**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ**

**Физико технический факультет**

**Кафедра физики твердого тела и нелинейной физики**

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ **Декан факультета**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **А.Е. Давлетов**  **"\_\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 19 г.** |

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

### OPN3303 «Основы полупроводниковой электроники»

5В071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Образовательная программа

Курс – 2

Семестр – 3

Кол-во кредитов – 3

**Алматы 20 19 г.**

Учебно-методический комплекс дисциплины составил к.ф.м.н. Сванбаев Е.А.

На основании рабочего учебного плана по специальности

5В071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры \_

от «26» \_\_\_июня\_\_\_\_\_\_ 2019 г., протокол № 41…

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.К.Ибраимов

(подпись)

### Рекомендован методическим бюро факультета

«27» \_\_\_06\_\_\_\_\_ 20 19 г., протокол № 10

Председатель

методбюро факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Т.Габдуллина

(подпись)

**Силлабус**

**оcенний семестр 2019 уч. год**

Академическая информация о курсе

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код дисциплины | Название дисциплины | | Тип | Кол-во часов в неделю | | | | Кол-во кредитов | | ECTS |
| Лек | Практ | | Лаб |
| MPSU 5311 | Основы полупроводниковой электроники | |  | 1 | 1 | | 1 | 3 | |  |
| Лектор | | Сванбаев Е.А., к.ф..-м. н. | | | | Офис-часы  202 | | | По расписанию | |
| e-mail | | E-mail: [svanbaev.eldos@gmail.com](mailto:svanbaev.eldos@gmail.com) | | | |
| Телефоны | | Телефон: 8-775-8464415 | | | | Аудитория | | | 521 | |
| Ассистент | | ФИО, уч.степень, уч. звание. | | | | Офис-часы | | | По расписанию | |
| e-mail | | E-mail: | | | |
| Телефоны | | Телефон: | | | | Аудитория | | |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| Академическая презентация курса | **Тип учебного курса** (теоретический, элективный) и его назначение (роль и место курса в ОП):  **Цель курса:** Целью дисциплины является является усвоение основных явлений в твердых телах и основ теории базовых элементов современной полупроводниковой электроники.  А) когнитивные: быть способным  - продемонстрировать полученные знания и понимание физической сущности явлений, происходящих при изготовлении и эксплуатации современных оптоэлектронных приборов;  - общей свойств, роли и перспектив развития полупроводниковой электроники;  Б) функциональные: быть способным  - включать новое знание в контекст базового знания специальности, интерпретировать его содержание;  - анализировать учебную ситуацию, предлагать направление её решения;  - использовать методы исследования, расчета, анализа и т.д., свойственные полупроводниковой электронике в индивидуальной или групповой учебно-исследовательской деятельности; \*\*  В) системные: быть способным  - обобщать, интерпретировать и оценивать полученные результаты обучения в контексте дисциплины, учебного модуля, содержания midterm exam (конкретно);  - анализировать динамику решения научных проблем курса (научные обзоры исследования конкретной проблемы);  - сделать анализ результатов изучения курса, обобщить их в виде научного эссе, презентации, рецензии, научного обзора и т.д.);  Г) социальные: быть способным  - к конструктивному учебному и социальному взаимодействию и сотрудничеству в группе;  предлагать к рассмотрению проблему, аргументировать её важность;  - воспринимать критику и критиковать;  - работать в команде;  Д) метакомпетенции: быть способным  - осознавать роль прослушанного курса в реализации индивидуальной траектории обучения.  \* При формулировании компетенций обязательно использовать систему глаголов дескрипторов. (См. Приложение 2)  \*\*С целью глубокого понимания и изучения учебного материала дисциплины и достижения результатов обучения рекомендуется предусматривать в рамках дисциплины активные и интерактивные методы (индивидуальные тематические исследования, групповые проекты, метод кейсов и др.). |
