

S.O.033 ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

1. Информация о дисциплине/модуле

Факультет	Электроника и телекоммуникации				
Департамент	Телекоммуникации и электронные системы				
Цикл обучения	Высшее образование, лицензия, I цикл				
Учебные программы	0710.1 Инженерия и управление в области электронных коммуникаций; 0714.1 Технологии и программное обеспечение в сетях связи; 0714.6 Безопасность электронных коммуникаций.				
Год обучения	Семестр	Тип оценки	Формативная категория	Категория опциональности	Кредиты ECTS
II (очное обучение);	4	E	F – фундаментальная единица курса	O - обязательная учебная единица	5

2. Общее предполагаемое время

Общее количество часов в учебном плане	Из них				
	Аудиторные занятия		Индивидуальные занятия		
	Курс	Лабораторные/семинарские работы	Годовой проект	Изучение теоретического материала	Подготовка приложений
150	30	30/15	ГП	30	45

3. Предварительные условия для доступа к дисциплине/модулю

В соответствии с учебным планом	Исследование активных устройств, Основы разработки полупроводниковых устройств
В соответствии с компетенцией	Исследование разработки активных устройств на основе полупроводников

4. Условия проведения образовательного процесса

Курс	Для представления теоретического материала в аудитории необходимы проектор и компьютер. Не допускаются опоздания студентов, а также телефонные разговоры во время занятий.
Лабораторные/семинарские работы	Студенты будут составлять отчеты в соответствии с условиями, установленными методическими указаниями. Срок сдачи лабораторной работы – одна неделя после ее завершения. За несвоевременную сдачу работы снимается 1 балл за каждую неделю просрочки.

5. Накопленные специальные навыки

Общие навыки	<p>Дисциплина «Оптоэлектроника» предусматривает формирование следующих результатов обучения для программы обучения TSRC:</p> <p>CG1. Использование в профессиональной деятельности концепций, теорий и методов фундаментальных наук.</p> <p>1. Использует основные концепции из математики, физики, инженерной графики, программирования, сигналов и схем для решения технических задач в области электроники и автоматизации.</p> <p>2. Интерпретирует экспериментальные и теоретические данные для принятия решений в проектировании и оптимизации инженерных систем и процессов.</p> <p>CG2. Работа с основными концепциями из науки о вычислениях, информационных технологий и коммуникаций.</p> <p>3. Описывает концепции, технологии и протоколы, применяемые при разработке информационных моделей и эксплуатации коммуникационных сетей.</p> <p>4. Использует модули автоматизированной системы проектирования коммуникационных сетей для расширения их функциональности.</p> <p>CG3. Применение норм/требований законодательства, менеджмента, маркетинга, бизнеса и обеспечения качества.</p> <p>5. Применяет соответствующее законодательство в профессиональной деятельности.</p>
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Дисциплина «Оптоэлектроника» предусматривает формирование следующих результатов обучения для программы обучения IMSE:</p> <p>CG1. Инициация и развитие бизнеса в области деятельности.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определяет возможности для генерации и развития бизнес-идей в области деятельности, принимая правильные решения в сложных/трудных ситуациях. 2. Разрабатывает бизнес-план для выявления возможностей развития и источников финансирования. <p>CG2. Управление процессами и ресурсами.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Анализирует рынок продуктов/услуг в области деятельности с целью выбора необходимых ресурсов согласно проекту. 4. Обеспечивает взаимосвязь процессов проектирования для эффективного использования ресурсов с помощью новых подходов, инициатив, методов и технологий. <p>CG3. Разработка концепций развития новых продуктов/услуг.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Разрабатывает концепцию нового продукта/услуги для улучшения качества продуктов/услуг. <p>Дисциплина «Оптоэлектроника» предусматривает формирование следующих результатов обучения для программы обучения SCE:</p> <p>CG1. Использование в профессиональной деятельности концепций, теорий и методов фундаментальных наук.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определяет методы анализа и математического моделирования, физические законы для формулировки, объяснения и обоснования типичных проблем и решений в области электроники и автоматизации. 2. Устанавливает параметры электронных систем и телекоммуникаций для обеспечения их безопасности в зависимости от назначения и условий эксплуатации. <p>CG2. Работа с основными концепциями из науки о вычислениях, информационных технологий и коммуникаций.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Объясняет принципы, технологии и процедуры разработки информационных моделей и структуры электронных коммуникаций. 4. Использует доступные модули автоматизированных средств проектирования электронных систем и коммуникационных сетей, предлагая расширение их функциональности. <p>CG3. Применение норм/требований законодательства, менеджмента, маркетинга, бизнеса и обеспечения качества.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Разрабатывает эффективные процедуры для систем, сетей и услуг электронных коммуникаций, соблюдая требования качества и менеджмента, установленные законодательством.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. Цели дисциплины/модуля

