



ТЕОРІЯ ФУНКЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ЗМІННОЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Нормативна (цикл професійної підготовки)
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість: (3 кр.) 90 год. Лекційних занять: 18 год. Практичних занять: 36 год. Самостійна робота студентів: 36 год.
Семестровий контроль / контрольні заходи	залік, поточний контроль, модульна контрольна робота
Розклад занять	http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Наказной Павло Олександрович (p.nakaznoy@kpi.ua). Практика: Наказной Павло Олександрович.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3884

Програма навчальної дисципліни

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

Теорія функції комплексної змінної (скор. ТФКЗ, інша назва – комплексний аналіз) є одним з основних математичних інструментів сучасної фізики, який необхідний для вивчення насамперед квантової механіки, а також теорії поля, електрики та магнетизму, оптики тощо. Об'єктом ТФКЗ є функції комплексної змінної. Предметом є вивчення диференціального та інтегрального числення функцій комплексної змінної.

Мета курсу «Теорія функції комплексної змінної» полягає в тому, щоб довести до студента основні принципи комплексного аналізу. Завданням вивчення даної дисципліни є здатність розв'язування фізичних задач за допомогою комплексного числення, використання подовження у комплексну площину функцій для обрахунків у задачах теоретичної та загальної фізики.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання: геометричної та алгебраїчної природи комплексного числа, теорем про диференціювання та інтегрування функцій комплексної змінної, теорем про розвинення функції в ряди Тейлора, Лорана, Фур'є

уміння: працювати з комплексними числами, обраховувати операції диференціального та інтегрального числення над функціями комплексної змінної, розвивати функції в ряди Тейлора, Лорана, Фур'є

досвід: використовувати засоби комплексного аналізу для розв'язання фізичних задач, насамперед, використання інтегральних теорем комплексного числення для знаходження інтегралів від комплексної та дійсної змінних без безпосереднього інтегрування у задачах класичної та квантової механік, аналіз функцій за допомогою розвинення в ряд та інтеграл Фур'є.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Теорія функції комплексної змінної» мають продемонструвати такі результати навчання:

Фахові компетентності СВО

ФК 5: Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК 7: Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФК 10: 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.

Програмні результати навчання

ПРН 2: Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

ПРН 16: Знання методів аналізу випадкових процесів, теорії ймовірності і математичної статистики, програмування, комп'ютерної графіки, прикладних програм і методів обчислень, методів розв'язання рівнянь математичної фізики, теорії функції комплексної змінної, тензорного аналізу, для розуміння сучасних фізичних теорій і розв'язання проблем прикладної фізики та моделювання процесів, що відбуваються в фізико-технічних системах.

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

Для вивчення матеріалу курсу «Теорія функції комплексної змінної» необхідне успішне засвоєння курсу:

1. Математичний аналіз.

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Теорія функції комплексної змінної» можна використовувати в подальшому в навчальних дисциплінах, пов'язаних з теоретичними та практичними аспектами прикладної фізики, зокрема:

1. Електрика та магнетизм;
2. Оптика;
3. Теорія поля;
4. Квантова механіка;
5. Коливання та хвилі;

6. Електродинаміка суцільних середовищ

та математичною:

1. Рівняння математичної фізики.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Комплексні числа та їх аналітичні функції

Вступ

Тема 1.1 Алгебра та геометрія комплексних чисел

Тема 1.2 Диференціювання функції комплексної змінної

Тема 1.3 Елементарні функції

Розділ 2. Інтегрування та розвинення в ряд функцій комплексної змінної

Тема 2.1 Інтегрування функцій комплексної змінної

Тема 2.2 Ряди та особливі точки

Тема 2.3 Метод лишків обрахунку інтегралів

Тема 2.4 Ряди Фур'є

Тема 2.5 Перетворення Фур'є та δ -функція

4. Навчальні матеріали та ресурси

Нижче наводиться перелік навчальних матеріалів та ресурсів для засвоєння матеріалу, розгляданого на лекційних заняттях та для додаткового вивчення. Його поділено на базові, які слід вивчати у першу чергу та додаткові, до яких можна звертатись факультативно.

Базові підручники та посібники

1. С. М. Єжов та М. А. Разумова. Теорія функцій комплексної змінної. К.: ВПЦ «Київський університет», 2012.
2. П. О. Наказной. Комплексний аналіз. Збірник задач. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.

Додаткові підручники та посібники

3. J. Bak та D. J. Newman. Complex analysis. Springer, 2010.
4. J. W. Brown та R. V. Churchill. Complex variables and applications. McGraw-Hill Education, 2014.
5. N. H. Asmar та L. Grafakos. Complex Analysis with Applications. Springer, 2018.
6. V. Serov. Fourier Series, Fourier Transform and Their Applications to Mathematical Physics. Springer, 2017.
7. J. H. Conway та D. A. Smith. On Quaternions and Octonions: Their Geometry, Arithmetic, and Symmetry. Peters, 2009.
8. R. Penrose. The Road to Reality A Complete Guide to the Laws of the Universe. Vintage, 2007.
9. А. И. Маркушевич. Краткий курс теории аналитических функций. 4-е изд., испр. и доп. М.: Наука, 1978.
10. М. А. Лаврентьев та Б. В. Шабат. Методы теории функций комплексного переменного. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1973.
11. Б. М. Будак та С. В. Фомин. Кратные интегралы и ряды. М.: Наука, 1967.

