



# ОПТОЕЛЕКТРОНІКА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік МКР, РР
Розклад занять	<a href="http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses">http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Іванова Віта Вікторівна, <a href="mailto:vivanova950@gmail.com">vivanova950@gmail.com</a> Практичні: к.ф.-м.н., Іванова Віта Вікторівна, <a href="mailto:vivanova950@gmail.com">vivanova950@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1937">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1937</a> <a href="http://apd.ipt.kpi.ua/pages/97/optoelektronika">http://apd.ipt.kpi.ua/pages/97/optoelektronika</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Оптоелектроніка» належить до циклу професійної підготовки, є дисципліною вибору студентів. Курс «Оптоелектроніка» має велике значення у підготовці фахівців в області прикладної фізики та наноматеріалів у зв'язку з ключовим місцем цієї галузі науки і техніки в науково-технічному прогресі сучасного етапу. Вагомим підтвердженням цього є визначний перелік Нобелівських премій за винаходи, відкриття, дослідження в галузі оптоелектроніки, і з прикладним застосуванням оптоелектроніки в фізиці, протягом останніх десятиліть, починаючи від дослідження гетероструктур, блакитних світлодіодів та ін.

Метою навчальної дисципліни є вивчення та застосування знання фізичних основ одночасного використання оптичних і електронних методів прийому, обробки, передачі, зберігання і відображення інформації, елементної бази оптоелектроніки, а також принципів побудови і функціонування оптико-електронних систем.

Навчальна дисципліна забезпечує і доповнює формування у студентів компетентностей:

- ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК5 Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- К9 Здатність працювати автономно.
- ФК5 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій
- ФК6 Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.
- ФК7 Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та

математичного моделювання в професійній діяльності.

- ФК10 Здатність розуміти та застосовувати апарат спеціальних розділів математики для розв'язання проблем прикладної фізики, моделювати фізичні процеси і системи, використовуючи статистичні та стохастичні методи, комп'ютерну графіку, та представляти результати моделювання.
- ПРН1 Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики
- ПРН2 Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
- ПРН4 Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
- ПРН6 Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
- ПРН7 Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.
- ПРН12 Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.
- ПРН17 Знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності, зокрема хімії, ядерної фізики, статистичної радіофізики та оптики, електродинаміки суцільних середовищ для розв'язання практичних проблем прикладної фізики, в т.ч. високих фізичних технологій та/або фізики живих систем та/або фізики енергетичних систем.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

– **ЗНАННЯ:**

- Фізичних основ взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною, оптичних і фотоелектричних явищ в твердих тілах, зокрема, напівпровідниках;
- Фізичних основ одночасного використання оптичних і електронних методів прийому, обробки, передачі, зберігання і відображення інформації;
- Елементної бази оптоелектроніки, принципів роботи, особливостей і основних характеристик та областей застосування приладів і методів оптоелектроніки.
- Теорії р-п переходу, властивостей гетероструктур.
- Квантоворозмірні структури в оптоелектроніці, принципи будови і роботи джерел і приймачів випромінювання з квантоворозмірними шарами.
- Види та принципи роботи світлодіодів, напівпровідникових лазерів різних типів і призначення.
- Фізичні ефекти, які застосовуються для реєстрації оптичного випромінювання, та принципи побудови приймачів випромінювання з зовнішнім і внутрішнім фотоефектом.
- Принципи побудови і функціонування випромінювальних і світлоклапанних дисплеїв.

– **УМІННЯ:**

- Розраховувати оптичні характеристики речовини.
- Розраховувати склад напівпровідникових твердих розчинів; будувати зонні діаграми одинарних та подвійних гетеропереходів.
- Виконувати розрахунок концентрацій носіїв у власних і домішкових напівпровідниках.
- Здійснювати математичне моделювання процесів генерації, рекомбінації, дифузії та дрейфу носіїв заряду в напівпровідниках, розрахунок часів життя, коефіцієнтів дифузії, дифузійних довжин та розподілу концентрацій нерівноважних носіїв з метою визначення основних параметрів джерел і приймачів випромінювання.
- Виконувати розрахунок квантового виходу, робочих параметрів, ККД, модової структури, спектральних характеристик напівпровідникових лазерів. Виконувати розрахунки основних

параметрів і характеристик фотодетекторів.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна «Оптоелектроніка» використовує знання та вміння, набуті у ході вивчення курсів загальної фізики, математики, квантової механіки, атомної фізики, статистичної радіофізики та оптики.

