

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

  
УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета радиотехники  
и электроники  
/В.А. Небольсин/  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)**

**«Особенности сборки изделий оптоэлектроники»**  
*наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)*

**Направление подготовки** 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
*код и наименование направления подготовки/специальности*

**Профиль** Микроэлектроника и твердотельная электроника  
*название профиля/программы*

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года  
*Очная/очно-заочная/заочная (при наличии)*

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2017

**Автор программы** \_\_\_\_\_ / Т.Г. Меньшикова /  
*должность и подпись* *Инициалы, фамилия*

**Заведующий кафедрой**  
**полупроводниковой электроники**  
**и наноэлектроники**  
*наименование кафедры, реализующей дисциплину* \_\_\_\_\_ / С.И. Рембеза /  
*Инициалы, фамилия*

**Руководитель ОПОП** \_\_\_\_\_ / С.И. Рембеза /  
*подпись*

**Воронеж 2017**

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины:** освоение студентами комплекса практических и теоретических знаний в области сборки изделий оптоэлектроники, формирование навыков сборки изделий различными способами сварки в твердой фазе и плавлением, а также пайки.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- ознакомить студентов с перспективными направлениями разработок в области сборки изделий оптоэлектроники;
- проанализировать физические процессы, лежащие в основе технологий сборки;
- ознакомить студентов с перспективным технологическим оборудованием, особенностями его применения;
- дать представление об эффективности использования различных технологических процессов и оборудования для сборки изделий оптоэлектроники;
- научить студентов самостоятельно ориентироваться в информационном потоке в области сборки изделий оптоэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Особенности сборки изделий оптоэлектроники» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1 учебного плана. Индекс дисциплины Б1.В.ДВ.10.2.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Особенности сборки изделий оптоэлектроники» направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК-5:** способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

**ОПК-7:** способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

**ПКВ-3:** способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств;

**ПКВ-4:** способность разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов, устройств твердотельной электроники и микроэлектронной техники.

