Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Паспорт экзамена

по дисциплине «Микроэлектромеханика», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1–19;
- второй вопрос из диапазона вопросов 20–36;

Таким образом, проверяется результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № 1
к экзамену по дисциплине «Микроэлектромеханика»

---

1. Динамические свойства элементов в МЭМС: свободные колебания незатухающей системы, механические колебания торсионной структуры.
2. Транзистор с резонирующим затвором. Принцип работы интегрального микромеханического реле.

Утверждаю: зав. кафедрой ППиМЭ _____ Остертак Д.И.
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до* 27 *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. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от* 26 *до* 20 *баллов.*

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее* 20 *баллов.*

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. **Вопросы к** экзамену **по дисциплине «**Микроэлектромеханика**»**

1. Динамические свойства элементов в МЭМС: свободные колебания незатухающей системы, механические колебания торсионной структуры.
2. Колебания механической системы с демпфированием, вынужденные колебания механической системы.
3. Вынужденные колебания механической системы, резонансная частота, фазовый сдвиг, добротность колебательной системы.
4. Эффекты масштабирования в МЭМС. Масштабирование геометрических размеров и механических систем.
5. Эффекты масштабирования в МЭМС. Масштабирование температурных и флюидных систем.
6. Масштабирование электрических систем. Свойства материалов при масштабировании. Новые физические явления при масштабировании.
7. Демпфирование колебаний в МЭМС. Механизмы демпфирования в МЭМС. Вязкое демпфирование.
8. Демпфирование со сдавливающимся слоем. Линейное уравнение Рейнольдса для «сжимаемого» и «несжимаемого» газов.
9. Демпфирование со сдавливающимся слоем для параллельных пластин. Демпфирование в случае «сжимаемого газа», частные случаи. Влияние демпфирования со сдавливающимся слоем на динамические характеристики колеблющихся систем.
10. Демпфирование со сдавливающимся слоем для параллельных пластин.

Демпфирование в случае «несжимаемого газа», частные случаи. Влияние амплитуды колебаний пластины на коэффициент демпфирования.

11. Демпфирование со скользящим слоем. Базовые уравнения. Модели демпфирования Куэтта и Стокса.

12. Достоинства и недостатки электростатических преобразователей. Принцип функционирования. Электростатические силы в МЭМС при постоянном напряжении и заряде.

13. Влияние краевых эффектов на электрическую ѐмкость и электростатические силы в МЭМС.

14. Плоскопараллельный актюатор. Эффект схлопывания и способы его устранения.

15. Встречно-штыревые актюаторы. Виды конструкций и эффекты нестабильности в них. Эффект электростатического размягчения в МЭМС.

16. Достоинства и недостатки электромагнитных преобразователей. Принцип функционирования.

17. Магнитное и магнито-электромагнитное преобразование энергии. Примеры.

18. Достоинства и недостатки пьезоэлектрических преобразователей. Эффект пьезоэлектричества, математическое описание эффекта пьезоэлектричества. Коэффициент электромеханической связи.

19. Модель пьезоэлектрического балочного актюатора (пьезоэлектрический биморфный элемент). Примеры.

20. Транзистор с резонирующим затвором. Принцип работы интегрального микромеханического реле.

21. Принцип работы и виды электростатических шаговых микродвигателей.

22. Скребущий шаговый микродвигатель. Электростатический сегнетоэлектрический планарный двигатель.

23. Электростатический зарядовый микроактюатор.

24. Принцип работы электростатического микронасоса: прямой и инверсный режимы.

25. Принцип работы DLP-проекционных систем.

26. Емкостные датчик давления и МЭМС микрофон.

27. Емкостные акселерометры. Конструкции и принцип работы.

28. МЭМС гироскоп. Эффект Кориолиса. Принцип работы одноосного гироскопа.

29. МЭМС гироскоп. Принцип работы двуосного гироскопа.

30. Магнитоэлектрический двигатель. Магнитный балочный актюатор.

31. Электромагнитный торсионный актюатор. Двуосный электромагнитный торсионный актюатор.

32. Двунаправленный магнитный балочный актюатор. Бистабильный магнитный актюатор.

33. Пьезоэлектрические акселерометры балочного и мембранного типов.

34. Пьезоэлектрические акустические сенсоры балочного и мембранного типов. Пьезоэлектрический датчик скорости потока.

35. Линейные пьезоэлектрические микроактюаторы. Пьезоэлектрический шаговый двигатель.

36. Биморфный пьезоэлемент. Пассивный и активный биморфные пьезоэлементы.