

Приложение 5

Рабочая программа дисциплины
физика полупроводников и полупроводниковых приборов

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция НГТУ: ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов; в части следующих результатов обучения:
з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП
з2. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП
Компетенция НГТУ: ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических процессов и экспериментальных исследований; в части следующих результатов обучения:
з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Дисциплина по выбору аспиранта</i>	
ПК.1.В.з1 знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	
1.современные физические модели электронных и ионных процессов в твердых телах.	Самостоятельная работа
2.о месте и роли физических процессов в твердом теле на развитие науки и техники	Самостоятельная работа
3.Физическую сущность основных электронных процессов, являющихся основой для работы приборов микро- и нанoeлектроники	Самостоятельная работа
ПК.1.В.з2 знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	
4.Измерения параметров полупроводников и сравнения с расчетными данными	Самостоятельная работа
5.Физические принципы работы нанoeлектронных (мезоскопических) приборов и компонентов твердотельной электроники и интегральных микросхем	Самостоятельная работа
ПК.2.В.з1 принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	
6.возможности вычислительной техники и программного обеспечения для моделирования физических процессов и параметров приборов	Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: физика твердого тела				

1. Плотность состояний в энергетической зоне Свойства энергетического спектра электронов, энергетические зоны. Зонная структура некоторых полупроводников. Многодолинные полупроводники. Эффективная масса плотности состояний. Эффективная масса проводимости.	0	10	2, 3	работа с литературой, консультации
2. Статистика заполнения локальных уровней. Уравнение электронейтральности. Частные случаи решения уравнения электронейтральности: донорные, акцепторные, компенсированные полупроводники	0	15	2, 3	работа с литературой, консультации
3. Неравновесные процессы в полупроводниках Неравновесная функция распределения, квазиуровни Ферми. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Неравновесные носители заряда. Время жизни. Мгновенное время жизни Механизмы рекомбинации. Излучательная рекомбинация. Рекомбинация с участием уровней в запрещенной зоне, модель Шокли-Рида. Оже рекомбинация. Зависимость времени жизни от уровня легирования и температуры	0	15	1, 3	работа с литературой, консультации
4. Уровни Тамма. Поверхностные состояния. Эффект поля. Область пространственного заряда Поверхностная рекомбинация. Влияние поверхности на электрофизические параметры приборов. Поверхностный потенциал.	0	15	1, 3	работа с литературой, консультации
Дидактическая единица: Контактные явления в полупроводниках.				
1. Полупроводник во внешнем поле. Контакты: металл-металл; металл-полупроводник. Выпрямление на контакте М-П/п. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Р-N -переход. Выпрямление на контакте Ме-П/П	0	20	1, 2, 3, 4	работа с литературой, консультации
Дидактическая единица: Поглощение света в полупроводниках				
1. Собственное, примесное, решеточное, экситонное поглощение. Влияние легирования, температуры и внешних воздействий на поглощение.	0	15	1, 3	работа с литературой, консультации

Дидактическая единица: Эпитаксиальные методы получения полупроводниковых структур				
1. Моделирование кинетических процессов осаждения МЛЭ Технология роста эпитаксиальных пленок методом МЛЭ	0	15	1, 2, 3, 4, 5, 6	работа с литературой, консультации
2. Газофазная эпитаксия. Химические процессы. Газотранспортная задача. Конструкция установок. Контроль эпитаксиальных структур.	0	15	1, 4, 5, 6	работа с литературой, консультации
Дидактическая единица: Методы исследования полупроводниковых структур				
1. методики атомно-силовой микроскопии	0	15	1, 4, 6	работа с литературой, консультации
2. методики растровой электронной микроскопии для исследования полупроводников	0	15	2, 4, 5, 6	работа с литературой, консультации
3. Фурье спектроскопия для исследования полупроводников	0	9	4, 6	работа с литературой, консультации

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6	178	19
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 225, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Чат
Консультирование	e-mail; Чат
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ; Чат
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

6. Литература

Основная литература

1. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов по специальностям 200100 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и 202100 "Нанотехнология в электрике" / Т. И. Данилина и др. ; Томский гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. - Томск, 2005. - 314, [1] с.
2. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. [и др.], 2010. - 287, [1] с. : ил., табл.
3. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 354, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000113265. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

Дополнительная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Пер. с англ. А. А. Гусева, А. В. Пахнева; Под общ. ред. А. А. Гусева. - М., 1978. - 791 с. : ил.
2. Зи С. М. Физика полупроводниковых приборов. Кн. 1 : В 2 кн. : Пер. с англ. / Под ред. Р. А. Суриса. - М., 1984. - 455 с. : ил.
3. Зи С. М. Физика полупроводниковых приборов. Кн. 2 : В 2 кн. : Пер. с англ. / Под ред. Р. А. Суриса. - М., 1984. - 455 с. : ил.
4. Ансельм А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учебное пособие для физических специальностей вузов / А. И. Ансельм. - М., 1973. - 423 с. : ил., черт.
5. Винтайкин Б. Е. Физика твердого тела : [учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям] / Б. Е. Винтайкин. - М., 2008. - 358, [1] с. : ил.
6. Киреев П. С. Физика полупроводников : Учебное пособие для вузов / П. С. Киреев. - М., 1975. - 584 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

