	Делители и сумматоры СВЧ мощности. Делитель мощности последовательного типа.	9	2		7
1	9	9	Делитель мощности параллельного типа. Кольцевые делители мощности. Схемы сложения на направленных ответвителях.	21	2	12	7
2	10	10	Устройства управления фазой в микросхемах СВЧ. Устройства управления амплитудой сигнала в микросхемах СВЧ.	9	2		7
2	11	11	Фильтры СВЧ. Частотные характеристики фильтров СВЧ. Фильтры нижних частот в микрополосковом исполнении.	9	2		7
2	12	12	Фильтры верхних частот в микрополосковом исполнении. Полосно-пропускающие фильтры.	9	2		7
2	13	13	Полосно-заграждающие фильты. Фильтры СВЧ на диэлектрических резонаторах.	9	2		7
2	14	14	Автоматизированное проектирование пассивных устройств СВЧ. Матрица рассеяния многополюсника	9	2		7
2	15	15	Метод декомпозиции при расчете параметров микроэлектронных устройств СВЧ	9	2		7
2	16	16	Дифракция электромагнитных волн на скачке ширины проводника экранированной МПЛ. Дифракция электромагнитных волн на двух близко расположенных скачках ширины полоскового проводника МПЛ.	9	2		7
2	17	17	Нерегулярный полосковый тракт с каскадно включенными неоднородностями. Дифракция электромагнитных волн на стыке двух многопроводных МПЛ.	9	2		7
2	18	18	Примеры реализации	9	2		7

			алгоритмов анализа ступенчатых неоднородностей МПЛ. Резонаторы и фильтры на связанных МПЛ. Анализ и синтез направленных ответвителей на связанных МПЛ.				
Всего				216	36	54	126

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Введение. Пассивные микроволновые устройства СВЧ. Линии передачи различных типов в микроволновом исполнении. Микрополосковая линия.	1,2,3,4,6
2	2	2	Дисперсионное уравнение экранированной МПЛ. Составляющие полей в МПЛ. Дисперсионные характеристики МПЛ. Распределение полей и токов. Потери в МПЛ.	1,2,3,4,6
3	2	3	Щелевая и копланарная линия. Сравнительная оценка волновых сопротивлений МПЛ и ЩЛ. Связанные линии передачи.	1,2,3,4,6
4	2	4	Элементы и узлы интегральных схем СВЧ. Индуктивности, емкости, резисторы, согласованные нагрузки в микросхемном исполнении.	1,2,3,4,6
5	2	5	Резонаторы на микрополосковых и щелевых линиях. Резонаторы на диэлектрических структурах.	1,2,3,4,6
6	2	6	Устройства возбуждения линий передачи. Переходы и короткозамкватели в микроволновом исполнении.	1,2,3,4,6
7	2	7	Устройства СВЧ в микроволновом исполнении. Направленные ответвители и мосты. Кольцевой направленный ответвитель. Шлейфный направленный ответвитель. Ответвители на связанных линиях.	1,2,3,4,6
8	2	8	Делители и сумматоры СВЧ мощности. Делитель мощности последовательного типа.	1,2,3,4,6
9	2	9	Делитель мощности параллельного типа. Кольцевые делители мощности. Схемы сложения на направленных ответвителях.	1,2,3,4,6
10	2	10	Устройства управления фазой в микросхемах СВЧ. Устройства управления амплитудой сигнала в микросхемах СВЧ.	1,2,3,4,6
11	2	11	Фильтры СВЧ. Частотные характеристики фильтров СВЧ. Фильтры нижних частот в микрополосковом исполнении.	1,2,3,4,6
12	2	12	Фильтры верхних частот в микрополосковом	1,2,3,4,6

			исполнении. Полосно-пропускающие фильтры.	
13	2	13	Полосно-заграждающие фильтры. Фильтры СВЧ на диэлектрических резонаторах.	1,2,3,4,6
14	2	14	Автоматизированное проектирование пассивных устройств СВЧ. Матрица рассеяния многополюсника	1,2,3,4,6
15	2	15	Метод декомпозиции при расчете параметров микроволновых устройств СВЧ	1,2,3,4,6
16	2	16	Дифракция электромагнитных волн на скачке ширины проводника экранированной МПЛ. Дифракция электромагнитных волн на двух близко расположенных скачках ширины полоскового проводника МПЛ.	1,2,3,4,6
17	2	17	Нерегулярный полосковый тракт с каскадно включенными неоднородностями. Дифракция электромагнитных волн на стыке двух многопроводных МПЛ.	1,2,3,4,6
18	2	18	Примеры реализации алгоритмов анализа ступенчатых неоднородностей МПЛ. Резонаторы и фильтры на связанных МПЛ. Анализ и синтез направленных ответвителей на связанных МПЛ.	1,2,3,4,6

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отработываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	14	1	Расчет пленочных индуктивных элементов	5,7
4	14	2	Расчет волнового сопротивления микрополосковой линии	5,7
7	12	3	Расчет делителей мощности	5,7
9	14	4	Расчет направленного ответвителя	5,7

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [7].