Для вивчення дисципліни потрібні

- навички використання апарату алгебри та геометрії, диференціювання та інтегрування, теорії функцій комплексної змінної;
- навички використовувати закони та теоретичні положення загальної фізики, квантової фізики, статистичної фізики, фізики твердого тіла;
- навички використання засобів програмування.

Дисципліна вивчається паралельно з курсом статистичної фізики і фізики твердого тіла, що сприяє комплексному, багатогранному, більш повному і глибокому вивченню цих предметів. Дисципліна є також ключовою для подальшої підготовки в сфері фізики напівпровідників, нанотехнологій і наноматеріалів.

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Оптоелектроніка» можна використовувати в подальшому під час вивчення спеціалізованих дисциплін, орієнтованих на опанування високими фізичними технологіями, а також на наступному вищому рівні вищої освіти.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Вступ. Предмет і визначення оптоелектроніки.

Тема 2. Елементи фізики випромінювання. Взаємодія електромагнітного випромінювання з атомними системами.

Тема 3. Елементи фізики напівпровідників.

Тема 4. Джерела некогерентного випромінювання.

Тема 5. Джерела когерентного випромінювання.

Тема 6. Приймачі світлового випромінювання.

Тема 7. Засоби передачі та відображення інформації

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### Базова література

1. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника – М.: Высшая школа, 2001.- 573 с.
2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2 книгах/ Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.
3. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника – М.: Техносфера, 2006.- 592 с.
4. Находкін М.Г., Сизов Ф.Ф. Елементи функціональної електроніки – К.: ВПФ УкрІНТЕЛ, 2002.-324 с.
5. Кейси Х., Паниш М. Лазеры на гетероструктурах: В 2 томах/ Пер. с англ. – М.: Мир, 1981.
6. Handbook of Optoelectronics. Second Edition / edited by John P. Dakin, Robert G. W. Brown. Taylor & Francis, CRC Press, 2017.
7. Іванова В.В. Лекції з оптоелектроніки:слайд-демонстрація. Електронний ресурс (1 файл: 24,0 Мб). Київ: НТУУ «КПІ», 2011. – 140 с. - Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11699>

### Допоміжна

1. Суэмацу Я., Катаока С. и др. Основы оптоэлектроники/ Пер. с яп. – М.: Мир.,1988.- 288 с.
2. Козанне А., Флере Ж., Метр Г., Руссо М. Оптика и связь. Оптическая передача и обработка информации / Пер. с франц. – М.: Мир, 1984.- 504 с.
3. Справочник по приемникам оптического излучения / Под ред. Л.З. Криксунова, Л.С. Кременчугского.- К.: Техніка, 1985. – 216 с.

4. Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Методы модуляции и сканирования света. – М.: Наука, 1970. – 296 с.
5. Достижения в технике передачи и воспроизведения изображений/ Под ред. Б. Кейзана. Пер. с англ.. – М.: Мир, 1980. Т.3.
6. Фотоника./ Под ред. М. Балкански, П. Лалемана. Пер. с англ. и франц. – М.: Мир, 1978.
7. Техника оптической связи: Фотоприемники. Пер. с англ. / Под ред. У.Тсанга — М.: Мир.,1988.- 526 с.
8. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з оптоелектроніки./Іванова В.В./ (Електронний ресурс (1 файл: 1,3 Мбайт)- 2012. - 19 с. – доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11830>).

### Інформаційні ресурси

- <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1937>  
<http://apd.ipt.kpi.ua/pages/97/optoelektronika>  
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11699>  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/11830>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В рамках дисципліни заплановано наступні види навчальних занять:

- лекції;
- практичні заняття;
- самостійна робота.

Теми дисципліни взаємозв'язані, матеріал вивчається в логічній послідовності. На лекціях розкриваються найбільш суттєві теоретичні питання, які дозволяють забезпечити студентам можливість глибокого самостійного вивчення всього програмного матеріалу. Теми та порядок виконання практичних завдань сформовано в логічній послідовності і повністю узгоджуються з лекційним матеріалом. Теоретичні і практичні знання поглиблюються шляхом самостійної роботи з використанням рекомендованої літератури та глобальної мережі Internet.

На заняттях використовуються звичайна дошка та/або інтерактивна дошка, віртуальна дошка (в умовах карантинних обмежень), а також презентації лекцій з використанням мультимедіапроектора або дистанційно.