7. Методическое и программное обеспечение

7.1 Методическое обеспечение

1. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 225, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144

7.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

8. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Терминальный класс №39	Л/р по курсам: "Автоматизация эксперимента", "Метрология, стандартизация и сертификация", "Цифровая обработка сигналов", "Информационные технологии", "Компьютерное проектирование электронных схем", "Основы конструирования медицинских приборов", "Сетевые информационные технологии", "Основы проектирования электронной компонентной базы", "Базы данных"

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	Используется в НИРС
2	Терминальный класс	Л/р по курсам: "Схемотехника", "Основы микропроцессорной техники", "Микропроцессорная техника и ПК"

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ____ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины

Дисциплина по выбору аспиранта: Автоматизация эксперимента

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль:
Вакуумная и плазменная электроника

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины «Автоматизация эксперимента»**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины «Автоматизация эксперимента» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических процессов и экспериментальных исследований	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Ввод-вывод аналоговой информации в МПС(микропроцессорные системы). Подключение внешних ЦАП и АЦП к МК и ПК. Использование встроенных АЦП. Принципы программирования и управления Основы последовательной передачи данных. Синхронный и асинхронный способы передачи. Встроенный последовательный порт. Подключение клавиатуры и дисплея к МК. Динамическая индикация. Программы обслуживания. Подключение силовых исполнительных механизмов к МПС Система команд МК фирмы Microchip Способы формирования и измерения временных интервалов с помощью МК и персонального компьютера (ПК). Их сравнительный анализ. Структура, функциональная схема и основные параметры микроконтроллеров(МК) фирмы Intel. Система команд МК фирмы Intel(сравнительный анализ с МК фирмы Microchip) Структура, функциональная схема и основные параметры микроконтроллеров(МК) фирмы Microchip. Организация памяти программ, памяти данных. Регистры специальных функций. Организация системы прерываний в МК. Организация таймеров/счётчиков. Организация сторожевого таймера. Структура порта ввода-вывода. Тактирование МК, внешние и встроенные тактовые генераторы. Организация системы	Отчет по лабораторной работе	Вопросы 1-10

		энергосбережения.		
ПК.2.В	у1. разрабатывать и эксплуатировать цифровые устройства автоматизации эксперимента	Подключение клавиатуры и дисплея к МК. Динамическая индикация. Программы обслуживания. Подключение силовых исполнительных механизмов к МПС Система команд МК фирмы Microchip	Отчет по лабораторной работе	Вопросы 11-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины «Автоматизация эксперимента».

Промежуточная аттестация по модулю "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины «Автоматизация эксперимента» проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2.В.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины «Автоматизация эксперимента».

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.2.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт экзамена

по модулю "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины
«Дисциплина по выбору аспиранта: Автоматизация эксперимента», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, второй вопрос из диапазона вопросов 11-20 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Автоматизация
эксперимента»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-49 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает

непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 50-74 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 75-87 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 88-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Автоматизация эксперимента»

1. Микроконтроллеры. Принципы и этапы построения систем на базе МК.
2. МК фирмы MICROCHIP. Основные параметры. Структурная схема.
3. Система команд PIC.
4. Организация ОЗУ и памяти программ PIC.
5. Организация порта ввода-вывода PIC.
6. Организация таймера/счетчика и WDT в PIC.
7. Способы адресации в PIC.
8. Общие принципы подключения устройств ввода-вывода в МПС.
9. Подключение клавиатуры и дисплея к МК. Схема. Примеры программирования. Внутренняя и внешняя дешифрация.
10. Принципы передачи информации в последовательном виде. Синхронные и асинхронные способы передачи. Микросхема K580BB51.
11. МК серии MCS-51. Основные параметры. Структурная схема.
12. Организация ПП(памяти программ) в MCS-51. Подключение внешней памяти программ.
13. Организация ПД(памяти данных) в MCS-51. Подключение внешней ПД.
14. Система команд MCS-51.
15. Способы адресации в MCS-51.
16. Организация т/с в MCS-51.
17. Система прерываний в MCS-51.
18. Организация ПВВ в MCS-51.
19. Последовательный порт в MCS-51.
20. Режимы энергосбережения в MCS-51. Примеры программирования..

