

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.1.3.11.2 «Основы технологии электронной компонентной базы»

направления подготовки

(11.03.04) 210100.62 «Электроника и микроэлектроника» (ЭЛНЭ)

*Профиль - Электронные приборы и устройства*

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 8

зачетные единицы - 3

академических часов – 108,

в том числе:

лекции – 14

коллоквиумы – 4

лабораторные занятия – 18

самостоятельная работа – 72

зачет – 8 семестр

## **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

*1.1 Целью дисциплины является освоение студентами физических принципов, основ технологии производства материалов и изделий современной вакуумной электронной компонентной базы СВЧ.*

*1.2 Задачи изучения дисциплины:*

- выработать у студентов глубокое понимание роли и значения наукоемких технологий в развитии современного общества, их особенностей и места среди других наук;
- овладеть теорией и получить практические навыки в технологии производства материалов и изделий вакуумной СВЧ электроники;
- освоить основные принципы работы специального технологического оборудования и оснастки производства материалов и изделий вакуумной СВЧ электроники;
- выработать практические навыки и умения в разработке технологических процессов и документации в производстве электронной компонентной базы.

## **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:

- Метрология, стандартизация и технические измерения Б.1.1.13 (ОПК 5,8)
- Материалы электронной техники Б.1.1.14 (ПК 8)
- Физические основы электроники Б.1.1.16 (ПК 1,2)
- Основы проектирования электронной компонентной базы Б.1.1.19 (ПК 1)

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

Студент должен знать:

- основные этапы изготовления электровакуумных СВЧ приборов,
- технологические особенности механообработки прецизионных деталей и узлов изделий электронной компонентной базы,
- технологические основы пайки вакуум-плотных и теплонагруженных узлов,
- технологические основы сварки конструктивных элементов электронных приборов, в том числе в твердом состоянии,
- технологические основы эмиссионных материалов и катодных узлов,

- технологические основы вакуумной обработки деталей и узлов, включая пайку в вакууме и технологию откачки электровакуумных приборов,
- технические средства технологий вакуумной электронной компонентной базы СВЧ.

Студент должен уметь:

- расчетным и экспериментальным путем определять оптимальные режимы технологических процессов,
- анализировать качество выполнения технологических операций и определять причины возникающих дефектов в процессе производства,
- знать основные требования ЕСТД и уметь оформлять технологическую документацию,
- оценивать перспективы развития технологий электронной компонентной базы.

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

№ м о д у л я	№ т е м ы	Наименование темы	Всего часов	Лекц	Лаб работы	Колл	СРС
1	2	3	4	5			7
	1	Прецизионная механообработка. Обработка твердых и хрупких металлов давлением.	15	2	4	1	10
	2	Технология получения неразъемных соединений. Высокотемпературная пайка в защитных средах. Технология сварки плавлением и в твердом состоянии.	42	6	6	1	27
	3	Технология эмиссионных материалов. Пропитанные катоды. Металлокерамические катоды. Металлосплавные катоды.	32	4	6	1	21
	4	Технология вакуумной обработки деталей и узлов, пайка в вакууме и	19	2	2	1	14

	технология откачки электровакуумных приборов					
Всего		108	14	18	4	72

## 5. Содержание лекционного курса

Всего, часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции
1	2	3
2	1	<p><u>Прецизионная механообработка</u></p> <p>Рассматривается технология механообработки с применением высокоточного оборудования. Показываются возможности изготовления замедляющих и резонаторных систем СВЧ приборов методом электроэрозионной обработки. Дается ознакомительный материал по оборудованию, технологической оснастке и инструменту.</p> <p><u>Обработка твердых и хрупких металлов давлением</u></p> <p>Рассматриваются вопросы технологии изготовления деталей сложной формы из твердых тугоплавких материалов методом пластической деформации на примере вольфрама и молибдена. Обсуждаются явление хладноломкости металлов и температурные режимы обработки хрупких металлов давлением. Дается материал по проектированию оснастки для обработки металлов давлением.</p>
2	2	<p><u>Технология получения неразъемных соединений</u></p> <p>Излагаются общие представления о неразъемных соединениях в производстве электронных приборов, приводятся конструктивные особенности. Обсуждаются требования к неразъемным соединениям и их свойства: тепло- и электропроводность, вакуум-плотность, прочность, стойкость к многократным нагревам и термоудару.</p>
2	3	<p><u>Высокотемпературная пайка в защитных средах.</u></p> <p>Рассматриваются особенности получения надежных вакуум-плотных соединений различными видами пайки в защитных средах (пайка в водородных печах, пайка горелкой, ВЧ-пайка и другие). Обсуждаются особенности пайки материалов, не согласованных по коэффициенту термического расширения. Обсуждаются вопросы контактно-реактивной пайки, пайки покрытием. Рассматриваются принципы конструирования оснастки для пайки, в том числе для пайки прецизионных узлов. Приводится информация по наиболее широко применяемым припоям.</p>
2	4	<p><u>Технология сварки плавлением и в твердом состоянии.</u></p> <p>Дается ознакомительный материал по следующим видам сварки,</p>