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК-5	<b>знать</b> особенности производства оптоэлектронных приборов на современном этапе;
	<b>уметь</b> анализировать причины отказов оптоэлектронных изделий;
	<b>владеть</b> навыками расчета проводимой технологической операции.
ОПК-7	<b>знать</b> технологические принципы изготовления изделий оптоэлектроники;
	<b>уметь</b> правильно оценивать причины отклонений в технологических процессах;
	<b>владеть</b> навыками разработки новых технологических процессов сборки оптоэлектронных приборов.
ПКВ-3	<b>знать</b> перспективные направления исследований в области сборки изделий оптоэлектроники;
	<b>уметь</b> оптимизировать технологические процессы сборки изделий оптоэлектроники;
	<b>владеть</b> навыками выбора оптимальных способов сборки в производстве изделий оптоэлектроники.
ПКВ-4	<b>знать</b> основное оборудование и методы контроля сборочных операций в оптоэлектронике;
	<b>уметь</b> осуществлять контроль параметров процессов производства изделий оптоэлектроники;
	<b>владеть</b> навыками обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Особенности сборки изделий оптоэлектроники» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость час	108	108
зач. ед.	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Оптоэлектронные устройства	Оптоэлектронные устройства: светочувствительные устройства, фоторезистор, фотогальванический элемент (солнечный элемент), p-i-n фотодиод, фототранзистор.	2	-	9	11
2	Область применения приборов оптоэлектроники.	Область применения приборов оптоэлектроники.	2	-	9	11
3	Общие сведения о компонентах оптоэлектроники.	Конструктивно-технологические особенности сборочных операций в производстве изделий оптоэлектроники. Покрытия кристаллов и корпусов для сборочных операций приборов оптоэлектроники.	2	6	9	17
4	Основные способы сварки плавлением	Основные способы сварки плавлением: электронно-лучевая, лазерная, контактная, конденсаторная и др. Подготовка соединяемых деталей к сварке.	4	4	15	23
5	Основные способы сварки в твердой фазе	Основные способы сварки в твердой фазе: ультразвуковая, термо-звукоимпульсная, термокомпрессионная и др. Стадии формирования соединений в твердой фазе.	4	4	15	23
6	Способы пайки	Способы пайки: капиллярная, реакционно-флюсовая, контактно-реакционная и др. Особенности подготовки соединяемых поверхностей к пайке.	4	4	15	23
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Анализ структуры химического состава различных покрытий кристалла и корпусов после нанесения и технологических обработок.
2. Исследование микротвердости покрытий кристаллов и корпусов.
3. Изучение разрушающих и неразрушающих методов оценки адгезии пленок к основе.
4. Оценка смачивания и растекания припоя по паяемой поверхности деталей приборов оптоэлектроники.
5. Контроль заполнения капиллярного зазора между кристаллом и основанием корпуса при пайке.
6. Контроль качества пайки полупроводниковых кристаллов к основаниям корпусов.
7. Оценка прочности внутренних соединений в приборах оптоэлектроники.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Особенности сборки изделий оптоэлектроники» не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-5	знать особенности производства оптоэлектронных приборов на современном этапе;	Успешное выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать причины отказов оптоэлектронных изделий;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками расчета проводимой технологической операции.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-7	знать технологические принципы изготовления изделий оптоэлектроники;	Успешное выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь правильно оценивать причины отклонений в технологических процессах;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками разработки новых технологических процессов сборки оптоэлектронных приборов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-3	знать перспективные направления исследований в области сборки изделий оптоэлектроники;	Успешное выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь оптимизировать технологические процессы сборки изделий оптоэлектроники;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками выбора оптимальных способов сборки в производстве изделий оптоэлектроники.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-4	знать основное оборудование и методы контроля сборочных операций в оптоэлектронике;	Успешное выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<b>уметь</b> осуществлять контроль параметров процессов производства изделий оптоэлектроники;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>владеть</b> навыками обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-5	<b>знать</b> особенности производства оптоэлектронных приборов на современном этапе;	Тест	Выполнение теста на 70 – 100 %	Выполнение менее 70 %
	<b>уметь</b> анализировать причины отказов оптоэлектронных изделий;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> навыками расчета проводимой технологической операции.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-7	<b>знать</b> технологические принципы изготовления изделий оптоэлектроники;	Тест	Выполнение теста на 70 – 100 %	Выполнение менее 70 %
	<b>уметь</b> правильно оценивать причины отклонений в технологических процессах;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> навыками разработки новых технологических процессов сборки оптоэлектронных приборов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-3	<b>знать</b> перспективные направления исследований в области сборки изделий оптоэлектроники;	Тест	Выполнение теста на 70 – 100 %	Выполнение менее 70 %
	<b>уметь</b> оптимизировать технологические процессы сборки изделий оптоэлектроники;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> навыками выбора оптимальных способов сборки в производстве изделий оптоэлектроники.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-4	<b>знать</b> основное оборудование и методы контроля сборочных операций в оптоэлектронике;	Тест	Выполнение теста на 70 – 100 %	Выполнение менее 70 %
	<b>уметь</b> осуществлять контроль параметров процессов производства изделий оптоэлектроники;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> навыками обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

## 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1	<p>Что такое паяемость?</p> <p>а) способность материалов вступать в физико-химическое взаимодействие и соединяться между собой;</p> <p>б) процесс получения неразделяемого соединения с помощью припоя;</p> <p>в) соединение путем сплавления или пластической деформации.</p>
2	<p>Что такое пайка?</p> <p>а) способность материалов вступать в физико-химическое взаимодействие и соединяться между собой;</p> <p>б) процесс получения неразделяемого соединения с помощью припоя;</p> <p>в) соединение путем сплавления или пластической деформации.</p>
3	<p>Что такое сварка?</p> <p>а) способность материалов вступать в физико-химическое взаимодействие и соединяться между собой;</p> <p>б) процесс получения неразделяемого соединения с помощью припоя;</p> <p>в) соединение путем сплавления или пластической деформации.</p>
4	<p>Термокомпрессионная сварка клином внахлест применяется:</p> <p>а) применяется при невысоких требованиях к точности положения сварной точки на контактной площадке, а также к производительности процесса;</p> <p>б) для обеспечения сварного соединения требуемой формы и размеров с высокой точностью;</p> <p>в) при соединении контактных площадок кристалла с контактными площадками выводов корпуса или ленточного носителя групповыми методами.</p>
5	<p>Ультразвуковая сварка применяется:</p> <p>а) клином внахлест применяется при невысоких требованиях к точности положения сварной точки на контактной площадке, а также к производительности процесса;</p> <p>б) для обеспечения сварного соединения требуемой формы и размеров с высокой точностью;</p> <p>в) при соединении контактных площадок кристалла с контактными площадками выводов корпуса или ленточного носителя групповыми методами, не используя гибкие проволочные проводники.</p>
6	<p>Беспроводные методы присоединения выводов применяются:</p> <p>а) клином внахлест применяется при невысоких требованиях к точности положения сварной точки на контактной площадке, а также к производительности процесса;</p> <p>б) для обеспечения сварного соединения требуемой формы и размеров с высокой точностью;</p> <p>в) при соединении контактных площадок кристалла с контактными площадками выводов корпуса или ленточного носителя групповыми методами, не используя гибкие проволочные проводники.</p>
7	<p>При разделении пластины на кристаллы диском с режущей кромкой используют:</p> <p>а) «связанный» абразив;</p> <p>б) «свободный» абразив;</p> <p>в) абразив не используют.</p>
8	<p>К операции разделения пластин на кристаллы предъявляют требования:</p> <p>а) не содержать трещин и сколов по краям кристаллов;</p> <p>б) ширина реза должна быть более <math>2/3</math> ширины расстояния между кристаллами;</p>