Общая цель	Освоение методов разработки и функционирования активных устройств на основе полупроводников.
Конкретные цели	<p>Понимать и описывать принцип работы активных устройств, используемых в оптических системах связи.</p> <p>Понимать принципы планарной технологии изготовления устройств.</p> <p>Правильно определять габариты устройств в соответствии с параметрами.</p>

7. Содержание дисциплины/модуля

Тематика лекций	Количество часов
Тема 1. Введение. Эволюция оптоэлектронных систем. Развитие микро-оптоэлектронных устройств на основе полупроводников.	1
Тема 2. Кристаллическая структура и силы связи в кристаллах. Типы структурных дефектов. Распространение упругих волн в кристаллах.	1
Тема 3. Энергетические полосы. Движение электронов в кристаллической структуре.	1
Тема 4. Фоторезисторы. Основные и второстепенные носители заряда в полупроводниках. Время жизни. Скорость генерации носителей заряда. Электронные переходы.	1
Тема 5. Конструкция фоторезисторов. Принцип действия. Проводимость, красный порог, эффективность фоторезисторов. Скорость генерации носителей заряда в фоторезисторах. Характеристики фоторезисторов. Зависимость чувствительности от частоты сигнала.	1
Тема 6. p-n-переход. Формирование p-n-перехода. Слой пространственного заряда. Энергетическая диаграмма в равновесии и поляризация p-n-перехода. Вольт-амперные и ватт-амперные характеристики p-n-перехода.	1

Тема 7. Гомо- и гетеропереходы. Общие понятия. Основные параметры. Построение энергетических диаграмм гомо- и гетеропереходов. Особенности.	1
Тема 8. Фотодиод р-і-п. Конструкция. Энергетическая диаграмма. Формирование тока. Принцип действия. Квантовая эффективность. Скорость фотодиода р-і-п.	1
Тема 9. Фотодиод Шоттки. Конструкция. Энергетическая диаграмма. Формирование тока. Принцип действия. Внешняя квантовая эффективность. Режимы работы. Спектральное распределение.	1
Тема 10. Датчики ультрафиолетового излучения. Конструкция. Формирование тока. Принцип действия. Распределение спектральной чувствительности. Датчики ультрафиолетового излучения.	1
Тема 11. Дифференциальный датчик УФ-излучения. Конструкция. Формирование тока. Принцип действия. Распределение спектральной чувствительности.	1
Тема 12. Солнечные батареи, солнечные элементы. Конструкция. Формирование тока. Принцип работы. Энергетическая диаграмма. Спектральная чувствительность. Понятие FillFactor.	1
Тема 13. Источники света. Категории источников излучения. Основные характеристики. Когерентные и некогерентные источники света.	1
Тема 14. Светодиоды на основе р-п-перехода. Конструкция. Энергетическая диаграмма. Генерирование спонтанного излучения. Принцип действия. Внешняя квантовая эффективность. Основные параметры. Усовершенствованные конструкции.	1
Тема 15. Источники когерентного света. Генерирование когерентного излучения. Энергетическая диаграмма. Условия генерирования когерентного излучения.	1
Тема 16. Квантовые генераторы – ЛАЗЕР. Время жизни носителей заряда. Классификация источников когерентного излучения.	1
Тема 17. Резонатор Фабри-Перо. Генерирование мод в резонаторе. Поляризация света. Способы поляризации когерентного света.	1
Тема 18. Лазеры на твердом теле. Структура. Основные характеристики. Режимы работы лазеров на твердом теле.	2
Тема 19. Качественные переключатели. Типы качественных переключателей. Принцип работы. Модуляция светового сигнала.	2
Тема 20. Газовые лазеры. Конструкция. Основные характеристики. Основные параметры газовых лазеров. Энергетическая диаграмма.	2
Тема 21. Полупроводниковые лазеры. Конструкция. Спектр излучения. Основные характеристики и параметры.	2
Тема 22. Полупроводниковые лазеры. Регулировка с помощью числа продольных и поперечных мод. Характеристики излучения, испускаемого лазерным диодом.	2
Тема 23. Технологии изготовления микро-оптоэлектронных устройств. Эпитаксия. Окисление. Диффузия.	2
Общее количество лекций:	30