		<p>применяемым в производстве изделий электронной компонентной базы: аргодуговая сварка, контактная сварка, лазерная сварка, электроннолучевая сварка, холодная сварка, диффузионная сварка, в том числе с термическими системами давления, магнитноимпульсная сварка. Приводятся рекомендации по выбору способа и режимов сварки в зависимости от соединяемой пары материалов. Рассматривается принцип работы специального технологического оборудования.</p>
2	5	<p><u>Технология эмиссионных материалов</u></p> <p>Дается ознакомительный материал по истории развития и общим вопросам технологии изготовления электронных эмиттеров. Напоминается о видах электронной эмиссии и применяемых в вакуумных СВЧ приборах эмиссионных материалах.</p> <p><u>Пропитанные катоды</u></p> <p>Рассматривается полный технологический цикл изготовления пропитанного катода на примере алюминатного катода. Обсуждаются вопросы технологии изготовления вольфрамовой матрицы под пропитку с определенной пористостью, составы и режимы изготовления алюмината для пропитки матриц, а также технология пропитки матрицы алюминатом и особенности последующей механообработки полученного материала.</p>
2	6	<p><u>Металлокерамические катоды</u></p> <p>Даются общие сведения по металлокерамическим катодам и технологии их изготовления - порошковой металлургии. Обсуждаются вопросы изготовления металлокерамического катода на примере оксидноиттриевого катода. Приводятся различные варианты химического состава материала и особенности технологии его изготовления.</p> <p><u>Металлосплавные катоды.</u></p> <p>Даются общие сведения по металлосплавным катодам, их конструкциям и технологии их изготовления. Обсуждаются особенности сварки металлосплавных катодов. Рассматриваются методы проектирования технологической оснастки. Приводятся основные требования к качеству соединения эмиссионного материала с подложкой – керном катода.</p>
2	7	<p><u>Технология вакуумной обработки деталей и узлов, пайка в вакууме и технология откачки электровакуумных приборов</u></p> <p>Напоминается об особенностях физических процессов проходящих в вакууме. Рассматриваются особенности режимов пайки в вакууме и явления «расслоение припоя» из-за разных скоростей испарения в вакууме его компонентов. Даются общие сведения об откачном оборудовании и технологическом процессе откачки электровакуумных приборов, включая процессы активировки катода и его тренировки токоотбором.</p>

## 6. Содержание коллоквиумов

Задания (Темы):

1. Технология прецизионной механообработки. Оборудование оснастка и инструмент. Изготовление деталей методом пластической деформации. Явление хладноломкости. Оснастка для обработки металлов методом пластической деформации.
2. Пайка в водородных печах, пайка горелкой, ВЧ-пайка. Пайка материалов, не согласованных по коэффициенту термического расширения. Контактно-реактивная пайка, пайка покрытием. Особенности конструирования оснастки для пайки. Аргонодуговая сварка, контактная сварка, лазерная сварка, электроннолучевая сварка, холодная сварка, диффузионная сварка, в том числе с термическими системами давления, магнитноимпульсная сварка.
3. Электронные эмиттеры. Пропитанные катоды. Технология изготовления вольфрамовой матрицы под пропитку алюминатом. Технология изготовления алюмината. Особенности механической обработки пропитанного алюминатного катода. Металлосплавные катоды. Конструкции и особенности сварки металлосплавных катодов. Порошковая металлургия. Металлокерамические катоды, химические составы и технология изготовления.
4. Отжиг и пайка в вакууме. Технические средства получения высокого вакуума. Особенности режимов пайки в вакууме и явления «расслоение припоя». Технологический процесс откачки электровакуумных приборов. Процессы активировки катода и его тренировки токоотбором.