| Пререквизиты | Учебные курсы, которые должны быть освоены студентами до изучения данной дисциплины. Основы физики полупроводников, оптика. |
| Литература и ресурсы | **Литература**   1. Ахманов, С.А.. Физическая оптика.- М., 2004, 134 с. 2. С.Зи. Физика полупроводниковых приборов. Т 2, «Мир», 1985 г., 456 с. 3. Игнатов А. Н.Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие.— СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 544 с. 4. Быстров, Ю. А. Оптоэлектронные приборы и устройства. — М. : Радио Софт, 2001. — 256 с. 5. Введение в оптоэлектронику/ Игорь Константинович и др Верещагин; И. К. Верещагин, Л. А: Косяченко, С. М. Кокин.- М.: Высш. шк., 1991.- 191с 6. Игнатов, А. Н*.* Оптоэлектронные приборы и устройства.. — М.: Эко-Трендз, 2006. —272 с. 7. Квантовая электроника и оптоэлектроника: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматика и электрон."] / Александр Георгиевич Смирнов.- Минск: Вышэйш. шк., 1987.- 194 8. Носов Ю.Р. Оптоэлектроника. – М.:Радиои связь. 1989.-360 с. 9. Азербаев Э.Г. Основы оптоэлектроники. Перевод с японск. – М.:Мир, 1988.-288с. 10. Мартынов В.Н., Кольцов Г.И. Полупроводниковая оптоэлектроника. – М.:МИСИС, 1999.-400 с. 11. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. – М.:Техносфера, 2004. – 592 с.Щука А.А. Наноэлектроника. – М.: Физматкнига, 2007. – 464 с. 12. **Интернет-ресурсы:** <https://www.youtube.com/user/Zefar91>   <https://www.youtube.com/watch?v=kk_XB2Gb_BA&list=PLKT-Mf5xK5brEZe4V2R9bPq5PRpK9kPvw> |
| Академическая политика курса в контексте университетских морально-этических ценностей | **Правила академического поведения:**  Обязательное присутствие на занятиях, недопустимость опозданий. Отсутствие и опоздание на занятия без предварительного предупреждения преподавателя оцениваются в 0 баллов.  Обязательное соблюдение сроков выполнения и сдачи заданий (по СРС, рубежных, контрольных, лабораторных, проектных и др.), проектов, экзаменов. При нарушении сроков сдачи выполненное задание оценивается с учетом вычета штрафных баллов.  **Академические ценности:**  Академическая честность и целостность: самостоятельность выполнения всех заданий; недопустимость плагиата, подлога, использования шпаргалок, списывания на всех этапах контроля знаний, обмана преподавателя и неуважительного отношение к нему. (Кодекс чести студента КазНУ)  Студенты с ограниченными возможностями могут получать консультационную помощь по Э- адресу …, телефону … |
| Политика оценивания и аттестации | **Критериальное оценивание:** оценивание результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами (проверка сформированности компетенций на рубежном контроле и экзаменах).  **Суммативное оценивание:** оценивание присутствия и активности работы в аудитории; оценивание выполненного задания, СРС (проекта / кейса / программы / …)  Бағалар  95% - 100%: А 90% - 94%: А-  85% - 89%: В+ 80% - 84%: В 75% - 79%: В-  70% - 74%: С+ 65% - 69%: С 60% - 64%: С-  55% - 59%: D+ 50% - 54%: D- 0% -49%: F |
| Календарь (график ) реализации содержания учебного курса (Приложение 1) | Понедельное описание тематики лекционных, практических / семинарских / лабораторных / проектных работ / заданий на СРС; указание объема темы и разбалловка оценки, включая оценку за контрольное задание.  Обобщение и анализ содержания учебной программы первой половины семестра (рубежный контроль 1) в виде научного эссе / системного анализа научных проблем изученных тем / презентации индивидуального тематического исследования / оценки личного вклада в разработку группового проектного задания и др. |