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины

Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль: Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	31. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Газофазная эпитаксия. Химические процессы. Газотранспортная задача. Конструкция установок. Контроль эпитаксиальных структур. Моделирование кинетических процессов осаждения МЛЭ Технология роста эпитаксиальных пленок методом МЛЭ Неравновесные процессы в полупроводниках Неравновесная функция распределения, квазиуровни Ферми. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Неравновесные носители заряда. Время жизни. Мгновенное время жизни Механизмы рекомбинации. Излучательная рекомбинация. Рекомбинация с участием уровней в запрещенной зоне, модель Шокли-Рида. Оже рекомбинация. Зависимость времени жизни от уровня легирования и температуры Полупроводник во внешнем поле. Контакты: металл-металл; металл-полупроводник. Выпрямление на контакте М-П/п. Диодная и диффузионная теории выпрямления. P-N -переход. Выпрямление на контакте Ме-П/П		Экзамен, вопросы...
ПК.1.В	32. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	методики растровой электронной микроскопии для исследования полупроводников		Экзамен, вопросы...
ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических	31. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Моделирование кинетических процессов осаждения МЛЭ Технология роста эпитаксиальных пленок методом МЛЭ		Экзамен, вопросы...

процессов и экспериментальных исследований				
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В.

Задание для экзамена состоит из двух вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет .60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет .85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины

Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль: Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	31. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Газофазная эпитаксия. Химические процессы. Газотранспортная задача. Конструкция установок. Контроль эпитаксиальных структур. Моделирование кинетических процессов осаждения МЛЭ Технология роста эпитаксиальных пленок методом МЛЭ Неравновесные процессы в полупроводниках Неравновесная функция распределения, квазиуровни Ферми. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Неравновесные носители заряда. Время жизни. Мгновенное время жизни Механизмы рекомбинации. Излучательная рекомбинация. Рекомбинация с участием уровней в запрещенной зоне, модель Шокли-Рида. Оже рекомбинация. Зависимость времени жизни от уровня легирования и температуры Полупроводник во внешнем поле. Контакты: металл-металл; металл-полупроводник. Выпрямление на контакте М-П/п. Диодная и диффузионная теории выпрямления. P-N -переход. Выпрямление на контакте Ме-П/П		Экзамен, вопросы...
ПК.1.В	32. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	методики растровой электронной микроскопии для исследования полупроводников		Экзамен, вопросы...
ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических	31. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Моделирование кинетических процессов осаждения МЛЭ Технология роста эпитаксиальных пленок методом МЛЭ		Экзамен, вопросы...

процессов и экспериментальных исследований				
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В.

Задание для экзамена состоит из двух вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет .60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет .85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт экзамена

по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины «Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет состоит из трех вопросов и формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов, относящихся к модели твердого тела и физической статистики; второй вопрос из диапазона вопросов о зонной теории твердого тела; третий вопрос – о электропроводности и контактных явлениях (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: физика
полупроводников и полупроводниковых приборов»

1. Зоны Бриллюэна. Число состояний в зоне Бриллюэна.
2. Контакт электронного и дырочного полупроводников.
3. Неравновесные процессы. Квазиуровни Ферми. Неравновесные носители заряда.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ В.К. Макуха
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при

ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, _____, например, _____ вычислительные, оценка составляет 40 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 60 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода _____ решения _____ задачи, оценка составляет 85 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем отчетным пунктам программы составляет не менее 50 баллов (по 100 балльной шкале).

Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

РЕЙТИНГ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Суммарный рейтинг (семестр + экзамен)	Оценка
Менее 50	неудовлетворительно
От 50 до 65	удовлетворительно
От 65 до 75	хорошо
Более 75	отлично

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов»

1. Металлы, полупроводники, изоляторы. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
2. Модельные представления о проводимости.
3. Зоны Бриллюэна. Число состояний в зоне Бриллюэна.
4. Модель Кронига – Пенни Энергетический спектр носителей заряда.
5. Метод эффективной массы. Понятие дырки.
6. Зонная структура основных полупроводников. Многодолинные полупроводники.
7. Зонная структура основных полупроводников. Прямозонные и непрямозонные полупроводники
8. Плотность состояний в зоне. Вычисление плотности состояний.
9. Эффективная масса плотности состояний.
10. Статистика Ферми-Дирака. Свойства функции Ферми
11. Концентрация носителей заряда при невырожденной статистике.
12. Концентрация носителей заряда при произвольном вырождении. Металлы.

13. Определение энергии Ферми и концентрации носителей в собственном п/п.
14. Определение энергии Ферми и концентрации носителей в примесном п/п (низкие температуры)
15. Определение энергии Ферми и концентрации носителей в примесном п/п (высокие температуры)
16. Водородоподобная модель примесного центра.
17. Среднее по столкновениям время свободного пробега. Время релаксации не зависящее от энергии.
18. Неравновесные процессы. Квазиуровни Ферми. Неравновесные носители заряда.
19. Генерация, рекомбинация. Биполярная световая генерация.
20. Монополярная световая генерация. Максвелловское время релаксации.
21. Виды рекомбинации. Межзонная илучательная рекомбинация.
22. Виды рекомбинации. Оже- рекомбинация.
23. Рекомбинация Шокли - Рида
24. Диффузионные и дрейфовые токи.
25. Уравнение непрерывности.
26. Соотношение Эйнштейна.
27. Диффузия и дрейф в случае монополярной проводимости.
28. Диффузия и дрейф в примесном полупроводнике. Диффузионная длина при наличии внешнего электрического поля.
29. Диффузия и дрейф в случае собственного полупроводника. Биполярная диффузия.
30. Контактные явления в полупроводниках. Полупроводник во внешнем поле. Вычисление длины экранирования.
31. Работа выхода. Электронное сродство.
32. Контакт металл-металл. Контактная разность потенциалов.
33. Контакт металл-полупроводник. Выпрямление на контакте М-п/п
34. Контакт электронного и дырочного полупроводников.
35. Выпрямление на р-п-переходе. Вольт-амперная характеристика.
36. Диодная теория выпрямления
37. Диффузионная теория выпрямления.
38. Поглощение света полупроводниками. Обзор механизмов поглощения.
39. Собственное поглощение при прямых переходах.
40. Влияние температуры, легирования и давления на положение края собственного поглощения
41. Поглощение свободными носителями заряда.
42. Примесное и решеточное поглощение.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт экзамена

