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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н., доцент С.А. Стрельцов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: С.А. Стрельцов
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника,
магистерская программа: Материалы микро- и наносистемной техники

Новосибирск 2026

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Проектирование и технология электронной компонентной базы представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по **дисциплине** Проектирование и технология электронной компонентной базы.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ПК-1/НА Готов формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	1. Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники	Введение в теорию прогибов и механических напряжений в кремниевых жестко защемленных упругих элементах, возникающих при подаче на них внешнего давления. Закон Ньютона. Критерии подобия. Конвективный и радиационный теплообмен. Закон Фурье. Анализ процессов теплопроводности. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Аналогия между процессами теплопроводности и электропроводности. Знакомство с ANSYS Workbench. Знакомство с теорией упругих колебаний кремниевых упругих элементов. Конвективный и радиационный теплообмен. Моделирование четырехконтактного кремниевого тензопреобразователя с областью растекания тока специальной формы. Расчет механических напряжений и собственных частот колебаний кремниевого торсионного микроактюатора. Расчет прогибов и механических напряжений в кремниевой жестко защемленной пластинке. Структура и особенности организации современного промышленного производства электронных компонент.	РГЗ	Зачет 1 семестра, Зачет 2 семестра
ПК-2/НА Готов разрабатывать методики	1. Знает структуру методики проведения	Введение в теорию прогибов и механических напряжений в кремниевых жестко	РГЗ	Зачет 1 семестра, Зачет 2 семестра

проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	исследований и измерений параметров и характеристик	защемленных упругих элементах, возникающих при подаче на них внешнего давления. Закон Ньютона. Критерии подобия. Конвективный и радиационный теплообмен. Закон Фурье. Анализ процессов теплопроводности. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Аналогия между процессами теплопроводности и электропроводности. Знакомство с ANSYS Workbench. Знакомство с теорией упругих колебаний кремниевых упругих элементов. Конвективный и радиационный теплообмен. Метод конечных элементов и его реализация в программной оболочке ANSYS. Моделирование четырехконтактного кремниевого тензопреобразователя. Моделирование четырехконтактного кремниевого тензопреобразователя с областью растекания тока специальной формы. Основные направления, тенденции развития и достижения в микро- и наноэлектронике Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект. Расчет механических напряжений и собственных частот колебаний кремниевого торсионного микроактюатора. Расчет прогибов и механических напряжений в кремниевой жестко защемленной пластинке. Сдвиговый тензорезистивный эффект в кремнии. Статический структурный анализ. Структура и особенности организации современного промышленного производства электронных компонент. Структурно-пьезоэлектрический анализ. Структурно-тензорезистивный анализ. Тензорезистивный эффект в металлах и полупроводниках. Теплообмен за счет теплопроводности. Термомеханические напряжения в деформированном кремнии. Термомеханический и термоэлектрический виды анализа.		
ПК-3/НА Готов разрабатывать физические и	2. Умеет формулировать и решать задачи,	Введение в теорию прогибов и механических напряжений в кремниевых жестко	РГЗ	Зачет 1 семестра, Зачет 2 семестра

математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	защемленных упругих элементах, возникающих при подаче на них внешнего давления. Закон Ньютона. Критерии подобия. Конвективный и радиационный теплообмен. Закон Фурье. Анализ процессов теплопроводности. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Аналогия между процессами теплопроводности и электропроводности. Знакомство с ANSYS Workbench. Знакомство с теорией упругих колебаний кремниевых упругих элементов. Конвективный и радиационный теплообмен. Метод конечных элементов и его реализация в программной оболочке ANSYS. Модальный и транзиентный (нестационарный) структурный анализ. Моделирование сложных микросистем. Моделирование четырехконтактного кремниевого тензопреобразователя. Моделирование четырехконтактного кремниевого тензопреобразователя с областью растекания тока специальной формы. Основные направления, тенденции развития и достижения в микро- и наноэлектронике Основные тенденции в развитии микро/наноэлектроники. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект. Расчет механических напряжений и собственных частот колебаний кремниевого торсионного микроактюатора. Расчет прогибов и механических напряжений в кремниевой жестко защемленной пластинке. Сдвиговый тензорезистивный эффект в кремнии. Статический структурный анализ. Структурно-пьезоэлектрический анализ. Структурно-тензорезистивный анализ. Тензорезистивный эффект в металлах и полупроводниках. Теплообмен за счет теплопроводности. Термомеханические напряжения в деформированном кремнии. Термомеханический и термоэлектрический виды		

		анализа. Термоэлектрические явления. Эффекты Пельтье и Томсона. Торсионные микрозеркала.		

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме зачета, в 2 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/НА, ПК-2/НА, ПК-3/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/НА, ПК-2/НА, ПК-3/НА, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.