**СИЛЛАБУС**

**Осенний семестр 2021-2022 уч. год**

**по образовательной программе «Информационные системы»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код дисциплины** | **Название дисциплины** | **Самостоятельная работа студента (СРС)** | **Кол-во часов**  | **Кол-во кредитов** | **Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП)** |
| **Лекции (Л)** | **Практ. занятия (ПЗ)** | **Лаб. занятия (ЛЗ)** |
| OЕ2217 | Оптоэлектроника | 15 | 15 | 30 | - | **3** | 15 |
| **Академическая информация о курсе** |
| **Вид обучения** | **Тип/характер курса** | **Типы лекций** | **Типы практических занятий** | **Кол-во СРС** | **Форма итогового контроля** |
| очный | элективный | онлайн | онлайн | 15 | экзамен |
| **Лектор** | Сванбаев Е.А., к.ф..-м. н. |  |
| **e-mail** | E-mail: svanbaev.eldos@gmail.com |
| **Телефоны**  | Телефон: 8-775-8464415 |

|  |
| --- |
| **Академическая презентация курса** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Цель дисциплины** | **Ожидаемые результаты обучения (РО)** В результате изучения дисциплины обучающийся будет способен: | **Индикаторы достижения РО (ИД)** (на каждый РО не менее 2-х индикаторов) |
| Целью дисциплины является является усвоение основ оптоэлектронных процессов в твердых телах и основ теории базовых элементов современной полупроводниковой оптоэлектроники. |  **РО 1** -продемонстрировать полученные знания и понимание физической сущности явлений, происходящих при изготовлении и эксплуатации современных оптоэлектронных приборов;  | ИД1.1 понимание физической сущности явлений, происходящих эксплуатации современных оптоэлектронных приборов ИД1.2 уметь грамотно выбрать режим эксплуатации современных оптоэлектронных приборов. |
| **РО 2** - использовать методы исследования, расчета, анализа и т.д., свойственные оптоэлектронным приборам в индивидуальной или групповой учебно-исследовательской деятельности;  | ИД2.1 использовать методы исследования, расчета, анализа для прогноза влияния эксплуатационных параметров на характеристики свойственные оптоэлектронным приборам ИД2.2 освоение методов расчета, проектирования и анализа, систем оптического контроля и связи с применением оптоэлектронных приборов. |
| **РО 3** - обобщать, интерпретировать и оценивать полученные результаты обучения в контексте дисциплины, учебного модуля; | ИД3.1 обобщать, интерпретировать и оценивать полученные из анализа работы оптоэлектронных приборов результатыИД3.2 применять полученные из анализа работы оптоэлектронных приборов результаты для поиска возможности совершенствования работы оптоэлектронной системы. |
| **РО 4** - осознавать роль прослушанного курса в реализации индивидуальной траектории обучения. | ИД4.1 осознание роли прослушанного курса в реализации индивидуальной траектории обученияИД4.2 осознание роли прослушанного курса для будущей профессиональной деятельности. |
| **РО 5** выносить свои суждения, анализировать различные способы управления свойствами новых функциональных оптоэлектронных приборов и систем. | ИД5.1 Прогнозировать тенденции и последствия развития новых высокоэффективных оптоэлектронных приборов, решать задачи по разработке наукоемкой техники и инновационных технологий. ИД5.2 Проводить анализ соотношения цены и качества на экономические аспекты применения. |
| **Пререквизиты**  | Основы физики полупроводников, оптика. |
| **Постреквизиты** | Волоконно-оптические системы связи, астрофотометрия, робототехника. |
| **Литература и ресурсы** | **Учебная литература:****Основная:**1. Быстров, Ю. А. Оптоэлектронные приборы и устройства. — М. : Радио Софт, 2001. — 256 с.
2. Игнатов, А. Н*.* Оптоэлектронные приборы и устройства.. — М.: Эко-Трендз, 2006. —272 с.

**Дополнительная:**1. Носов Ю.Р. Оптоэлектроника. – М.:Радиои связь. 1989.-360 с.
2. Мартынов В.Н., Кольцов Г.И. Полупроводниковая оптоэлектроника. – М.:МИСИС, 1999.-400 с.
3. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. – М.:Техносфера, 2004. – 592 с
4. .Щука А.А. Наноэлектроника. – М.: Физматкнига, 2007. – 464 с.

**Электронные издания:**1. [fotonika.indd (tpu.ru)](https://portal.tpu.ru/SHARED/e/ELP/teaching/%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D1%8B%20%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA/fotonika.indd_%D0%92%20%D0%9C%D0%98%D0%A0%D0%95%20%D0%98%20%D0%92%20%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%98%D0%98_compressed.pdf)
2. **Интернет-ресурсы:** [Оптоэлектроника (polnaja-jenciklopedija.ru)](https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/nauka-i-tehnika/optoelektronika.html)
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Академическая политика курса в контексте университетских морально-этических ценностей**  | **Правила академического поведения:** Всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на МООК. Сроки прохождения модулей онлайн курса должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины. **ВНИМАНИЕ!** Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания учебного курса, а также в МООК.**Академические ценности:**- Практические/лабораторные занятия, СРС должна носить самостоятельный, творческий характер.- Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах контроля.- Студенты с ограниченными возможностями могут получать консультационную помощь по е-адресу svanbaev.eldos@gmail.com. |
| **Политика оценивания и аттестации** | **Критериальное оценивание:** оценивание результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами (проверка сформированности компетенций на рубежном контроле и экзаменах).**Суммативное оценивание:** оценивание активности работы в аудитории (на вебинаре); оценивание выполненного задания. |