по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины «Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет состоит из трех вопросов и формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов, относящихся к модели твердого тела и физической статистики; второй вопрос из диапазона вопросов о зонной теории твердого тела; третий вопрос – о электропроводности и контактных явлениях (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: физика
полупроводников и полупроводниковых приборов»

1. Зоны Бриллюэна. Число состояний в зоне Бриллюэна.
2. Контакт электронного и дырочного полупроводников.
3. Неравновесные процессы. Квазиуровни Ферми. Неравновесные носители заряда.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ В.К. Макуха
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при

ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, _____, например, _____ вычислительные, оценка составляет 40 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 60 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода _____ решения _____ задачи, оценка составляет 85 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем отчетным пунктам программы составляет не менее 50 баллов (по 100 балльной шкале).

Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

РЕЙТИНГ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Суммарный рейтинг (семестр + экзамен)	Оценка
Менее 50	неудовлетворительно
От 50 до 65	удовлетворительно
От 65 до 75	хорошо
Более 75	отлично

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: физика полупроводников и полупроводниковых приборов»

1. Металлы, полупроводники, изоляторы. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
2. Модельные представления о проводимости.
3. Зоны Бриллюэна. Число состояний в зоне Бриллюэна.
4. Модель Кронига – Пенни Энергетический спектр носителей заряда.
5. Метод эффективной массы. Понятие дырки.
6. Зонная структура основных полупроводников. Многодолинные полупроводники.
7. Зонная структура основных полупроводников. Прямозонные и непрямозонные полупроводники
8. Плотность состояний в зоне. Вычисление плотности состояний.
9. Эффективная масса плотности состояний.
10. Статистика Ферми-Дирака. Свойства функции Ферми
11. Концентрация носителей заряда при невырожденной статистике.
12. Концентрация носителей заряда при произвольном вырождении. Металлы.

13. Определение энергии Ферми и концентрации носителей в собственном п/п.
14. Определение энергии Ферми и концентрации носителей в примесном п/п (низкие температуры)
15. Определение энергии Ферми и концентрации носителей в примесном п/п (высокие температуры)
16. Водородоподобная модель примесного центра.
17. Среднее по столкновениям время свободного пробега. Время релаксации не зависящее от энергии.
18. Неравновесные процессы. Квазиуровни Ферми. Неравновесные носители заряда.
19. Генерация, рекомбинация. Биполярная световая генерация.
20. Монополярная световая генерация. Максвелловское время релаксации.
21. Виды рекомбинации. Межзонная илучательная рекомбинация.
22. Виды рекомбинации. Оже- рекомбинация.
23. Рекомбинация Шокли - Рида
24. Диффузионные и дрейфовые токи.
25. Уравнение непрерывности.
26. Соотношение Эйнштейна.
27. Диффузия и дрейф в случае монополярной проводимости.
28. Диффузия и дрейф в примесном полупроводнике. Диффузионная длина при наличии внешнего электрического поля.
29. Диффузия и дрейф в случае собственного полупроводника. Биполярная диффузия.
30. Контактные явления в полупроводниках. Полупроводник во внешнем поле. Вычисление длины экранирования.
31. Работа выхода. Электронное сродство.
32. Контакт металл-металл. Контактная разность потенциалов.
33. Контакт металл-полупроводник. Выпрямление на контакте М-п/п
34. Контакт электронного и дырочного полупроводников.
35. Выпрямление на р-п-переходе. Вольт-амперная характеристика.
36. Диодная теория выпрямления
37. Диффузионная теория выпрямления.
38. Поглощение света полупроводниками. Обзор механизмов поглощения.
39. Собственное поглощение при прямых переходах.
40. Влияние температуры, легирования и давления на положение края собственного поглощения
41. Поглощение свободными носителями заряда.
42. Примесное и решеточное поглощение.

