**казахский национальный университет имени аль-фараби**

**Физико-технический факультет**

**Кафедра физики твердого тела и нелинейной физики**

|  |  |
| --- | --- |
|   | УтвержденоНа заседании Ученого Совета Физико-технического факультетаПротокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_ 2015г.Декан факультета\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Е. Давлетов "\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015г. |

### СИЛЛАБУС (SYLLABUS)

по дисциплине

Физико-технологические методы микроэлектроники

для бакалавров по направлению подготовки

**специальность**

**«Радиотехника, электронка и телекоммуникации – 5В071900»**

**Ф.И.О. лектора:** Сванбаев Елдос Абугалиевич, к.ф.м.н., доцент, 8 775 846 4415, e-mail:eldos54@mail.ru, каб. 202:

**Ф.И.О. преподавателя (семинарских занятий):** Сванбаев Елдос Абугалиевич, к.ф.м.н., доцент, 8 775 846 4415, e-mail:eldos54@mail.ru, каб. 202:

**Пререквизиты дисциплины.** Изучение дисциплины «Физико-технологические методы микроэлектроники» опирается на знание фундаментальных законов общей физики и физики твердого тела.

**Постреквизиты дисциплины.** Знания и умения, полученные бакалаврами при усвоении дисциплины «Физико-технологические методы микроэлектроники» являются базой для освоения основ технологических процессов производства современных телекоммуникационных приборов и устройств.

**Целью изучения дисциплины** "Физико-технологические методы микроэлектроники" является усвоение основ физики и технологии базовых элементов микроэлектроники.

##### **Задачи изучения дисциплины.** В результате изучения дисциплины «Физико-технологические методы микроэлектроники» магистр должен:

* Знать технологические процессы микроэлектроники, применяеиые для изготовления устройств микроэлектроники, применимых в РЭТ.
* Уметь использовать концептуальные основы современной технологии микроэлектроники в научно-педагогической деятельности после окончания магистратуры.

**СТРУКТУРАИ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|   | Модуль 1.  |   |   |
| **1.** | Лекция 1 Введение. История и перспективы планарной технологии микроэлектроники. Физические ограничения. Технология получения поликристаллического и монокристаллического кремния и кремниевых пластин.  | 2 |  |
| Семинар 1. Рассчет минимально возможного разрешения фотолитографии.  | 1 |
|  |  |
| **2** | Лекция 2. Методы формирования p-n перехода. Сплавление, диффузия, ионная имплантация, эпитаксия.  | 2 |  Ориентирующие и неориентирующие подложки. |
| Семинар 2. Рассчет глубины диффузионного p-n перехода. | 1 |
| **3** | Лекция 3. Топология микросхем. Фотолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны. Контактная и проекционная фотолитография. Дифракционный предел.  | 2 |    |
| Семинар 3. Разработка меандровой топологии резистора. | 1 |
| **4.** | Лекция 4. Тонкие пленки в микроэлектронике. Металлические, диэлектрические, керметные и полупроводниковые пленки. Начальные стадии роста пленки. Роль дефектов.  | 2 |   Метод электронно-лучевой литографии.  |
| Семинар 4. Расчет поверхностного сопротивления тонкой пленки. | 1 |
|  |  |
| **5** | Монокристаллические, поликристаллические, нанокристаллические и аморфные материалы в современной микроэлектронике.  | 2 |   |
| Семинар 5. Расчет керметного тонкопленочного резистора.  | 1 |
| **6** | Лекция 6. Технология тонких пленок в микроэлектронике. Чистые комнаты. Термическое и электронно-лучевое испарение.  | 2 | Методы формирования оксидных пленок термическим окислением и анодированием. |
| Семинар 6. Расчет навески для изготовления тонкой пленки методом испарения.  | 1 |
|  |
| **7.** | Лекция 7. Катодное и магнетронное распыление.  | 2 |  |
| Семинар 7. Расчет тонкопленочного конденсатора. | 1 |
| Midterm |  |
| **8.** | Лекция 8. Жидкофазная эпитаксия. Выращивание многослойных структур и сверхрешоток.  | 2 |   Молекулярно-лучевая эпитаксия. |
| Семинар 8. Расчет тонкопленочного R-С фильтра. | 1 |
| **9.** | Лекция 9. Технологический маршрут изготовления микросхем. | 2 |  |
| Семинар 9. Разработка технологического маршрута изготовления тонкопленочного R-С фильтра.  | 1 |
|  |  |   |  |
| **10.** | Лекция 10. Рост пленок по механизму пар- кристалл и пар-жидкость-кристалл.  | 2 |   Графоэпитаксия. |
| Семинар 10. Разработка технологического маршрута изготовления тонкопленочного R-С фильтра.  | 1 |
|  |  |
| **11.** | Лекция 11. Формирования пленок методом газотранспортных реакций.  | 2 |  |
| Семинар 11. Рассчет скорости осаждения поликремния из силана.  | 1 |
| **12.** | Лекция 12. Методы контроля параметров пленок. Оптическая и электронно-лучевая микроскопия. Ожэ-спектроскопия.  | 2 | Атомно-силовая микроскопия. |
| Семинар 12. Лазерный контроль толщины пленок. | 1 |
|   |  |   |  |
| **13.** | Лекция 13. Рамановская спектроскопия. Рентгенолюминесценция.  | 2 |  |
| Семинар 13. Анализ рамановских спектров монокристаллического, нанокристаллического и аморфного кремния.  | 1 |
|  |  |
| **14.** | Лекция 14. Тестовый контроль параметров микросхем.  | 2 | Производство чипов для процессоров. |
| Семинар 14. Технологический маршрут микросхемы. | 1 |
| **15.** | Лекция 15. Electric VLSI — [система автоматизированного проектирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%90%D0%9F%D0%A0) сверхбольших интегральных схем.  | 2 |  |
| Семинар 15. Приведение в соответствие топологии и электрической схемы.  | 1 |
| Midterm |  |