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	7	Введение. Пассивные микроволновые устройства СВЧ. Линии передачи различных типов в	1,2,4

		микроэлектронном исполнении. Микрополосковая линия.	
2	7	Дисперсионное уравнение экранированной МПЛ. Составляющие полей в МПЛ. Дисперсионные характеристики МПЛ. Распределение полей и токов. Потери в МПЛ.	1,2,4
3	7	Щелевая и копланарная линия. Сравнительная оценка волновых сопротивлений МПЛ и ЩЛ. Связанные линии передачи.	1,2,4
4	7	Элементы и узлы интегральных схем СВЧ. Индуктивности, емкости, резисторы, согласованные нагрузки в микросхемном исполнении.	1,2,4
5	7	Резонаторы на микрополосковых и щелевых линиях. Резонаторы на диэлектрических структурах.	1,2,4
6	7	Устройства возбуждения линий передачи. Переходы и короткозамыкатели в микроэлектронном исполнении.	1,2,4
7	7	Устройства СВЧ в микроэлектронном исполнении. Направленные ответвители и мосты. Кольцевой направленный ответвитель. Шлейфный направленный ответвитель. Ответвители на связанных линиях.	1,2,4
8	7	Делители и сумматоры СВЧ мощности. Делитель мощности последовательного типа.	1,2,4
9	7	Делитель мощности параллельного типа. Кольцевые делители мощности. Схемы сложения на направленных ответвителях.	1,2,4
10	7	Устройства управления фазой в микросхемах СВЧ. Устройства управления амплитудой сигнала в микросхемах СВЧ.	1,2,4
11	7	Фильтры СВЧ. Частотные характеристики фильтров СВЧ. Фильтры нижних частот в микрополосковом исполнении.	1,2,4
12	7	Фильтры верхних частот в микрополосковом исполнении. Полосно-пропускающие фильтры.	1,2,4
13	7	Полосно-заграждающие фильтры. Фильтры СВЧ на диэлектрических резонаторах.	1,2,4
14	7	Автоматизированное проектирование пассивных устройств СВЧ. Матрица рассеяния многополюсника	1,2,4
15	7	Метод декомпозиции при расчете параметров микроэлектронных устройств СВЧ	1,2,4
16	7	Дифракция электромагнитных волн на скачке ширины проводника экранированной МПЛ. Дифракция электромагнитных волн на двух близко расположенных скачках ширины полоскового проводника МПЛ.	1,2,4
17	7	Нерегулярный полосковый тракт с каскадно включенными неоднородностями. Дифракция электромагнитных волн на стыке двух многопроводных МПЛ.	1,2,4
18	7	Примеры реализации алгоритмов анализа ступенчатых неоднородностей МПЛ. Резонаторы и фильтры на связанных МПЛ. Анализ и синтез направленных ответвителей на связанных МПЛ.	1,2,4

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [7].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенции ПК-2: способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

Содержание лекционного курса и практических занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся способности аргументированно выбирать на практике эффективную методику исследования параметров и характеристик современных пассивных микросхемных элементов СВЧ.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается:

- в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала;

- отчетов по практическим работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой,

	усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- практических работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по практическим работам. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («неудовлетворительно») и осуществляется путем анализа знаний теоретического материала, оформленного отчета.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала, и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета.

	Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Пассивные микросхемные устройства СВЧ» включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для экзамена

1. Диэлектрические материалы, используемые в микрополосковых устройствах СВЧ.
2. Металлы и поглощающие материалы, используемые в микрополосковых устройствах СВЧ.
3. Полосковые линии передачи, конструкция, расчет основных параметров.
4. Микрополосковые линии передачи, конструкция, основные параметры.
5. Конденсатор на основе пленочных структур. МОП и миниатюрные керамические конденсаторы.
6. Направленные ответвители на связанных линиях. Примеры топологии.
7. Направленные ответвители тандемного и встречно-стержневого типов. Конструкция и основные параметры.
8. Индуктивности в микросхемах СВЧ. Конструкция, основные параметры.
9. Фильтры СВЧ в микрополосковом исполнении. Частотные характеристики фильтров СВЧ. Характеристики затухания фильтров-прототипов.
10. Волновое сопротивление микрополосковой линии. Потери в МПЛ.
11. Резонатор на микрополосковых линиях. Варианты топологий, основные параметры.
12. Щелевая и копланарная линия, конструкции, основные параметры и сравнительные характеристики.
13. Объемные резонаторы в интегральном исполнении. Диэлектрические резонаторы, основные конструкции и параметры.
14. Устройства возбуждения микрополосковых линий передач. Конструкция коаксиально-микрополосковых, волноводно-микрополосковых переходов.
15. Делители и сумматоры мощности. Общие требования к конструкции. Параметры. Делитель мощности последовательного типа.
16. Сумматор мощности в микрополосковом исполнении в виде многолучевой звезды. Основные параметры.
17. Кольцевые делители мощности в микрополосковом исполнении. Электрическая схема и топология одноступенчатого кольцевого делителя мощности.
18. Связанные линии передачи в микрополосковом исполнении. Классификация. Частотные зависимости волнового сопротивления.
19. Резисторы в микросхемах СВЧ. Конструкция, основные параметры.
20. Реализация конденсаторов в микросхемах СВЧ. Конструкция, основные параметры параллельной и последовательной емкости.
21. Шлейфный направленный ответвитель. Основные параметры и варианты топологий.

22. Двухступенчатый кольцевой делитель мощности в микрополосковом исполнении. Электрическая схема. Сравнение одноступенчатого и двухступенчатого делителя мощности.
23. СВЧ соединители: назначение, основные требования, классификация
24. Кольцевой делитель мощности с неравным делением. Конструкция. Основные параметры.
25. Фильтры нижних частот в микрополосковом исполнении. Варианты топологий.
26. Фильтры высоких частот в микрополосковом исполнении. Топология и электрическая схема.
27. Полосно-пропускающие фильтры в микрополосковом исполнении. Варианты топологий. Эквивалентная схема.
28. Полосно-заграждающие фильтры в микрополосковом исполнении. Варианты топологий. Эквивалентная схема.
29. Микрополосковые антенны. Основные характеристики микрополосковых антенн.
30. Микрополосковые антенны. Расчет параметров микрополосковых антенн.
31. Микрополосковые антенны. Плоская двумерная полосковая антенна с прямоугольным излучающим элементом. Параметры и характеристики.
32. Микрополосковые антенны. Пример применения планарных антенных систем в сотовых телефонах.

Тестовые задания по дисциплине

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением **информационно-коммуникационных образовательных технологий** (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (**лекции-визуализации**) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

Коллоквиумы проводятся с применением **интерактивных технологий и технологий проблемного обучения** (лекция-дискуссия, в ходе которой решается комплексная учебная задача).

При проведении практических работ наряду с **традиционными образовательными технологиями** (практическая работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами) применяются **технологии проблемного обучения** (проведение практикумов - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков)

и *технологии проектного обучения* (выполнение творческих и информационных проектов).

Дисциплина «Пассивные микросхемные устройства СВЧ» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; практических занятий; самостоятельных занятий для подготовки к практическим занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

Блок «самостоятельная работа» представляет консультации по электронной почте и в on-line режиме.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Головин О. В. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 783 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12061>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Теория и техника СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.И. Астайкин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2008.— 464 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18460> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Пушкарев В. П. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 201 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13995/>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Виноградов А.Ю. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Виноградов А.Ю., Кабетов Р.В., Сомов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2012.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12063> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Замотринский В.А. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Замотринский В.А., Шангина Л.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 222 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13996> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. Романовский М.Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романовский М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 127 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13932> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Источники ИОС

7. Пассивные микросхемные устройства СВЧ. Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.3.11.1/default.aspx>. По паролю.

16. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение модуля: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет, и с необходимым программным обеспечением. Учебная дисциплина «Пассивные микросхемные устройства СВЧ» обеспечена учебно-методической документацией (компонент учебно-методического комплекса по дисциплине).

Чтение лекций проводится в лекционной аудитории, обеспеченной мультимедийными средствами: персональный компьютер, проектор. Практические занятия по дисциплине проводятся в виде компьютерного практикума в дисплейном классе на персональных ЭВМ, оснащенных лицензионным программным обеспечением, соединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Internet.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ имени Гагарина Ю.А.