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н. Хрусталеv В. А.
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика и техника сверхвысокого вакуума

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль:
Вакуумная и плазменная электроника

Факультет радиотехники и электроники

Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Тема	Код формируемой компетенции	Знания/умения	Контролирующее мероприятие (экзамен, зачет, курсовой проект и т.п.)
Масспектрометры. Методы контроля остаточной атмосферы в условиях СВВ	ПК.1	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Зачет, 9, 10.11
Схемы СВВ откачки. Конструкционные материалы для СВВ систем. Коммутационное оборудование. Электрические токовводы. Шиберы. Транспортные механизмы. Методы достижения СВВ. Роль процессов обезгаживания.		з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Зачет, 1-3,13,14
Средства откачки и контроля вакуума. Принципы построения средств автоматизации откачного и измерительного оборудования		з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Зачет, 4-7,12
Основные направления развития техники СВВ.	ПК.2	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Зачет, 12, 4-8

Форма задания

В рамках аттестации по модулю

Дисциплина **Физика и техника сверхвысокого вакуума**

Вопросы задания по теме: Средства откачки и контроля вакуума.
Принципы построения средств автоматизации откачного и измерительного оборудования

- 1 Вопрос *Геттеры. Сорбционные методы откачки.*
- 2 Вопрос *Состав остаточной атмосферы в зависимости от типа откачного оборудования.*
- 3 Вопрос *Вакуумметры для СВВ.*

Составитель _____ А.Б.Беркин

Заведующий кафедрой _____ В.К. Макуха

« ____ » _____ 2015 г.

Критерии оценки

Задание для экзамена состоит из трех вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет 60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет 85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Вопросы к зачету.

1. Адсорбция и десорбция. Расчет кинетики процессов.
2. Методы обезгаживания материалов для достижения СВ вакуума в рабочем объеме.
3. Электронно-стимулированная десорбция.
4. Геттеры. Сорбционные методы откачки.
5. Конструкция и параметры крионасосов.
6. Конструкция и параметры насосов сорбционного типа.
7. Ионно-сорбционная откачка. Типы и параметры насосов.
8. Вакуумметры для СВВ.
9. Масс-спектрометры. Принцип работы и основные характеристики.
10. Состав остаточной атмосферы в зависимости от типа откачного оборудования.
11. Методы контроля негерметичности вакуумной системы.
12. Принципы построения систем автоматизации откачки и измерения.
13. Методика расчета вакуумной системы.
14. Схема установки СВВ. Особенности конструкции вводов и механизмов движения.

Составитель _____ А.Б.Беркин
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” _____ _____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины

Дисциплина по выбору аспиранта: Физика и техника сверхвысокого вакуума
Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль:
Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов
электронной техники

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Физика и техника сверхвысокого вакуума приведена в Таблице.

В последние две колонки таблицы разработчиком вносятся наименования мероприятий текущего и промежуточного контроля с указанием семестра (для многосеместровых дисциплин) и диапазоны вопросов, разделы или этапы выполнения задания, которыми проверяются соответствующие показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Масспектрометры. Методы контроля остаточной атмосферы в условиях СВВ Средства откачки и контроля вакуума. Принципы построения средств автоматизации откачного и измерительного оборудования Схемы СВВ откачки. Конструкционные материалы для СВВ систем. Коммутационное оборудование. Электрические токовводы. Шиберы. Транспортные механизмы. Методы достижения СВВ. Роль процессов обезгаживания.		Экзамен, вопросы...
ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических процессов и экспериментальных исследований	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Основные направления развития техники СВВ.		Экзамен, вопросы...

2. **Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.**

Промежуточная аттестация по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В.

Задание для экзамена состоит из двух вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет 60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет 85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт экзамена

по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины «Дисциплина по выбору аспиранта: Физика и техника сверхвысокого вакуума», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов, посвященных принципам работы прибора; второй вопрос из диапазона вопросов, относящихся к технологии производства (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Физика и техника
сверхвысокого вакуума»

Пример теста для экзамена

1. Принципы построения систем автоматизации откачки и контроля вакуума.
2. Методы обезгаживания материалов для достижения СВ вакуума в рабочем объеме.

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 40 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 60 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит

комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 85 баллов.

3. Шкала оценки

Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов

Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет 60.. баллов

Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет 85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Физика и техника сверхвысокого вакуума»

1. Адсорбция и десорбция. Расчет кинетики процессов.
2. Методы обезгаживания материалов для достижения СВ вакуума в рабочем объеме.
3. Электронно-стимулированная десорбция.
4. Геттеры. Сорбционные методы откачки.
5. Конструкция и параметры крионасосов.
6. Конструкция и параметры насосов сорбционного типа.
7. Вакуумметры для СВВ.
8. Масс-спектрометры. Принцип работы и основные характеристики.
9. Состав остаточной атмосферы в зависимости от типа откачного оборудования.
10. Методы контроля негерметичности вакуумной системы.
11. Принципы построения систем автоматизации откачки и контроля вакуума.