**Календарь (график) реализации содержания учебного курса**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Неделя  | Название темы | РО | ИД | Кол-во часов | Максимальный балл | Форма оценки знаний | Форма проведения занятия/платформа |
| **Модуль 1**  |  |
| 1 | **Л1.** Введение. Назначение оптоэлектроники. Спектр электромагнитных волн. Корпускулярно-волновой дулизм. Взаимодействие света с веществом. Закон Ламберта-Бугера. | РО 1 | ИД 1.1. | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 1 | **СЗ** Рассчет скорости света, поглощения света  | РО 1  | ИД 1.1. | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 2 | **Л2 .** Обмен энергиями. Поглощение, рассеяние и вынужденное излучение. Спектральные характеристики оптоэлектронных приборов. Вакуумный фотоэлемент. ФЭУ. Микроканальная пластина. | РО1 | ИД 1.2ИД 1.3 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams  |
| 2 | **СЗ** Рассчет спектральной характеристики идеального вакуумного фотоэлемента, ФЭУ и микроканальной пластины |  | ИД 1.1. | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 3 | **Л3.** Особенности спектра поглощения изолированных атомов и твердого тела. Формирование валентной зоны. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Элеектропроводность металлов и полупроводников. Полупроводник монокристаллический. Поликристаллический и аморфный. |  |  | 1 |  |  |  |
| 3 | **СЗ** Рассчет температурной зависимости проводимости металла и полупроводника. |  |  | 2 | 8 |  |  |
| 3 | **СРСП 1 Консультация по выполнению СРС1** |  |  |  | 5 |  | Вебинар в MS Teams |
| 3 | **СРС 1.** Высокотемпературная сверхпроводимость | РО 1 | ИД 1.6 |  | 25 | Логическое задание |  |
| **Модуль П** |
| 4 | **Л4.** Волновое представление свободных электронов и дырок. Квантование финитного движения. Плотность состояний. Нелегированный полупроводник. Функция Ферми-Дирака. Концентрация электронов и дырок собственного полупроводника. | РО1  | ИД 1.4. | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 4 | **СЗ** Расчет концентрации электронов и дырок собственного полупроводника от Еg и Т. |  |  | 2 | 8 |  |  |
| 5 | **Л5.** Электропроводность собственного полупроводника. Дрейфовый и диффузионный токи.  |  |  | 1 |  |  |  |
| 5 | **СЗ**  Рассчет дрейфовой проводимости полупроводника |  |  | 2 | 8 |  |  |
| 5 | **СРСП 2 Консультация по выполнению СРС 2** |  |  |  | 5 |  | Вебинар в MS Teams |
| 5 | **СРС 2** Технология получения монокристаллов кремния. | РО 1 | ИД 1.6 |  | 20 | Логическое задание |  |
| 5 | **Составить структурно-логическую схему прочитанного материала**  |  |  |  | 10 |  |  |
| 5 | **РК 1** |  |  |  | 100 |  |  |
| 6 | **Л6** Полупроводник в рамках зонной терии. Легированные полупроводники. Энергия ионизации примеси и уровень Ферми в легированных полупроводниках. Элекропроводность легированных полупроводников.  | РО 1 | ИД 1.5 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 6 | **СЗ** Расчет электропроводности легированных полупроводников. | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 7 | **Л7** Формирование p-n перехода. Образование и свойства ОПЗ. Характеристики ОПЗ. Потенциальный барьер. Высота барьера через энергию Ферми.**Вольт-амперная характеристика p-n-перехода.** Дрейфовый и диффузионный токи. **Диод. Формулы тока и напряжения для диода.**  |  |  | 1 |  |  |  |
| 7 | **СЗ.** Рассчет диффузионной проводимости полупроводника | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 2 | 8 | Анализ | вебинар в MS Teams |
| 8 | Л8. **Прямое и обратное включение диода. Пробой диода.** Статическое и **Дифференциальное сопротивление диода. Емкость p-n-перехода. Эквивалентная схема диода. Выпрямление переменного тока. Виды диодов.** | РО 2 | ИД 2.1ИД 2.2ИД 2.3 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 8 | **СЗ** Рассчет барьерной и диффузионной **емкости p-n-перехода.** | РО 2 | ИД 2.1ИД 2.2ИД 2.3 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 8 | **СРСП 3 Консультация по выполнению СРС 3** |  |  |  | 5 |  | Вебинар в MS Teams |
| 8 | **СРС 3** Варикапы в электронике | РО 1 | ИД 1.6 |  | 25 | Логическое задание |  |
| 9 | **Л9** Полупроводниковые оптоэлектронные приборы. Фотогенерация неравновесных носителей. Красная граница. Фоторезистор. Фотопроводимость. Спектральная характеристика идеального фоторезистора. Низкотемпературная примесная фотопроводимость.  |  |  | 1 |  |  |  |