Тематика семинаров	Количество часов
LP1. Кристаллическая структура. Индексы Миллера.	1
LP2. Фоторезисторы. Современные конструкции. Применение фоторезисторов в современных устройствах. Инновации.	2
LP3. Применение фоторецепторов в современных устройствах. Инновации.	2
LP4. Понятие уровня Ферми. Определение концентрации носителей с помощью уровня Ферми.	2
LP5. Построение энергетических диаграмм р-п-переходов.	2
LP6. Модернизированные конструкции датчиков УФ.	2
LP7. Применение солнечных батарей в современных устройствах.	2
LP8. Применение лазеров в современных устройствах.	2
Всего семинаров:	15

Тематика лабораторных работ	Количество часов
LL1. Введение в лаборатории. Охрана труда при выполнении работ.	2
LL2. Экспериментальная оценка ширины запрещенной энергетической зоны.	4
LL3. Исследование предела поглощения в полупроводниках.	4
LL4. Определение характеристик фотодиодов в различных режимах работы.	4
LL5. Измерение электрических характеристик СИД и ЛАЗЕРА.	4
LL6. Измерение оптических характеристик светодиодов и лазеров	4
LL7. Определение параметров фотодиодов по зависимости емкости от напряжения поляризации.	4
LL8. Исследование вольт-амперных и ватт-амперных характеристик светодиода и лазерного диода.	4
Общее количество лабораторных работ:	30