## 7. Перечень лабораторных занятий

№ темы	Всего час.	№ лекции	Наименование лабораторной работы.
1	2	3	4
1.	6	1	Контроль вторично-эмиссионных характеристик материалов электронных приборов
2.	5	1	Точечная контактная сварка
3.	5	3	Пайка вакуум-плотных узлов электровакуумных приборов

## 8. Перечень практических работ

Практические работы учебным планом не предусмотрены.

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Час.	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1.	7	<p><u>Прецизионная механообработка</u></p> <p>Виды электроэрозионных станков, их технологические возможности.</p> <p><u>Обработка твердых и хрупких металлов давлением</u></p> <p>Технология навивки бифилярных и плоских спиралей. Технология изготовления вольфрамовых сеток</p>	1 - 2
2.	7	<p><u>Технология получения неразъемных соединений</u></p> <p>Основные конструкции сварных и паяных швов. Особенности соединения разнородных материалов.</p> <p><u>Высокотемпературная пайка в защитных средах.</u></p> <p>Многокомпонентные припои. Диаграммы состояния металлических систем, солидус и ликвидус. Стекланные припои.</p> <p><u>Технология сварки плавлением и в твердом состоянии.</u></p> <p>Шовная контактная сварка. Шовная лазерная сварка. Технология наплавки. Сварка металлов с неметаллическими материалами. Сварка в твердом состоянии черед подслои.</p>	3 - 10
3.	7	<p><u>Технология эмиссионных материалов.</u></p> <p>Диаграммы силикатных систем. Порошковые высокотемпературные припои. Прессовое оборудование.</p> <p><u>Пропитанные катоды.</u></p> <p>Методы изостатического прессования. Силикатные катоды. Осмированные алюминатные катоды.</p> <p><u>Металлокерамические катоды.</u></p> <p>Оксиднотитановые катоды. Особенности работы с</p>	11 - 14

		<p>порошками окиси тория.</p> <p><u>Металлосплавные катоды.</u></p> <p>Платина- и палладий-бариевые катоды, диаграмма состояния. Иридий-лантановые катоды.</p>	
4.	7	<p><u>Технология вакуумной обработки деталей и узлов, пайка в вакууме и технология откачки электровакуумных приборов</u></p> <p>Зависимость скорости испарения и давления насыщенного пара металлов в вакууме от температуры. Температура диссоциации окисных пленок на поверхности металлов в вакууме. Современные высоковакуумные средства откачки.</p> <p>Единая система технологической документации (ЕСТД)</p>	15

### **10. Расчетно-графическая работа**

Не предусмотрена учебной программой.

### **11. Курсовая работа**

Не предусмотрена учебной программой.

### **12. Курсовой проект**

Не предусмотрен учебной программой.

### **13. Контрольная работа**

Не предусмотрена учебной программой.



## 14. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### Оценивание уровня сформированности профессиональных компетенций

Уровни сформированной компетенции	Основные признаки уровня
Пороговый уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обладает способностью самостоятельно изучать физические основы технологических процессов в электронике;</li> <li>– обладает способностью анализировать результаты экспериментальных работ.</li> </ul>
Повышенный уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обладает способностью оценивать перспективы развития технологии электронной компонентной базы.</li> </ul>

### Планируемые уровни сформированной компетенции

Уровни сформированной компетенции	Структура компетенции	Основные признаки уровня
Пороговый уровень	Знает основные этапы изготовления СВЧ приборов	<p>В результате изучения базовой части цикла студент должен:</p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологические особенности прецизионной механообработки;</li> <li>– технологически приемы при обработке тугоплавких металлов методом пластической деформации;</li> <li>– основные требования, предъявляемые к неразъемным соединениям при производстве электронной компонентной базы;</li> <li>- основную номенклатуру твердых припоев применяемых в электронике;</li> <li>- принципы формирования многокомпонентных припоев;</li> <li>- основные способы получения неразъемных паяных и сварных соединений применяемых при производстве электронной компонентной базы;</li> <li>- особенности социального технологического оборудования и оснастки применяемых при изготовлении катодных материалов;</li> <li>- технологические особенности</li> </ul>