**Календарь реализации содержания учебного курса:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Неделя / дата | Название темы (лекции, практического занятия, СРС) | Кол-во часов | Максимальный балл |
| 1 | **Лекция 1**. Основное отличие полупроводников и металлов. Получение чистого кремния из кварцитов. Формирование валентной зоны за счет расщепления. Энергия внутренней ионизации. Запрещенная зона.  **Практическое занятие** 1. Типы полупроводников. Элементы зонной теории твердого тела. | 1  1 | 7 |
| 2 | **Лекция** 2. Собственные полупроводники. Электроны и дырки. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Плотность квантовых состояний. Функция распределения Ферми — Дирака.  Эффективная масса носителей заряда. Подвижность. Дрейфовая проводимость нелегированного и легированного полупроводника.  **Практическое занятие** 2. Расчет дрейфового тока нелегированного полупроводника | 1  2 | 7 |
| 3 | **Лекция** 3 Примесные полупроводники. Концентрации примесей и свободных носителей. Уровень Ферми в легированных полупроводниках. Слабо легированные, сильно легированные, вырожденные полупроводники.  **Практическое занятие** 3. Расчет дрейфового тока легированного полупроводника  **СРСП 1:** собственный и примесный полупроводники. | 1  1  2 | 7  17 |
| 4 | **Лекция** 4. Коэффиент диффузии. Формула Эйнштейна. Диффузионный ток полупроводников.  **Практическое занятие** 4. Стационарная концентрация неравновесных носителей. | 1  2 | 7 |
| 5 | **Лекция 5**. Контактные явления в полупроводниках. Образование электронно дырочного перехода. Экранировка. Барьерная и диффузионная емкости p- n перехода. Варикап.  **Практическое занятие** 5. Барьерная емкости p- n перехода. Варикап. | 1  2 | 7  17 |
|  | **Рубежный контроль** |  | 100 |
| 6 | Лекция 6. ВАХ диода. Теория Шокли. Диффузионный и дрейфовый токи р-п перехода. Обратный ток.  **Практическое занятие** 5. Вольт – амперная характеристика (ВАХ) полупроводникового диода | 1  2 | 7 |
| 7 | Лекция 7. Барьер Шоттки. Диоды Шоттки. Выпрямление тока в контакте металл — полупроводник. Дрейфовый и диффузионный токи. МДП диод.  Практическое занятие 7. Вольт – амперная характеристика (ВАХ) диода Шоттки. | 1  2 | 7  17 |
|  |  |  |
| 8 | Лекция 8. Влияние барьерной емкости на быстродействие диода. Время жизни. Постоянная времени диода. Методы измерения. Поверхностные состояния. Заряд на поверхностных состояниях и его влияние на полупровдник. Инверсия поверхностного слоя.  **Практическое занятие** 8.Инерционные свойства перехода металл- полупроводник. |  |  |
|  |  |  |  |
| 9 | **Лекция** 9. Лавинный пробой и тепловой пробой диодов. Допустимое напряжение и допустимая мощность. Силовые диоды, импульсные диоды. Стабилитрон. ВАХ стабилитрона. Лавинный диод. Коэффициент усиления лавинного диода.  **Практическое занятие 9**. Расчет лавины обратно смещенного диода. | 1  2 | 7 |
| 10 | **Лекция** 10. Поглощение света в полупроводниках. Закон Ламберта-Бугера. Неравновесные носители. Внутренний фотоэффект. Фоторезисторы.    **Практическое занятие** 9. . Рассчет фотопроводимости.  **СРСП 4:** | 1  2  1 | 7  17 |
| 11 | **Лекция** 11. Полупроводниковые диоды. Выпрямительные диоды. Стабилитроны. Импульсные диоды. Варикапы. Вольтамперные характеристики диода  **Практическое занятие** 10. | 1  2 | 7 |
|  | **Рубежный контроль** |  | 100 |
| 12 | **Лекция** 12. Полупроводниковый фотодиод на р-п переходе. Глубина рп перехода, распределение по глубине фотогенерированных носителей.  Фото ЭДС и фототок фотодиодов. Вольт-амперная характеристика фотодиода в темноте и на свету. Фотодиоды в ВОЛС. И современной технике.  **Практическое занятие** 12. Фото ЭДС и фототок фотодиодов. | 1  2  1 | 7  17 |
| 13 | **Лекция** 13. Биполярный транзистор. Конструкция, энергетическая диаграмма. ВАХ эмиттерного и коллекторного переходов. Принцип усиления транзистора. Аналоговый и цифровой режим работы транзистора.  **Практическое занятие** 13. Биполярный транзистор. | 1  2 | 7 |
| 14 | **Лекция** 14. Полевой транзистор на барьере Шоттки и МДП. Конструкция полевых транзисторов. Нормально закрытый и нормально открытый транзисторы. Индуцированный канал. Принцип усиления полевого транзистора.  **Практическое занятие** 14. Принцип усиления полевого транзистора. | 1  2  1 | 7  17 |
| 15 | **Лекция** 15. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Межзонная излучательная и безизлучательная рекомбинация. Светодиоды на основе InGaP, GaAs.  **Практическое занятие** 15. Светодиоды в ВОЛС. | 1  2 | 7 |
|  | **Рубежный контроль** |  | **100** |
|  | **MIDTERM** |  | **100** |
|  | **Всего** |  | **100** |

Заведующий кафедры \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.К.Ибраимов

Председатель

методбюро факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Г.Т.Габдуллина

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.А.Сванбаев