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється індивідуальним опитуванням, перевіркою домашніх завдань та тестів, контрольною роботою та заліковою контрольною.

На консультаціях викладач надає методичну допомогу у вирішенні практичних завдань.

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Вступна лекція. Мета і завдання курсу. Основні терміни. Історичний огляд розвитку джерел і приймачів випромінювання, оптоелектронних і оптико-електронних приладів. Класифікація оптоелектронних систем. Призначення і використання оптоелектронних приладів. Література [7 ],[4 (с.117-127) ], [1(с.5-12)]. СРС [ 3(с.4-13)].
2.	Енергетичні стани атомів і молекул. Квантові переходи. Спонтанне і вимушене випромінювання. Коефіцієнти Ейнштейна. Спектри випромінювання, розширення спектральних ліній. Оптичні характеристики речовини (комплексний показник

	заломлення, коефіцієнт екстинкції, показник поглинання). Література [7],[ [1 (с.13-55, 75-83)].
3.	Елементарні напівпровідники і напіпровідникові з'єднання. Основні типи кристалічних структур напівпровідників. Зонна структура, властивості дисперсійних кривих та хвильових функцій електрона в кристалі, особливості енергетичних станів в напівпровідникових кристалах. [7],[ [ 2(с.11-64), 3(с.173-194)].
4.	Прямозонні, непрямозонні напівпровідники. Напівпровідникові тверді розчини, закон Вегарда, ізоперіодичні ряди. Оптичні переходи в напівпровідниках. Власні і домішкові напівпровідники, ізоелектронні домішки.[7],[ [ 2(с.80-164)].
5.	Статистична функція розподілу $N(E)$ , $f(E)$ , густина станів, визначення концентрації носіїв у власних та домішкових напівпровідниках, визначення рівня Фермі в донорному та акцепторному напівпровіднику, залежність концентрації носіїв від температури. Фотоелектричні явища в кристалах. Р-п перехід, типи гетеропереходів, електронне та оптичне обмеження. Квантоворозмірні структури, густина станів в 2D, 1D, 0D кристалах. Основні матеріали оптоелектроніки. Література [7],[ [1(с.180-203), 2(с.11-64), 3(с.173-194)]. СРС [ 5(с.127-149), 3(с.231-250)].
6.	Некогерентні джерела випромінювання. Люмінесценція, її види. Рекомбінаційна люмінесценція. Механізми випромінювальної рекомбінації в напівпровідниках, види випромінюючих переходів. Оптичне поглинання в кристалах.[7,2,5].
7.	Інжекційна люмінесценція. Ефективність інжекції, механізми безвипромінювальної рекомбінації, квантовий вихід люмінесценції. Світлодіоди. Матеріали і спектри випромінювання. Світлодіоди на гетеропереходах. Світлодіодні матриці. Електролюмінесцентні комірки. Внутрішня модуляція. Література [7 ], [1(с.401-429), 3(с.26-33), 4(с.128-185)] СРС [ 5(с.37-69)].
8.	Умови інверсії і підсилення в напівпровідниках. Напівпровідникові лазери з електронною і оптичною накачкою. Інжекційні лазери, будова і принцип дії. Література [7 ], [1(с.431-469),
9.	Порівняння гомо- і ДГС-лазерів.Лазерні гетероструктури, смужкові лазери. Пороговий струм накачки і ККД. Температурний вплив. Властивості інжекційних лазерів. [7 ], [4(с.154-185)]
10.	Інжекційні лазери з квантовими розмірними шарами. РОДГС лазери. Лазери з надгратками. РЗЗ та РБВ лазери. Робочі характеристики інжекційних лазерів. Модуляційні характеристики напівпровідникових лазерів.Потужні інжекційні лазери, лазерні лінійки і ґратки. Каскадні лазери на внутрішньозонних переходах. Шуми напівпровідникових лазерів, деградація. [7 ], [1, 2,3,4,5]. СРС [ 5(с.348-367)].
11.	Класифікація приймачів випромінювання. Основні характеристики приймачів випромінювання. Чутливість, пороговий потік NEP, питома виювлювальна здатність $D^*$ , спектральна щільність потужності шуму NPS. [1, 2,7].
12.	Приймачі з зовнішнім і внутрішнім фотоелементом. Фотоелементи з зовнішнім фотоелементом. Фотоелектронні помножувачі. Типи фотокатодів. Електронно-оптичні перетворювачі. Телевізійні передавальні трубки (іконоскоп, відикон, оптикон, піровідикон, інші трубки з накопиченням). [1, 2,7].
13.	Фоторезистори. Фотодіоди. Хвилевідні фотодіоди. Фотодіоди з бар'єром Шотткі.

