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

**Физико технический факультет**

**Кафедра физики твердого тела и нелинейной физики**

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

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

### OPN3303 «Электронные наносенсоры»

5В071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Образовательная программа

Курс – 1

Семестр – 2

Кол-во кредитов – 3

**Алматы 2020 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\_\_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № 41…

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

(подпись)

### Рекомендован методическим бюро факультета

«27» \_\_\_06\_\_\_\_\_ 20 20 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 | Техника наноструктурных сенсоров | |  | 1 | 2 | |  | 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 | | |  | |
| 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 изучение магистрантами физических процессов и явлений, имеющих место при изготовлении и эксплуатации современных электронные наноразмерных сенсоров..  А) когнитивные: быть способным  - продемонстрировать полученные знания и понимание физической сущности явлений, происходящих при изготовлении и эксплуатации современных электронные наноразмерных сенсоров;  - общей структуры энергетики, роли и перспектив развития электронных наноразмерных сенсоров;  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 области изучения (конкретно) 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. |
| Литература и ресурсы | 1. **Литература** Кобаяси Н. «Введение в нанотехнологию». М.: БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2005.- 134 с. 2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. «Наноструктурные материалы» М.: Академия, 2005. -92 с. 3. Шишкин Г. Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства: учебное пособие. 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2012.- 408 с. 4. Ткалич В.Л., Макеева А.В., Оборина Е.Е. Физические основы наноэлектроники. учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011 – 83 с. 5. S. Oda, D. Ferry. Silicon nanoelectronics.Tailor & Francis Group, LLC. 2006 – 339 p. 6. Щука А.А. Наноэлектроника. – М.: Физматкнига, 2007. – 464 с.   **Интернет-ресурсы:** |
| 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 / …)  Формула расчета итоговой оценки. |
| 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. |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Календарь (график ) реализации содержания учебного курса

**Календарь реализации содержания учебного курса:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Неделя / дата | Название темы (лекции, практического занятия, СРС) | Кол-во часов | Максимальный балл |
| 1 | 2 | 3 | 5 |
| 1 | Л1. Современные тенденция миниатюризации элементов интегральных схем. Основные направления развития нанотехнологии и наноэлектроники.  С.1. Основные понятия и объекты наноэлектроники. | 2 | 5 |
| 2 | Л2. Электроны в квантовой яме. Теория квантового ограничения. Квантовые ямы сложной формы  С2. Расчеты влияния потенциальных барьеров на энергетический спектр носителей зарядов. | 2 | 5 |
| 3 | Л. 3 Структуры с двумерным электронным газом.  С. 3. Квантовые нити. Плотность состояний  СРСП: Структуры с одномерным электронным газом. | 2 | 10 |
| 4 | Л. 4. Л. 7. Структуры с нульмерным электронным газом. Интерференционные эффекты в наноструктурах. Туннелирование электронов.  С.4. Квантовые точки | 2 | 5 |
| 5 | Л.5. Туннельный транзистор Интерференционный транзистор. Атомный ключ.  С.5. Расчет энергетического спектра в квантовой яме сложной формы  СРСП 2: У-транзистор на углеродных нитях.. | 2 | 9 |
| 6 | Л.6. Методы изготовления квантовых нитей. Плотность состояний.. Баллистическая проводимость квантовых нитей. Практическое применение квантовых нитей  С.6. Расчеты и анализ расщепления энергетической зоны кристалла на минизоны потенциалом сверхрешётки (расчеты зонной структуры твердого тела в предположениях модели Кронига-Пенни). | 2 | 5 |
| 7 | Л.7. Методы получения наноструктур кремния. Пористый кремний и физико-химические свойства кремниевых наноструктур***.***  СРСП 3: Получение пористого кремния. | 2 | 9 |
| 8 | Л.8. Структурные и оптические свойства наноразмерного пористого кремни. Физические принципы получения гетероструктур.  С8. Измерения электрофизических характеристик наноструктурированных полупроводников. | 2 | 5 |
| 9 | Л.9. Систематизация сенсоров. Эффекты, на которых работают сенсоры.  С.9. Характеристики и параметры сенсоров.  СРСП 4: Газовые сенсоры на основе пористого кремния. | 2 | 9 |
|  | Л.10. Фотоприемники на квантовых ямах. Лазеры на квантовых ямах и квантовых точках  С. 10. Приемники и излучатели оптического диапазона. | 2 | 5 |
|  | Л.11. Методы повышения эффективности солнечных элементов с использованием наночастиц.  С. 11.Зонная структура и квантово-размерные эффекты в пористом кремнии.  СРСП 5: Использование нанопористого кремния в солнечных элементах. | 2 | 8 |
|  | Л.12. Наносенсоры. Измерение вольтамперных характеристик сенсорных структур на основе пористого кремния и кремниевых нанонитей.  С.12. Газовые сенсоры. | 2 | 5 |
|  | Л.13. Частотные характеристики современных нелинейных сенсорных элементов.  С.13. Экспериментальные результаты и теоретическая модель электрической проводимости кремниевых нанонитей.  СРСП 5: Квантовая проводимость фрактальной нити. | 2 | 7 |
|  | Л. 14. Газочувствительные свойства кремниевых нанонитей. Газочувствительные свойства кремниевых пористых структур  С.14. Методы контроля параметров тонких пленок. | 2 | 5 |
|  | Л.15. Л.29.Рентгеноспектральный микроанализ.  С.15. Обработка данных атомно-силовой микроскопии.  СРСП 5: Туннельная атомно-силовая микроскопия. | 2 | 8 |
|  | | | |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**ОПИСАНИЕ**