**Литература**

**Основная литература**

1. Данилина Т.И. Технология тонкопленочных микросхем. - Томск: ТМЦ ДО, 2006. – 152 с.
2. Данилина Т.И. Перспективные технологии производства СБИС. - Томск: ТМЦ ДО, 2000. – 99с.
3. Данилина Т.И., Смирнов С.В. Ионно-плазменные технологии в производстве СБИС. - Томск: Томск.ун-т систем управления и радиоэлектроники. 2000. -140с.

**Дополнительная литература**

1. Технология тонких пленок. Справочник под ред. Л.Майссела, Р.Глэнга. - М.: Сов.радио, 1977. Т.1. -662 с.
2. Кульбачинский В.А. Структуры малой размерности в полупроводниках. – М.: Изд. МГУ, 1998.
3. Киселев В.Ф., Козлов С.Н., Зотеев А.В. Основы физики поверхности твердого тела. – М.: Изд. МГУ, 1999.
4. [www.semiconductorline.com](http://www.semiconductorline.com)
5. [freeCAD](https://ru.wikipedia.org/wiki/FreeCAD_%28A-S._Koh%27s%29%22%20%5Co%20%22FreeCAD%20%28A-S.%20Koh%27s%29)

Формы контроля знаний:

Рубежный контроль I (включая текущий контроль) – 30% 7 неделя

Рубежный контроль II (включая текущий контроль) – 30% 15 неделя

Экзамен – 40%.

**Шкала оценки знаний:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Буквенный эквивалент оценки** | **Цифровой эквивалент оценки (GPA)** | **Баллы в %** | **Оценка по традиционной системе** |
| A | 4 | 95-100 | "Отлично" |
| A- | 3,67 | 90-94 |
| B+ | 3,33 | 85-89 | "Хорошо" |
| B | 3 | 80-84 |
| B- | 2,67 | 75-79 |
| C+ | 2,33 | 70-74 | "Удовлетворительно" |
| C | 2 | 65-69 |
| C- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D | 1 | 50-54 |
| F | - | 0-49 | "Неудовлетворительно"(непроходная оценка) |
| I | - | - | "Дисциплина не завершена" |
| W | - | - | "Отказ от дисциплины" |
| AW | - | - | "Отчислен с дисциплины" |
| AU | - | - | "Дисциплина прослушана" |
| P/NP (Pass / No Pass) | - | 65-100/0-64 | "Зачтено/ не зачтено" |

**При оценке работы студента в течение семестра учитывается следующее:**

**-** посещаемость занятий;

- активное и продуктивное участие в практических занятиях;

- изучение основной и дополнительной литературы;

- выполнение СРС;

- своевременная сдача всех заданий

**За несвоевременную сдачу трех заданий СРС выставляется оценка AW.**

 **Политика академического поведения и этики**

* обязательное посещение занятий;
* активность во время практических (семинарских) занятий;
* подготовка к занятиям, к выполнению домашнего задания и СРС.

Недопустимо:

* опоздание и уход с занятий;
* пользование сотовыми телефонами во время занятий;
* обман и плагиат;
* несвоевременная сдача заданий.

*Рассмотрено на заседании кафедры протокол №\_\_\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.*

Зав.кафедрой Г.Ш. Яр-Мухамедова

Преподаватель Е.А.Сванбаев