	<p>Умеет расчетным и экспериментальным путем определять оптимальные режимы технологических процессов</p> <p>Владеет навыками разработки технологической документации</p>	<p>производства катодных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности технологических режимов пайки в вакууме;</li> <li>- основные этапы откачки электровакуумных приборов.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять расчетным способом и используя справочную литературы основные режимы технологических процессов;</li> <li>- оценивать результаты экспериментальной работы с целью выработки корректирующих воздействий на технологический процесс;</li> <li>- выбирать специальное технологическое оборудование в зависимости от поставленной технологической задачи.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки маршрутных карт;</li> <li>– навыками разработки операционных карт;</li> <li>- навыками разработки контрольных карт;</li> <li>- навыками разработки технологических инструкций.</li> </ul>
<p>Повышенный уровень</p>		<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные тенденции и последние мировые достижения в области технологии электронной компонентной базы.</li> <li>- влияние технологических процессов на характеристики электронных приборов.</li> <li>- технические средства технологии электронной компонентной базы</li> <li>- области применения технологических процессов.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания в области проектирования технологических процессов.</li> <li>- оптимизировать режимы технологических процессов</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа качества выполнения технологических операций и определения причины возникающих дефектов в процессе производства.</li> </ul>

## Базовая структура знаний, необходимая студенту для освоения данной компетенции

№№ п/п	Компоненты базовой структуры знаний	Названия учебных дисциплин, курсов, модулей, практик (или их разделы), планируемых для включения в учебный план ООП ВО
1	Метрология, стандартизация и технические измерения	Основные способы, оборудование и особенности измерения высоких температур.
2	Материалы электронной техники	Основные материалы применяемые в электронике, их область применения. Физические и химические свойства материалов в широких интервалах температур.
3	Физических основ электроники	Знание физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия электровакуумных приборов.
4	Основы проектирования электронной компонентной базы	Знание основ построения и функционирования базовых вакуумных СВЧ компонентов

### Вопросы для зачета

1. Прецизионная механообработка. Область применения и оборудование.
2. Технология обработки металлов методом пластической деформации. Области применения в электронике. Специальная технологическая оснастка и оборудование.
3. Неразъемные соединения в производстве электронных приборов, Требования, предъявляемые к неразъемным соединениям и их свойства: тепло- и электропроводность, вакуум-плотность, прочность, стойкость к многократным нагревам и термоудару.
4. Пайка в водородных печах. Технологические особенности. Область применения. Специальное технологическое оборудование и оснастка.
5. Пайка горелкой. Область применения. Рабочие газы. Состав рабочего места (пост пайки горелкой).
6. ВЧ-пайка. Область применения. Технологическое оборудование.
7. Несогласованные спаи. Особенности конструирования и технологических режимов.
8. Пайка покрытием. Контактно-реактивная пайка.
9. Аргонодуговая сварка. Область применения, режимы и оборудование.
10. Контактная сварка. Область применения, режимы и оборудование.
11. Лазерная сварка. Область применения, режимы и оборудование.
12. Электроннолучевая сварка. Область применения, режимы и оборудование.
13. Холодная сварка. Область применения, режимы и оборудование.
14. Диффузионная сварка. Область применения, режимы и оборудование.
15. Магнитоимпульсная сварка. Область применения, режимы и оборудование.

16. Основные этапы изготовления пропитанных катодов. Изготовление матрицы и алюмината. Пропитка и последующая механообработка.
17. Основные этапы изготовления металлокерамического катода. Приготовление шихты, прессование и спекание. Механическая обработка и окончательное спекание на керне.
18. Металлосплавные катоды. Технологические особенности диффузионной, контактной и магнитноимпульсной сварки, а также контактно-реактивной пайки металлосплавных катодов.
19. Пайка в вакууме. Особенности технологических режимов. Явление «расслоения припоя». Специальное технологическое оборудование.
20. Прокалка катодных ножек – активировка эмиссионных материалов. Специальное технологическое оборудование.
21. Откачка электровакуумных приборов. Основные этапы и режимы технологического процесса откачки. Откачные посты, их устройство и принцип работы.
22. Маршрутная карта. Содержание назначение и правила оформления.
23. Операционная карта. Содержание назначение и правила оформления.
24. Контрольная карта. Содержание назначение и правила оформления.
25. Технологическая инструкция. Содержание назначение и правила оформления.