8. Библиография

Основные	
	1. Shadia Jamil Ikhmayies, Hatice Hilal Kurt. „ <i>Advances in Optoelectronic Materials</i> ”. ISBN 978-3-030-577736-0, (https://www.google.md/books/edition/Advances_in_Optoelectronic_Materials/U0AjEAAAQBAJ), 2021.
	2. Alexander A. Bortsov, Yuri V. Il'in, Sergey M. Smolskiy. „ <i>Laser Optoelectronic Oscillators</i> ”. ISBN 978-3-030-45699-3, (https://www.google.md/books/edition/Laser_Optoelectronic_Oscillators/y238DwAAQBAJ), 2020.
	3. Saumya Sengupta, Subhananda Chakrabarti. “ <i>Optical and Spectral Characterization of Sub-monolayer QDIPs</i> ”. ISBN 978-981-10-5701-4, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5702-1_4), 2018.
	4. Xiaobing Luo, Qi Chen. “ <i>Online Testing Method and System for LED Reliability and Their Applications</i> ”. ISBN 978-3-319-58175-0, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58175-0_13), 2018.
	5. Andreas Furchner, Dennis Aulich. “ <i>Organic Materials for Optoelectronic Applications</i> ”. ISBN 978-3-319-75894-7, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-75895-4_24), 2018.
	6. Joff Derluyn, Marianne Germain, Elke Meissner. “ <i>Taking the Next Step in GaN: Bulk GaN Substrates and GaN-on-Si Epitaxy for Electronics</i> ”. ISBN 978-3-319-77993-5, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-77994-2_1), 2018.
	7. Kasap, Safa, Capper, Peter “ <i>Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials</i> ”. ISBN 978-3-319-48933-9. (https://www.springer.com/gp/book/9783319489315), 2017.
	8. Aaron H.-P. Ho, Donghyun Kim, Michael G. Somekh. “ <i>Handbook of Photonics for Biomedical Engineering</i> ”. ISBN 978-94-007-6174-2 (https://link.springer.com/referencework/10.1007%2F978-94-007-6174-2), 2016.
	9. Oleksiy Shulika, Igor Sukhoivanov. “ <i>Contemporary Optoelectronics. Materials, Metamaterials and Device Applications</i> ”. ISBN 978-94-017-7314-0 (https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-7315-7), 2016.
	10. Markus Aspelmeyer, Tobias J. Kippenberg, Florian Marquardt. “ <i>Cavity Optomechanics. Nano- and Micromechanical Resonators Interacting with Light</i> ”. ISBN 978-3-642-55311-0, (https://www.google.md/books/edition/Cavity_Optomechanics/FG71AwAAQBAJ), 2014.
	11. Yue Wang. “ <i>Low Threshold Organic Semiconductor Lasers. Hybrid Optoelectronics and Applications as Explosive Sensors</i> ”. ISBN 978-3-319-01266-7, (https://books.google.md/books?id=CUrABAAAQBAJ), 2014.
	12. Minoru Yamada. “ <i>Theory of Semiconductor Lasers. From Basis of Quantum Electronics to Analyses of the Mode Competition Phenomena and Noise</i> ”. ISBN 978-4-431-54888-1, (https://www.google.md/books/edition/Theory_of_Semiconductor_Lasers/85-5BQAAQBAJ), 2014.
	13. Victor Lucian. <i>Energia solară: Ghid de captare și conversie a energiei solare pentru utilizare</i> . București: Editura universitară, 2014.
	14. Junji Ohtsubo. “ <i>Semiconductor Lasers. Stability, Instability and Chaos.</i> ” ISBN 978-3-642-30146-9, (https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-30147-6), 2013. Traian Ivanovici. <i>Sisteme de achiziție utilizate în domeniul surselor fotovoltaice</i> . Targoviste: Bibliotheca, 2013.

	<p>15. Mohamed Amjahdi, Jean Lemale. <i>Energia solara termica și fotovoltaică</i>. București : Matrix Rom, 2012.</p> <p>16. Paul Schiopu, Neculai Grosu. <i>Măsurători optoelectronice / îndrumar</i>. București: Matrix Rom, 2011.</p> <p>17. Dave Birtalan, William Nunley. “<i>Optoelectronics: Infrared-Visible-Ultraviolet Devices and Applications. Second edition.</i>” CRC Press, 9 apr. 2009, pp. 300.</p> <p>18. Paul Schiopu, Carmen Schiopu. <i>Dispozitive piezoelectrice</i>. Bucuresti: Matrix Rom, 2011.</p>
Дополнительны е	<p>1. Dan Cojoc, Andrei Dragulinescu. <i>Optica tehnică</i>. București : Matrix Rom , 2009.</p> <p>2. А. М. Желтиков. <i>Микроструктурированные световоды в оптических технологиях</i>. Москва: Физматлит, 2009.</p> <p>3. Teodor Petrescu. <i>Fibre optice pentru telecomunicații</i>. București: Editura AGIR, 2006.</p> <p>Petrescu, Teodor. <i>Fibre optice pentru telecomunicații</i>. - București: Ed. AGIR, 2006. - 182 p.CZU 681.7 / P 57</p>

9. Оценка

Форма обучения	Периодическая		Текущая	Индивидуальная работа	Финальный экзамен
	Аттестация 1	Аттестация 2			
очное	15%	15%	15%	15%	40%
Минимальный стандарт эффективности					
<p>Присутствие и активность на лекциях, семинарах и лабораторных работах; Получение проходной оценки «5» за каждую текущую аттестацию и лабораторные работы; Демонстрация в итоговой аттестационной работе знания преподаваемого материала.</p>					