	в) ширина реза не имеет значения.
9	Лазерная резка пластин обладает следующим преимуществом: а) высокая точность 0,01 мм. б) низкая стоимость оборудования; в) преимуществ нет.
10	Пресс-форма при герметизации кристалла используется при а) при корпусной герметизации микросхем; б) при бескорпусной герметизации микросхем; в) не используется в сборочных операциях.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1	Определите оптимальную величину $N_F$ для системы перевернутого кристалла, предположив, что все параметры, кроме объема и массы, оптимизированы. Предположите, что величины $\gamma_0$ и $\gamma_1$ известны.
2	Определите коэффициент растекания $K$ для припоя ПОС40, если известно, что после растекания высота капли 0,3 мм, а диаметр 8 мм.
3	Определите тепловое сопротивление растекания в кремниевом кристалле, прикрепленном обратной стороной на подложку из окиси бериллия или окиси алюминия; размеры кристалла примите равными $1 \times 1 \text{ мм}^2$ и $7 \times 7 \text{ мм}^2$ .
4	Какие корпуса применяют для герметизации полупроводниковых приборов и ИС?
5	Какие материалы используют при изготовлении корпусов? Какой из них проводит тепло лучше?
6	Требуется назвать типовые величины емкости и индуктивности корпусов для столбика припоя.
7	Каково необходимое количество кремния (в граммах) для взаимодействия с влагой, содержащейся в полости корпуса для размещения кристалла объемом $0,1 \text{ см}^3$ с концентрацией 0,5 %? Расчет проведите для условий атмосферного давления <sup>1</sup> и комнатной температуры в полости.
8	Укажите тип корпуса, если параметры носителей следующие. Расстояние между выводами = 1,27 мм, количество выводов 27.
9	Требуется рассчитать время заполнения капиллярного зазора припоем ПОС40 при пайке кристалла к основанию корпуса. Размер кремневого кристалла $5,1 \times 5,6 \text{ мм}^2$ . Покрытие паяемых поверхностей: кристалла – напыленное серебро, а корпуса – химический никель. Поверхностное натяжение припоя ПОС40 $\sigma_{1,2} = 474 \cdot 10^{-5} \text{ Н/см}$ . Динамическая вязкость припоя ПОС40 при температуре $280 \text{ }^\circ\text{C}$ $\eta = 0,0229 \text{ Н}\cdot\text{с/м}^2$ . Принимаем значение $\theta = 0^\circ$ . Величину зазора $h$ выбираем 0,2 мм.
10	Определите коэффициент растекания $K$ для припоя ПОС40, если известно, что после растекания высота капли 0,3 мм, а диаметр 8 мм.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1	Определите угол растекания $\theta$ , если известно, что поверхностное натяжение припоя на границе с твердым телом равно 0 Н/см.
2	Определите угол растекания $\theta$ , если известно, что поверхностное натяжение между твердым телом и окружающей средой равно поверхностному напряжению припоя на границе с твердым телом.
3	Укажите тип корпуса, если параметры носителей следующие. Расстояние между выводами 1,27 мм, количество выводов 27.
4	Каково необходимое количество кремния (в граммах) для взаимодействия с влагой, содержащейся в полости корпуса для размещения кристалла объемом $0,1 \text{ см}^3$