#### **Тестовые задания по дисциплине**

Не предусмотрены учебной программой.

#### **15. Образовательные технологии**

В рамках подготовки по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы» осуществляются следующие виды форм проведения занятий:

- лекционные занятия,
- лабораторные занятия.

#### **16. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

##### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Раскин А.А., Прокофьева В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 165 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12273>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Гилмор, А. С. (мл.). Лампы с бегущей волной / А. С. Гилмор ; пер. с англ. А. Г. Кудряшова ; под ред. Н. А. Бушуева. - М. : Техносфера, 2013. - 616 с. : граф. ; 25 см. - (Мир радиоэлектроники). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-359-2 : 160.00 р.

3. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Зебрев Г.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4585>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс]/ Неволин В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Лозовский, В. Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие / В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. - 2-е изд., испр. . - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 336 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 319 (16 назв.). - Имеется электрон. аналог печ. изд. - Грифф: рек. УМО вузов Рос. Федерации по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учеб. пособия для студентов вузов, обучающихся по спец. 210601 - "Нанотехнология в электронике" . - ISBN 978-5-8114-0827-6.
6. Мартинес-Дуарт Д. М. Нанотехнология для микро- и оптоэлектроники. М.: Техносфера, 2007. 368 с.
7. <http://scitation.aip.org/content/avs/journal/jvstb>. - Journal of Vacuum Science & Technology B (Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena). – US. : AVS-SCIENCE & TECHNOLOGY SOC. – ISSN 1520-8559. – Режим доступа: 7 мая 2015г.
8. <http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijnm>. - International Journal of Nanomanufacturing. – Switzerland : Inderscience Publishers World Trade Centre Building II. – ISSN 1746-9406. – Режим доступа: 7 мая 2015г.
9. <http://www.electronic.ru/> – Форум разработчиков электроники.
10. <http://www.rusnanonet.ru/> - Российская национальная нанотехнологическая сеть.
11. <http://www.russianelectronics.ru/> - Новостной и аналитический портал «Время электроники».

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Бекренев, Н. В. Высокоэффективные процессы обработки материалов и нанесения покрытий концентрированными потоками энергии (Теоретические основы) [Текст] : учеб. пособие для студ. спец. 120700 / Н. В. Бекренев [и др.]. - Саратов : СГТУ, 2004 - . Ч. 2. - 2004. - 117 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 111-117 (90 назв.). - ISBN 5-7433-1275-3 : 37.00 р.
2. Технохимические работы в электровакуумном производстве : учеб. пособие для училищ / Е. И. Шехмейстер, Р. Н. Вассерман, Л. С. Майзель. -

- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1978. - 288 с. : ил. ; 20 см. - 0.75 р.
3. Бадьянов, Б. Н. Сварочные процессы в электронной технике : Учеб.пособие / Б. Н. Бадьянов. - М. : Высшая школа, 1988. - 192 с. : ил. ; 21см. - ISBN 5-06-001402-9 : 0.35 р.
  4. Технология и оборудование производства электровакуумных приборов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Хруничев [и др.] ; ред. Ю. А. Хруничев. - М. : Высшая школа, 1979. - 334 с. : ил. ; 20см. - Гриф: допущено М-вом высш. и сред. спец. образования СССР в качестве учебника для учащихся сред. спец. учебных заведений. - 1.10 р.
  5. Ерошев, В. К. Металлокерамические вакуумноплотные конструкции / В. К. Ерошев. - М. : Энергия, 1970. - 160 с. : ил., граф., табл., черт. ; 20 см. - (Электронное материаловедение). - Библиогр.: с. 158-160 (67 назв.). - 0.51 р.
  6. Батыгин, В. Н. Вакуумно-плотная керамика и ее спай с металлами [Текст] / В. Н. Батыгин, И. И. Метелкин, А. М. Решетников ; под ред. Н. Д. Девяткова. - М. : Энергия, 1973. - 409 с. : ил. ; 20 см. - (Электронное материаловедение). - Библиогр.: с. 386-407. - 1.36 р.
  7. Конюшков, Г. В. Специальные методы сварки давлением : учеб. пособие / Г. В. Конюшков, Р. А. Мусин. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2009. - 632 с. ; 21 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 625-631 (98 назв.). - Гриф: допущено УМО вузов по университет. политехн. образованию в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обуч. по напр. подг. дипломир. спец. 150200 "Машиностроительные технологии и оборудование", спец. 150202 "Оборудование и технология сварочного производства". - Гриф: допущено УМО по образованию в области прикладной математики и управления качеством в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обуч. по спец. 210107 - "Электронное машиностроение". - ISBN 978-5-904000-04-2 : 800.00 р.
  8. Осинцев, О. Е. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах : учеб. пособие / О. Е. Осинцев. - М. : Машиностроение, 2009. - 352 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 352 (16 назв.). - Гриф: допущено УМО вузов РФ по образованию в обл. материаловедения, технологии материалов и покрытий в качестве учеб. пособия по спец. дисциплинам для студентов вузов, обучающихся по спец. 150501 Материаловедение в машиностроении и 150601 материаловедение и технология новых материалов, а также по образоват. программам магистров по направлению 150600 Материаловедение и технология новых материалов. - ISBN 978-5-94275-459-4 : 632.50 р.
  9. Диаграммы состояния двойных металлических систем : в 3 т. : справочник / под ред. А. П. Лякишева. - М. : Машиностроение, 2000 - . Т. 3, Кн. 2. - 2000. - 448 с. : ил. ; 21 см. - ISBN 5-217-02932-3 : 60.00 р.
  10. Диаграммы состояния систем тугоплавких оксидов : справочник / Рос. акад. наук, Ин-т химии силикатов им. И. В. Гребенщикова (Санкт-Петербург); сост. Л. Ф. Григорьева [и др.] ; отв. ред. Р. Г. Гребенщиков. - СПб. : Наука, 1997 - . Вып. 6 : Системы керамических

- высокотемпературных сверхпроводников. - 1997. - 336 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в тексте. - Алф. указ.: с. 335. - ISBN 5-02-024752-9 : 25.00 р.
11. Диаграммы состояния металлических систем / Н. И. Ганина [и др.] ; Всесоюз. ин-т науч. и техн. информ. (Москва). - М. : ВИНТИ, 1990 - . Вып. 34 : Приложение к сводному тому и выпуску "Металловедение и термическая обработка" Реферативного журнала "Металлургия". - 1990. - 598 с. ; 21 см. - 1.80 р.
  12. Процессы изостатического прессования [Текст] / под ред. П. Дж. Джеймса ; пер. с англ. : И. И. Папинова, А. М. Хомутова. - М. : Metallurgia, 1990. - 192 с. : ил. ; 20 см. - 2.50 р.
  13. Ашкинази, Л.А. Результаты в области термо- и вторичноэлектронных катодов за 1990 - 2010годы [Электронный ресурс}. – Режим доступа: [http://www.lit.lib.ru/a/ashkinazi\\_1\\_a/text\\_0070.shtml](http://www.lit.lib.ru/a/ashkinazi_1_a/text_0070.shtml). - 01.09.2011.
  14. Зоркин, А. Я. Откачка электронных приборов : учеб. пособие / А. Я. Зоркин, Г. В. Конюшков ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2006. - 284 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 275-283 (105 назв.). - Имеется электрон. аналог печат. изд. - Гриф: допущено УМО по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомедицинских технологий и автоматизации в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающихся по спец. 200300-Электронные приборы и устройства и 200500-Электронное машиностроение. - ISBN 5-7433-1726-7 : 93.40 р.

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

База проведения занятий – СГТУ имени Гагарина Ю.А. кафедра ЭПУ

Для проведения лекционных занятий требуется комплект технических средств обучения. Изложение лекционного материала сопровождается демонстрационным материалом, оформленным в виде презентации в программе Microsoft PowerPoint.

Помещения для самостоятельной работы студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

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