	р-і-п фотодіод. Фотодіоди з гетеропереходами. Фотодетектори з надграток. Фототранзистори. Фототиристри. [1, 2,6,7].
14.	Лавинні фотодіоди. Варизонний лавинний фотодіод. Лавинний фотодіод на надгратках. Фото ПЗЗ-структура. Шуми фотодетекторів. Фотонний шум. Власні шуми фоторезисторів і фотодіодів. Сонячні батареї. Теплові приймачі випромінювання. Література [7 ], [2(с.196-222), 1(с.496-533)]
15.	Шуми фотодетекторів. Шуми напівпровідникових фотодетекторів. Фотонний шум. Власні шуми фоторезисторів і фотодіодів. Література [4(с.223-236)].
16.	Методи і види модуляції світла. Класифікація модуляторів. Фізичні явища, що використовуються в модуляторах світла. Задачі і види сканування. Сканери і дефлектори*. Просторово-частотна модуляція світла. Види і характеристики ПЧМС*. *Питання вивчається студентами самостійно. Література [ 4(с.262-282), 6,9 ]. СРС [ 9].
17.	Класифікація і види засобів відображення інформації. Випромінювальні дисплеї. Катодолюмінісцентні трубки, газорозрядні панелі, СВД матриці, дисплеї на органічних світлодіодах, електролюмінісцентні панелі. Література [7 ], [ 4(с.295-306),6,10 ]. СРС [ 10(с.195-201),6,7 ].
18.	Світлоклапанні дисплеї, рідкокристалічні, TFT дисплеї, особливості рідкокристалічних дисплеїв різних типів. Індикатори. Література [7 ], [ 4(с.295-306),6,10 ]. СРС [ 10(с.195-201),6,7 ].

Презентація курсу лекцій розміщена на <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1937>  
<http://apd.ipt.kpi.ua/pages/97/optoelektronika>  
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11699>

### Практичні заняття

Основні завдання практичних занять:

Навчитись розв'язувати задачі з фізики напівпровідників, теорії оптичного випромінювання та розраховувати параметри оптоелектронних приладів.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1.	Спонтанне і вимушене випромінювання. Коефіцієнти Ейнштейна. Спектри випромінювання, розширення спектральних ліній. Оптичні характеристики речовини (комплексний показник заломлення, коефіцієнт екстинкції, показник поглинання) (2 год).
2.	Енергетичні стани в напівпровідникових кристалах. Енергетичні діаграми напівпровідникових з'єднань (2 год).
3.	Статистика електронів і дірок в напівпровідниках, розрахунок рівнів Фермі, концентрацій носіїв у власних і домішкових напівпровідниках (6 год).
4.	Рекомбінація носіїв заряду в напівпровідниках, розрахунок часів життя (2 год).
5.	Інжекційна люмінесценція. Розрахунок коефіцієнта інжекції, внутрішнього квантового виходу. Розрахунок характеристик світлодіодів (3 год).
6.	Напівпровідникові інжекційні лазери. Розрахунок робочих параметрів, ККД, модової структури, спектральних характеристик (6 год).
7.	Дифузія і дрейф носіїв заряду. Розрахунок коефіцієнтів дифузії, дифузійних довжин, концентрацій нерівноважних носіїв в напівпровідниках різних типів (4 год).

8.	Фотодетектори. Розрахунок основних параметрів і характеристик. Власні шуми фотодетекторів (2 год).
----	--

В умовах дистанційного режиму навчання практичні заняття проводяться з використанням таких онлайн ресурсів як Zoom або Google-Meet та віртуальної дошки. Задачі розміщені на <https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1937>

## 6. Самостійна робота студента (СРС)

На самостійну роботу передбачено 48 год. Самостійна робота передбачає підготовку до аудиторних занять, розв'язок задач, підготовку до контрольної роботи, виконання розрахункової роботи РР, та підготовку до екзамену.