	с концентрацией 0,5 %? Расчет проведите для условий атмосферного давления и комнатной температуры в полости.
5	Определите тепловое сопротивление растекания в кремниевом кристалле, прикрепленном обратной стороной на подложку из окиси бериллия или окиси алюминия; размеры кристалла примите равными $1 \times 1 \text{ мм}^2$ и $7 \times 7 \text{ мм}^2$ .
6	Какие корпуса применяют для герметизации полупроводниковых приборов и ИС?
7	Напишите уравнение, позволяющее определить границу степени интеграции и кем это уравнение было выведено?
8	Определите коэффициент растекания $K$ для припоя ПОС40, если известно, что масса навески 2 г, плотность припоя ПОС40 $9800 \text{ кг/м}^3$ , а после растекания высота капли 0,4 мм.
9	Кремниевый кристалл с 68 сигнальными выводами имеет время нарастания напряжения 5 В, равное 1 нс. Необходимо герметизировать этот кристалл так, чтобы наведенный уровень шума в линии заземления составлял 0,2 В. Одновременно переключается 18 линий, индуктивность каждого вывода корпуса <sup>1</sup> составляет 7 нГн. Выходные демпферы гасят 25 мА. Определите необходимое число выводов корпуса, за исключением выводов питания.
10	Определите оптимальную величину $NF$ для системы перевернутого кристалла, предположив, что все параметры, кроме объема и массы, оптимизированы. Предположите, что величины $r_0$ и $r_1$ известны.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Оптоэлектронные устройства: светочувствительные устройства.
2. Оптоэлектронные устройства: фоторезистор.
3. Оптоэлектронные устройства: фотогальванический элемент.
4. Оптоэлектронные устройства: р-і-п фотодиод,.
5. Оптоэлектронные устройства: фототранзистор.
6. Область применения приборов оптоэлектроники.
7. Общие сведения о компонентах оптоэлектроники.
8. Сборочные операции в производстве изделий оптоэлектроники.
9. Покрывтия кристаллов и корпусов для сборочных операций приборов оптоэлектроники.
10. Основные способы сварки плавлением: электронно-лучевая.
11. Основные способы сварки плавлением: лазерная.
12. Основные способы сварки плавлением: контактная.
13. Основные способы сварки плавлением: конденсаторная.
14. Подготовка соединяемых деталей к сварке.
15. Основные способы сварки в твердой фазе: ультразвуковая.
16. Основные способы сварки в твердой фазе: термозвукоимпульсная.
17. Основные способы сварки в твердой фазе: термокомпрессионная.
18. Стадии формирования соединений в твердой фазе.
19. Способы пайки: капиллярная.
20. Способы пайки: реакционно-флюсовая.
21. Способы пайки: контактно-реакционная.
22. Особенности подготовки соединяемых поверхностей к пайке.
23. Конструктивно-технологические особенности сборочных операций.

### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом.

### 7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по тестам и билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 5 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 10 баллов.

При получении оценки «Зачтено» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Оптоэлектронные устройства	ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-3, ПКВ-4	Тест
2	Область применения приборов оптоэлектроники.	ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-3, ПКВ-4	Тест
3	Общие сведения о компонентах оптоэлектроники.	ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-3, ПКВ-4	Тест
4	Основные способы сварки плавлением	ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-3, ПКВ-4	Тест
5	Основные способы сварки в твердой фазе	ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-3, ПКВ-4	Тест
6	Способы пайки	ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-3, ПКВ-4	

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется провер-

ка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Астайкин А.И. Основы оптоэлектроники: учеб. пособие / А.И. Астайкин, М.К. Смирнов. – М.: Высш. шк., 2007 – 277 с.

2. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие / А.Н. Игнатов. – СПб.: Лань, 2011 – 544 с.

3. Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники: учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, 2008. – 384 с.

4. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. - М.: Лань, 2009. - 480 с.

5. Самохвалов М.К. Элементы и устройства оптоэлектроники: учеб. пособие / М.К. Самохвалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск: УлГТУ, 2015 – 223 с.

6. Зенин В.В. Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий / В.В. Зенин, В.А. Емельянов, В.Л. Ланин. – Минск: Интегралполиграф, 2015. – 378 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: <http://ссhgeu.ru/>

Системные программные средства: Microsoft Windows, Microsoft Vista.

Прикладные программные средства: Microsoft Office.

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

2. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для выполнения расчетов и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в «Интернет».

3. Лабораторное оборудование кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники.

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Особенности сборки изделий оптоэлектроники» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется тестированием. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и вы-

	полнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1		31.08.2018	
2		31.08.2019	
3		31.08.2020	