ожидаемых результатов обучения как системы сформированных компетенций

(по Дублинским дескрипторам).

В скобках даны А) краткое обобщенное содержание компетенции, Б) глаголы, которые помогут сформулировать содержание компетенции по дисциплине, обозначить методы, приемы, типы заданий, направленные на формирование этих компетенций, определить типологию экзаменационных заданий и вопросов.

**Когнитивная компетенция:**

**Знание.** [А) запоминание и воспроизведение изученного материала — от конкретных фактов до целостной теории; Б)

*знать, организовать, определить, повторять, заполнить таблицы, запомнить, назвать, упорядочить, признать, относиться, напоминать, повторять, воспроизводить; составить список, выделить, рассказать, показать.*]

**Понимание.** [А) способность преобразовывать материал из одной формы выражения — в другую, интерпретировать информацию, высказывать предположение о дальнейшем ходе явлений, событий; Б) *классифицировать, описывать, определить признаки, обсуждать, объяснять, выражаться, удостоверять, найти, признать, сообщают, переформулировать, анализировать, выбирать, переводить*.]

**Функциональная компетенция:**

**Применение.** [А) умение использовать изученный материал в конкретных условиях и новых ситуациях; Б) *применять, выбирать, продемонстрировать, драматизировать, проиллюстрировать, интерпретировать, работать, практиковать, разработать график / эскиз, решить, использовать, написать.*]

**Анализ.** [А) способность вычленять части целого; выявлять взаимосвязи между ними; определять принципы организации целого; проводит различие между фактами и следствиями; оценивает значимость данных; Б) *анализировать, оценивать, рассчитывать, классифицировать, сравнивать, критиковать, дифференцировать, различать, отличать, изучать, экспериментировать, провести эксперимент, выявит сходство и различия, уточнить параметры, выполнить тест*.]

**Системная компетенция:**

**Синтез.** [А) умение комбинировать элементы, чтобы получить целое, обладающее новизной, (сочинение, выступление, доклад, реферат, проект, кейс, квест и др.); Б) *организовать, собрать, собирать, составлять, строить, создавать, разрабатывать, формулировать, доказывать свою точку зрения, управлять, организовывать, планировать, прогнозировать, готовить, предлагать, создать, написать*.]

**Оценка.** [А) умение оценивать значение того или иного материала, логику изложения информации, построения текста, соответствие выводов, значимость того или иного продукта деятельности; Б) *оценить, обсудить, быть свойственным, выбирать, сравнивать, защищать, оценивать, судить, предсказывать, выбирать, поддерживать, защитить точку зрения, доказать, спрогнозировать, представить аргументацию.*]

**Социальная компетенция:**

**Готовность к сотрудничеству: А)** сообщать информацию, идеи, проблемы и решения, работать в команде; Б) *Формулировать (проблему, цель, задачу, выводы, положенияи др.); определять ( требования, критерии, принципы); принимать решения и сообщать о них, делать выводы, аргументировать, обосновывать, настаивать, убеждать и др.*

**Метакомпетенция:**

**Умения в области обучения.** [А) развить такие умения в области обучения, которые необходимы для продолжения обучения с высокой степенью автономности.; Б) *Быть способным к рефлексии, объективной оценки своих достижений; осознавать необходимость формирования новых компетенций; определять направления дальнейшего личностного и профессионального развития и др.* **]**

Лектор

Зав кафедрой

Декан факультета