Метою розрахункової роботи (РР) є оволодіння практичними навичками розрахунку параметрів основних типів приладів оптоелектроніки, зокрема, напівпровідникових інжекційних лазерів з квантово-розмірними структурами. Завдання РР може змінюватись з врахуванням актуальності проблеми і швидких темпів розвитку оптоелектроніки.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Відвідування занять

Студентам рекомендується відвідувати лекції і практичні заняття. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За відсутність на лекційних і практичних заняттях штрафні бали не знімаються.

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Підготовка презентації за заданою темою	+5 балів	Несвоєчасне виконання домашніх завдань і тестів	0,5 від отриманого балу
Участь в публікаціях, студентських наукових конференціях, розробці дидактичних матеріалів (за тематикою навчальної дисципліни)	+7 балів	Несвоєчасне виконання розрахункової роботи без поважних причин	-2 бали за кожен тиждень затримки (максимум -4 бали)

#### Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50% від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

#### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

### Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка навчального процесу студентами <sup>1</sup>.

Критерій	Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації <sup>2</sup>	8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови атестації: поточний рейтинг <sup>3</sup>	≥ 15 балів	≥ 30 балів

**Рейтинг студента**<sup>1</sup> з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- активність та результати бліц-опитувань на лекційних заняттях (в кількості 5) – максимум 5 балів;
- роботи на практичних заняттях – максимум 15 балів;
- виконання тестових і домашніх завдань – максимум 15 балів;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР) – максимум 5 балів;
- виконання розрахункової роботи (РР) – максимум 15 балів;
- письмової залікової контрольної роботи – максимум 45 балів

Критерії нарахування балів:

МКР оцінюється із 5 балів:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 4,0 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- «достатньо» - неповна відповідь, помилки, проте студент орієнтується в матеріалі – 2 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «достатньо» – 0 балів.

Робота на практичному занятті оцінюється із 3 балів:

- «відмінно» – розуміння фізичної суті проблеми, правильний методологічний підхід до її вирішення, вміння застосовувати необхідний інструментарій та математичний апарат, повністю правильна відповідь – 3 бали;
- «добре» – незначні неточності – 2,5 бали;
- «задовільно» – неповне розуміння проблеми, незначні помилки – 1,5 бали;

<sup>1</sup> Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. П. Головенкін. – Електронні текстові дані (1 файл: 378 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 19 с.

<sup>2</sup> Там само.

<sup>3</sup> Там само.



– «достатньо» – активна участь у розв'язанні задачі, однак, без отримання позитивного результату не через принципові помилки – 1 бал;

РР оцінюється із 15 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – глибокий обґрунтований підхід до вирішення проблеми, правильні результати – 13-15 балів;
- «добре» – обґрунтований розв'язок, недостатньо повне охоплення всіх сторін завдання – 10-12 балів;
- «задовільно» – самостійне обґрунтування розв'язку проблеми, але з певними недоліками і помилками, які не спотворюють фізичну сутність результату – 7-9 бали;
- «незадовільно» – завдання не виконане, РР не зараховано – 0 балів.

За кожний тиждень затримки із поданням розрахункової роботи нараховуються штрафні – 2 бали (усього не більше – 4 балів).

**Наявність позитивної оцінки з РР є умовою допуску до залікової контрольної роботи.**

*Умови допуску до семестрового контролю:*

Обов'язкові:

- Виконання не менше 60% тестів і домашніх завдань, зокрема, розміщених на платформі Сікорський
- Позитивний результат модульної контрольної роботи
- Виконана і захищена з позитивним результатом розрахункова робота
- Поточний рейтинг  $RD \geq 30$  балів.

Необов'язкові:

- Активність на практичних заняттях.
- Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
- Відвідування лекційних занять.

**Залікова контрольна робота** оцінюється із 45 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань та однієї задачі або практичного завдання.

Кожне запитання оцінюється з 15 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 15 - 14 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 12...13 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 9...11 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, може за бажанням не брати участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із суми рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, та балів з РР.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
ДКР не зараховано	Не допущено

## **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### **1. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

#### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна «Оптоелектроніка» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору в силу специфіки дисципліни.

#### **Навчання іноземною мовою**

Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійських онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:** канд.техн.наук, доцент кафедри ПФ **Іванова Віта Вікторівна**

**Ухвалено** кафедрою прикладної фізики (протокол № 2 від 04.09.2020)

**Погоджено** Методичною радою факультету<sup>4</sup> (протокол № 7/1 від 07.09.2020)

---

<sup>4</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.