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ

**Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов
электронной техники (модуль)**

в составе дисциплин:

Специальные главы направления

Материаловедение в технологии электронных приборов

**Дисциплина по выбору аспиранта: Автоматизация эксперимента; Физика и техника
сверхвысокого вакуума; физика полупроводников и полупроводниковых приборов;**

Физические основы вакуумной и плазменной электроники

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль:
Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов
электронной техники

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **модулю** Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль) в составе дисциплин:

Специальные главы направления

Материаловедение в технологии электронных приборов

Дисциплина по выбору аспиранта: Автоматизация эксперимента; Физика и техника сверхвысокого вакуума; физика полупроводников и полупроводниковых приборов; Физические основы вакуумной и плазменной электроники

приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Дисциплины
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.1.В	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Дисциплина:"Физика и техника сверхвысокого вакуума
ПК.1.В	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Дисциплина:"физика полупроводников и полупроводниковых приборов
ПК.1.В	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Дисциплина:"Физические основы вакуумной и плазменной электроники
ПК.1.В	з2. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	Дисциплина:"Материаловедение в технологии электронных приборов
ПК.1.В	з2. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	Дисциплина:"физика полупроводников и полупроводниковых приборов
ПК.1.В	з2. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	Дисциплина:"Физические основы вакуумной и плазменной электроники
ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических процессов и экспериментальных исследований	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Дисциплина:"Автоматизация эксперимента
ПК.2.В	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Дисциплина:"физика полупроводников и полупроводниковых приборов

ПК.2.В	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Дисциплина:"Физика и техника сверхвысокого вакуума
ПК.2.В	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.2.В	у1. разрабатывать и эксплуатировать цифровые устройства автоматизации эксперимента	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.2.В	у1. разрабатывать и эксплуатировать цифровые устройства автоматизации эксперимента	Дисциплина:"Автоматизация эксперимента
ПК.3.В готовность к применению методов анализа материалов, используемых в производстве ЭП	з1. знать методы спектрального анализа, электронной микроскопии, структурного анализа вещества	Дисциплина:"Материаловедение в технологии электронных приборов
ПК.3.В	у1. уметь правильно обосновать выбор метода анализа материалов и методику интерпретации результатов	Дисциплина:"Материаловедение в технологии электронных приборов

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля.

Промежуточная аттестация по **модулю** проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, в 5 семестре - в форме зачета, в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, УК.3.

Экзамен и зачеты проводятся в устной форме по билетам.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, УК.3, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплин освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой модуля учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплин освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой модуля учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание дисциплин освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой модуля учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание дисциплин освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой модуля учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: «Физические основы вакуумной и плазменной электроники» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Глубина проникновения электронов и ионов в твёрдое тело. Рассеяние заряженных частиц в твердом теле. Использование низкотемпературной плазмы в технологии ЭП. Автоматизация контроля и управления плазменными процессами Классификация газовых разрядов. Пробой газа при различных давлениях. Частотная зависимость напряжения пробоя. Разряды постоянного тока - тлеющий, искровой, коронный. Высокочастотный ем-костной и индукционный разряды. СВЧ разряд. Физическая модель разрядов. Методы расчетов. Конструкции реакторов. Согласование генератора с плазменной нагрузкой. Фотокатоды для ПНВ. Катоды 2+ поколения. Катоды с отрицательным сродством. Функция распределения отоэлектронов по энергиям. Методы измерения функции распределения. Методы измерения спектральной и интегральной чувствительности. Интерференционные катоды		Экзамен, вопросы...
ПК.1.В	з2. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	Ионное травление твердых тел, его закономерности. Ионное легирование. Электронная размерная обработка. ЭЛ литография. ЭЛ испарение материалов Физические принципы работы электронного микроскопа. Методы спектрального анализа вещества, основанные на взаимодействии электронов с твердым телом		Экзамен, вопросы...

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В.

Задание для экзамена состоит из двух вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет 60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет 85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.1.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт экзамена

по модулю "Вакуумная и плазменная электроника (модуль)" по материалам дисциплины
«Дисциплина по выбору аспиранта: Физические основы вакуумной и плазменной
электроники», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов по эмиссионной электронике, второй вопрос - физике газового разряда, третий вопрос – взаимодействие заряженных частиц с твердым телом (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Физические основы
вакуумной и плазменной электроники»

1. Основные типы катодов. Их характеристики и области применения
2. Модель плазмы низкого давления.
3. Рассеяние ионов в твердом теле. Определение глубины пробега. Распределение частиц при ионном легировании

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 40 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-

следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 40 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 60 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 85 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем отчетным пунктам программы составляет не менее 50 баллов (по 100 балльной шкале).

Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

4.

5. РЕЙТИНГ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Суммарный рейтинг (семестр + экзамен)	Оценка
Менее 50	неудовлетворительно
От 50 до 65	удовлетворительно
От 65 до 75	хорошо
Более 75	отлично

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта:

Физические основы вакуумной и плазменной электроники»

1. Основные типы катодов. Их характеристики и области применения
2. Основные направления развития эмиссионной электроники
3. Термоэмиссия. Законы термоэмиссии. Эффект Шоттки. Параметры термокатодов.
4. Автоэмиссия. Проницаемость потенциального барьера. Автоэмиссия металлов и полупроводников.
5. Полевые катоды. Высокостабильные катоды для микроскопии высокого разрешения. Матричные катоды.
6. Взрывная эмиссия. Сильноточные полевые катоды.
7. Вторичная эмиссия. Вторичные электроны. Оже электроны. Распределение по энергии и координате.
8. Использование вторичной эмиссии в микроскопии и диагностике поверхности вещества. Роль вторичной эмиссии в поддержании газового разряда.
9. Фотокатоды. Методы исследования фотоэмиссии. Основные типы фотокатодов.

