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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Н. Томилов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
03.07.2026
Владелец: И.Н. Томилов
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## ДИСЦИПЛИНЫ

### Микродатчики

Образовательная программа: 12.03.01 Приборостроение, профиль: Информационно-измерительные технологии

Новосибирск 2026

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Микродатчики 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** Микродатчики.

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-5.В/ПК Способность получать и обрабатывать измерительную информацию | 3. Умеет эксплуатировать и проектировать датчики, в том числе интеллектуальные сенсоры, микродатчики | Базовая логическая схема микросистемы. Основные термины. Классификация MEMS. Классификация MEMS-датчиков. Введение в программный комплекс ANSYS. Исследование модели тензорезистивного сенсора давления. Исследовательская работа по моделированию узлов и элементов микродатчиков. Моделирование полей температур и тепловых потоков в среде ANSYS Workbench. Моделирование упругих свойств механических элементов микросистемы. Физические основы биологических измерений. Физические основы измерений механических величин. Физические основы магнитных измерений. Физические основы оптических измерений. Физические основы радиационных измерений. Физические основы тепловых измерений. Физические основы химических измерений. | РГЗ, все разделы | Зачет, все вопросы |

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

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 5 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-5.В/ПК 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 компетенции ПК-5.В/ПК, 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, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня (18-20).

**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, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня (14-17).

**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, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня (10-13).

**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, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня (0-10).

Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 50 баллов (по 100-балльной шкале). Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

Перечень вопросов для зачета:

1. Основные термины и определения микросистемной техники. Базовая блок-схема микросистемы.
2. Основные классы изделий микросистемной техники. Сенсоры, преобразователи, контроллеры, интерфейсы.
3. Общие принципы измерений механических величин. Классификация датчиков механических величин по видам и принципам действия.
4. Тензоры деформаций и механических напряжений. Матричные обозначения. Правила преобразования компонент. Закон Гука в матричных индексах.
5. Виды упругих элементов и их поведение под нагрузкой. Принцип Сен-Венана. Характер механических напряжений в упругих элементах.
6. Феноменологическое описание тензорезистивного эффекта в кремнии.
7. Топология и особенности тензорезистивных элементов, имеющих формы: «собачья кость»,

меандр, Греческий крест.

8. Ёмкостный принцип построения датчиков. Способы изменения ёмкости элементарной ячейки. Полумостовая ёмкостная измерительная схема Уитстона.
9. Принципы работы акселерометра. Тензорезистивный и ёмкостный акселерометр.
10. Физические основы микрофлюидики. Вязкость, закон Пуазейля. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости и газа.
11. Принципы построения расходомеров. Активные и пассивные клапаны, их конструктивные особенности.
12. Принципы измерения температуры. Теплопроводность, закон Фурье. Электротепловая аналогия.
13. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона и теория пограничного слоя. Критерии подобия.
14. Термоанемометры и датчики теплового потока, их принципы действия и конструктивная реализация.
15. Терморезисторы, их метрологические характеристики. Металлические и полупроводниковые терморезисторы.
16. Диоды и транзисторы, как термочувствительные элементы. Термисторы.
17. Эффекты Пельтье и Джоуля-Томсона, термодатчики на их основе.
18. Оптические эффекты и принципы измерений на их основе. Энергетический и фотометрический подходы к описанию излучения.
19. Виды и принципы работы оптических сенсоров прямого действия. Фоторезистивный эффект и приборы на его основе.
20. Фотовольтаический эффект. Фотодиоды и солнечные ячейки.
21. Пирометрический и болометрический эффекты. Пирометры, болометры, тепловизоры.
22. Эффект Зеебека. Термопары. Ячейки Голея, их принципы работы и конструктивные особенности.
23. Эффект Холла в металлах и полупроводниках.
24. Магниторезистивный эффект и конструкции на его основе.
25. Физические основы работы магнитодиодов и классических магнитотранзисторов.
26. Двухколлекторные магнитотранзисторы латерального и горизонтального типа. Полевые магнитотранзисторы.
27. Магнитометры, их назначение. Шкала магнитных полей. Феррозондовые и туннельные магнитометры.
28. Физические основы эффекта сверхпроводимости. Эффект Джозефсона. Сверхпроводящие магнитометры (СКВИДы).
29. Классификация химических сенсоров. Хеморезисторы, металлооксидные сенсоры, микрокалориметры.
30. Химические транзисторы (ADFET, ISFET, CHEMFET и другие), их конструктивные особенности и принцип действия.
31. Химические сенсоры непрямого действия, их конструкции и принципы работы.
32. Многомерные химические тензорезистивные pH/rH-метры, их конструкция и принцип действия.
33. Эффекты электрофореза и ПЦР. Химические микроаналитические системы, построенные на их основе.
34. БиоМЭМС-датчики: виды и принципы биологических измерений.
35. Сцинтилляционные счетчики на основе ФЭУ и КФУ. Счетчики Гейгера – Мюллера. Ионизационная камера.
36. Полупроводниковые и другие детекторы ядерных частиц.