| 9 | **СЗ**  Расчет спектральной характеристики идеального фоторезистора. | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 2 | 8 | Анализ | вебинар в MS Teams |
| 10 | **Л10.**  Фотодиод. Разделение неосновных носителей встроенным полем. Фототок. ВАХ фотодиода. Спектральная характеристика. ФД для ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра. Энергетическая характеритика. Температурная зависимость фототока и фотонапряжения. | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 10 | **СЗ** Расчет фототока и спектральной характеристики идеального фотодиода. | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 10 | **СРСП 4 Консультация по выполнению СРС 4** |  |  |  | 5 |  | Вебинар в MS Teams |
| 10 | **СРС 4** Фотодиоды в ВОЛС | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2ИД 3.3ИД 3.4. |  | 25 | Проблемное задание |  |
| 10 | **СРСП 5** Тепловизоры и дистанционные термометры. |  |  |  | 10 |  |  |
| 10 | **МТ (Midterm Exam)** |  |  |  | 100 |  |  |
| 11 | **Л11.** Время жизни фотогенерированных носителей.Бысродействующие фотодиоды. Фотодиод с барьером Шоттки. P-I-N фотодиод.  |  |  | 1 |  |  |  |
| 11 | **СЗ** Расчет времени перезарядки по RC характеристике идеального фотодиода. | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 12 | **Л12.** Линейки фотодиодов. Пиксель черно-белый и RGB. Матрица фотодиодов. Области применения линейки и матрицы фотодиодов.  | РО 3 | ИД 3.3 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 12 | **СЗ** Расчитать количество фотодиодов и поколение микросхемы камеры | РО 3 | ИД 3.1И.Д 3.2 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 12 | **СРСП 6 Консультация по выполнению СРС 5** |  |  |  | 5 |  | Вебинар в MS Teams |
| 12 | **СРС5** Ксероксы | РО 3 | ИД 3.3 |  | 25 | Проблемное задание |  |
| 13 | **Л13.** Светоизлучающие приборы. Лампа накаливания. Излучение газого разряда. Фотолюминесценция. Спектры поглощения и люминесценции. Стоксов сдвиг. Люмисцентные лампы. Электронно лучевая трубка. Телевизоры первого поколения. Цветной кинескоп. | РО 3 | ИД 3.4 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 13 | **СЗ** Рассчет фотока фотодиода | РО 3 | ИД 3.4 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 14 | **Л14.** Светодиод. Прямозонный и непрямозонный полупроводник. Рекомбинационное излучение. Спектры излучения светодиодов. GaAs, InGaAs, GaN. Белый светодиод. Матрица светодиодв.  | РО 4 | ИД 4.1ИД 4.2ИД 4.3 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
| 14 | **СЗ** Расчет спектральной характеристики излучения идеального светодиода. | РО 4. 5 | ИД 4.1ИД 4.2ИД 4.3 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
| 15 | **Л15**. Принцип вынужденного излучения Эйнштейна. Инверсия двух уровневой и трехуровневой ситемы. Методы оптического и инжекционного инвертирования. Волоконный и диодный квантовый усилитель. Резонатор и квантовый генератор. | РО 5 | ИД 5.1ИД 5.2ИД 5.3 | 1 |  |  | Видеолекция в MS Teams |
|  | **СЗ** Расчет спектральной характеристики квантового усилителя по заданным энергиям уровней. | РО 5 | ИД 5.1ИД 5.2ИД 5.3 | 2 | 8 | Анализ | Вебинар в MS Teams |
|  | **СРСП 7 Консультация по выполнению СРС 6** |  |  |  | 5 |  | Вебинар в MS Teams |
|  | **СРС 6** Устройство экрана сотового телефона | РО 5 | ИД 5.1ИД 5.2ИД 5.3 |  | 25 | Анализ |  |
|  | **Тест** |  |  |  | 10 |  |  |
|  | **РК 2** |  |  |  | 100 |  |  |

[С о к р а щ е н и я: ВС – вопросы для самопроверки; ТЗ – типовые задания; ИЗ – индивидуальные задания; КР – контрольная работа; РК – рубежный контроль.

З а м е ч а н и я:

- Форма проведения Л и ПЗ**:** вебинар в MS Teams/Zoom(презентация видеоматериалов на 10-15 минут, затем его обсуждение/закрепление в виде дискуссии/решения задач/...)

- Форма проведения КР**:** вебинар (по окончании студенты сдают скрины работ старосте, староста высылает их преподавателю) / тест в СДО Moodle.

- Все материалы курса (Л, ВС, ТЗ, ИЗ и т.п.) см. по ссылке (см. Литература и ресурсы, п. 6).

- После каждого дедлайна открываются задания следующей недели.

- Задания для КР преподаватель выдает в начале вебинара.]

Декан \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Е. Давлетов

Председатель методбюро\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Г.Т.Габдуллина

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.К.Ибраимов

Лектор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.А.Сванбаев