10. Интерференционные катоды. Принципы формирования многослойных катодов.
11. Движение электрических зарядов в вакууме под действием электромагнитного поля.
12. Движение электрических зарядов в плазме. Дрейф и диффузия зарядов.
13. Процессы столкновений в плазме. Возбуждение, ионизация, рекомбинация.
14. Пробой газа. Зависимость условий пробоя от давления. Высокочастотный пробой.
15. Модель плазмы низкого давления.
16. Модель плазмы в диффузионном режиме.
17. Модель плазмы атмосферного давления. Каналовая модель дуги. Модель металлического цилиндра плазмы ВЧИ разряда.
18. Классификация газовых разрядов. Особенности возбуждения и применения разрядов в газе.
19. Сильноточные разряды постоянного тока. Искра. Дуга.
20. Дуговые плазмотроны. Применение плазмотронов для обработки поверхности и нанесения покрытий.
21. Физические границы существования тлеющего разряда. Неустойчивости плазмы тлеющего разряда.
22. ВЧИ разряд пониженного и атмосферного давления.
23. Применение ВЧИ разрядов в технологических процессах обработки поверхности.
24. ВЧЕ разряд. Катодные слои разряда. Возникновение отрицательного смещения на электроде. Режимы горения разряда.
25. ВЧЕ разряд в процессах магнетронного распыления и плазмохимической обработки поверхности.
26. Методы диагностики плазмы.
27. Электронная размерная обработка. ЭЛ литография. ЭЛ испарение материалов. Физические принципы работы электронного микроскопа.
28. Методы спектрального анализа вещества, основанные на взаимодействии электронов с твердым телом.
29. Автоматизация контроля и управления плазменными технологическими процессами.
30. Рассеяние ионов в твердом теле. Определение глубины пробега. Распределение частиц при ионном легировании.
31. Ионное травление твердых тел, его закономерности. Ионное легирование.

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

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” _____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины

Специальные главы направления

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль:
Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов
электронной техники

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины Специальные главы направления приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	з1. знать физические основы технологии и оборудование для производства ЭП	Диффузия и имплантация. Области применения. Методы получения окисных пленок. Физико-химические основы процессов термического окисления кремния. Методы и оборудование для процессов термического окисления. Свойства пленок термического-окисла. Нанесение функциональных слоев окислов в технологии ИС Методы травления в процессах литографии. Селективность и анизотропия. Развитие методов травления для повышения разрешения процесса литографии Очистка поверхности в технологии ИС Физические основы процесса диффузии. Расчет распределения примеси. Модели процесса. Методы проведения диффузии. Физические основы ионной имплантации. Оборудование для имплантации. Образование и отжиг радиационных дефектов. Оборудование. Фотолитография. Основные этапы процесса. Методы переноса изображения. Фоторезисты, методы их обработки и нанесения. Разрешающая способность фотолитографии. Электронно-лучевая литография. Физические ограничения. Электроннорезисты. Методы экспонирования. Рентгеновская литография. Источники рентгеновского излучения. Синхротронное излучение. Особенности метода. Ионно-лучевая и голографическая литография. Этапы роста пленки.		Зачет

		Физические модели роста пленки. Влияние технологических-факторов на кристаллическую структуру и свойства пленок.		
ПК.2.В готовность к разработке и использованию средств автоматизации технологических процессов и экспериментальных исследований	з1. принципы построения средств автоматизации контроля и измерений	Материалы металлопленочных резисторов и методы их получения. Технология и материалы контактных площадок. Металлизация ИС Очистка поверхности в технологии ИС		Зачет
ПК.2.В	у1. разрабатывать и эксплуатировать цифровые устройства автоматизации эксперимента	Напыление интерференционных покрытий. Эпитаксия и напыление в технологии формирования фотокатодов. Фоточувствительные матрицы		

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В.

Задание для экзамена состоит из двух вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет .60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет .85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт зачета

по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины «Специальные главы направления», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется из вопросов, относящихся к разным дидактическим единицам (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Специальные главы направления»

- 1 Методы травления поверхности в литографических процессах.
- 2 Фотолитография. Последовательность операций, ограничения метода.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить

качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 40 баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 60 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Специальные главы направления»

Вопросы к зачету.

1. Процессы диффузии в производстве ИС.
2. Процессы окисления в технологии ИС.
3. Эпитаксия в технологии ИС. МЛЭ и эпитаксия из газовой фазы
4. Ионная имплантация. Образование радиационных дефектов и отжиг легированных структур.
5. Сравнительный анализ методов нанесения тонких пленок.
6. Методы травления поверхности в литографических процессах технологии ИС.
7. Сравнительный анализ литографических процессов в технологии ИС.
8. Фотолитография. Последовательность операций, ограничения метода.
9. ФЭП. Структуры ФЭП. Технологии микроэлектроники при создании ФЭП
10. Теории роста тонких пленок. Структура пленок.

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ”
Г.

Образовательная программа: 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, профиль: Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины Материаловедение в технологии электронных приборов приведена в Таблице.

В последние две колонки таблицы разработчиком вносятся наименования мероприятий текущего и промежуточного контроля с указанием семестра (для многосеместровых дисциплин) и диапазоны вопросов, разделы или этапы выполнения задания, которыми проверяются соответствующие показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1.В готовность разрабатывать новые технологические процессы и конструкции приборов	32. знать базовые конструкции и принципы функционирования ЭП	Дифракция электронов. Рентгеновская дифракция. Сравнительный анализ методов. Дифракция быстрых и медленных электронов. Дифракция в проходящих и отраженных пучках. Дифрактограммы, методы расшифровки. Определение фазы и размера зерна. Классификация методов анализа. Задачи метода, возможности, ограничения. Конструкции электронного и рентгеновского дифрактометров. Возможности программного обеспечения. Материалы микроэлектроники. Возможности методов для контроля металлов, диэлектриков, полупроводников. Особенности контроля микро и нанослоев.		Зачет
ПК.3.В готовность к применению методов анализа материалов, используемых в производстве ЭП	31. знать методы спектрального анализа, электронной микроскопии, структурного анализа вещества	ИК спектроскопия. Молекулярные спектры поглощения. Схема установки. Анализируемые материалы. Оже электроны. Методы возбуждения Оже электронов. Варианты реализации Оже спектроскопии. Возможности методов. Упругое рассеяние. Физическая суть метода. Схема установки. Чувствительность метода. Физические процессы при ионной бомбардировке поверхности. Физические принципы, лежащие в основе метода. Схема установки ВИМС.		Зачет

ПК.3.В	у1. уметь правильно обосновать выбор метода анализа материалов и методику интерпритации результатов	Информативность РФЭС. Механизм формирования энергетического спектра.Расшифровка спектра. Схема установки. Чувствительность метода Рентгеновский анализ. Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ. Сравнительный анализ методов. Варианты реализации. Чувствительность и пространственное разрешение методов. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Атомно-силовой микроскоп (АСМ). Конструкция и принцип работы микроскопов. Аналитические возможности оборудования. Вакуумные и атмосферные микроскопы. Альтернативные типы зондовых микроскопов.		Зачет
--------	---	---	--	-------

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 5 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.3.В.

Задание для экзамена состоит из двух вопросов.

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если оценка составляет 40 баллов
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если оценка составляет .60.. баллов
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если оценка составляет .85. баллов

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 40 баллов (по 100 балльной шкале).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.3.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электронных приборов

Паспорт зачета

по модулю "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (модуль)" по материалам дисциплины «Материаловедение в технологии электронных приборов», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: вопросы должны относиться к разным методам анализа. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Материаловедение в технологии электронных приборов»

1. Конструкции электронного и рентгеновского дифрактометров.
2. ИК спектроскопия. Молекулярные спектры поглощения. Схема установки. Анализируемые материалы.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 40 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 40 баллов.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 60 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 85 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 40 баллов (из 100 возможных).

Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

РЕЙТИНГ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Суммарный рейтинг (семестр + экзамен)	Оценка
Менее 50	неудовлетворительно
От 50 до 65	удовлетворительно
От 65 до 75	хорошо
Более 75	отлично

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Материаловедение в технологии электронных приборов»

1. Методы электронной спектроскопии. Задачи метода, возможности, ограничения.
2. Методы электронной микроскопии. Особенности контроля микро и нанослоев.
3. Дифракция электронов. Рентгеновская дифракция. Сравнительный анализ методов.
4. Дифракция быстрых и медленных электронов. Дифракция в проходящих и отраженных пучках.
5. Дифрактограммы, методы расшифровки. Определение фазы и размера зерна.
6. Конструкции электронного и рентгеновского дифрактометров.
7. Принцип работы электронного микроскопа. Варианты получения электронного изображения. Просвечивающий микроскоп. Растровый микроскоп.
8. Методы электронной микроскопии. Особенности наблюдения тонких слоев.
9. ВИМС. Физические процессы при ионной бомбардировке поверхности. Физические принципы, лежащие в основе метода. Схема установки ВИМС.
10. Оже электроны. Методы возбуждения Оже электронов. Варианты реализации Оже спектроскопии. Возможности методов.

11. Информативность РФЭС. Механизм формирования энергетического спектра. Расшифровка спектра. Схема установки. Чувствительность метода.
12. Упругое рассеяние. Физическая суть метода ОРР. Схема установки. Чувствительность метода.
13. Рентгеновский анализ. Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ. Сравнительный анализ методов. Варианты реализации. Чувствительность и пространственное разрешение методов.
14. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Атомно-силовой микроскоп (АСМ). Конструкция и принцип работы микроскопов. Аналитические возможности оборудования. Альтернативные типы зондовых микроскопов