12. Н. Н. Воробьев. Теория рядов. 4 издание, перераб. и доп. М.: Наука, 1979.
13. В. Н. Хотяинцев. Преобразование Фурье. К.: КГУ, 1988.
14. Б. В. Шабат. Введение в комплексный анализ. Часть 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Наука, 1985.
15. Л. С. Понтрягин. Обобщения чисел. М.: Едиториал УРСС, 2003.
16. И. М. Яглом. Комплексные числа и их применение в геометрии. М.: Физматгиз, 1963.
17. В. И. Арнольд. Геометрия комплексных чисел, кватернионов и спинов. М.: МЦНМО, 2002.
18. И. Г. Араманович, Г. Л. Лунц та Л. Э. Эльсгольц. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Наука, 1968.
19. М. Л. Краснов, А. И. Киселев та Г. И. Макаренко. Функции комплексного переменного. Задачи и примеры с подробными решениями. М.: Едиториал «УРСС», 2003.
20. А. К. Боярчук. Функции комплексного переменного: Теория и практика. М.: Едиториал «УРСС», 2001.
21. И. И. Ляшко, А. К. Боярчук, Я. Г. Гай та Г.П. Головач. Математический анализ: ряды, функции векторного аргумента. М.: Едиториал «УРСС», 2003.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Комплексні числа та їх аналітичні функції	
1.	<p>Тема 1.1. Алгебра та геометрія комплексних чисел. Вступ. Місце комплексного аналізу серед інших розділів математики. Поняття двовимірної алгебри. Закони додавання та множення її елементів. Алгебри з діленням. Теорема Фробеніуса. Основні означення комплексних чисел та операції з ними. Комплексна площина. Стереографічна проекція. Нескінченно віддалена точка.</p> <p><i>Література для опрацювання:</i> [1, с. 1.1—3], [9, с. 1.1—2, 1.4], [15, §1-3, 13—14, 17], [16, §1-7], [17, с. с.3—18], [4, §1-12], [5, §1.1-3], [3, §1.1-2, 5] [7, §1.1-2, 4, 2.1, 3.1], [8, §4.1, 4, 5.1, 8.3, 11.1—4]</p>
2.	<p>Тема 1.2. Диференціювання функції комплексної змінної. Области на комплексній площині та неперервність функцій комплексної змінної. R-похідна, C-похідна та умови Коші-Рімана. Умови Коші-Рімана у довільних координатах. Теорема про спряжені гармонічні функції. Аналітичні функції.</p> <p><i>Література для опрацювання:</i> [1, с. 1.4—6], [10, п. 3-5, 41], [14, п. 6 від означення диференційованості], [4, §15-27], [5, §2.1-5], [3, §1.4, 2.1]</p>
3.	<p>Тема 1.3. Елементарні функції. Степенева функція. Корінь n-ого степеня. Показникова функція. Логарифмічна функція. Тригонометричні та гіперболічні функції. Обернені тригонометричні та гіперболічні функції. Загальна степенева функція. Загальна показникова функція. Багатозначні функції та парадокси з ними.</p> <p><i>Література для опрацювання:</i> [10, п. 6, 8, 9, 10], [9, п. 3.19-20], [4, §30-40], [5, §1.6-8], [3, §1.3, 3.2], [8, §4.2, 5.2—4, 8.1]</p>
Розділ 2. Інтегрування та розвинення в ряд функцій комплексної змінної	

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
4.	Тема 2.1. Інтегрування функцій комплексної змінної. Поняття інтегралу в теорії функцій комплексної змінної. Теорема Коші для однозв'язної та багатозв'язної областей. Інтегральна формула Коші для аналітичної функції та її похідних. Теорема Ліувілля. Теорема Морера. <i>Література для опрацювання:</i> [1, с. 2.1—2], [10, п. 11-12, 14, 16—17], [4, §41-47], [5, §3.1-4, 6, 8], [3, §4.1, 5.1], [8, §7.1-4]
5.	Тема 2.2. Ряди та особливі точки. Ряд Тейлора. Ознаки д'Аламбера та Коші збіжності степеневому ряду. Радіус збіжності степеневому ряду. Абсолютна та умовна збіжності. Теорема Лорана. Головна та правильна частини ряду Лорана. Ізольовані особливі точки та їх типи. Вигляд ряду Лорану в околі ізольованої особливої точки. Нескінченно віддалена ізольована особлива точка. Неізольовані особливі точки <i>Література для опрацювання:</i> [1, п.3.1-3.5], [10, п. 24], [9, п.7.6], [14, приклади після п.25], [4, §60-69], [5, §1.5, 4.1—5], [3, §2.2, 6.1—2], [8, §4.3]
6.	Тема 2.3. Метод лишків обрахунку інтегралів. Означення лишка та його підрахунок в полюсі порядку n , полюсі 1-ого порядку, істотно особливій точці, нескінченно віддаленій точці. Теорема про суму лишків. Лема Жордана та її наслідки. Обрахунок визначених інтегралів за дійсною змінною методом лишків <i>Література для опрацювання:</i> [1, п.6.1-6.3], [9, гл. 8, п. 1, 3], [10, п. 23-24, 73], [4, §74-92], [5, §5.1-5], [3, §10.1, 11.1]
7.	Тема 2.4. Ряди Фур'є. Система тригонометричних функцій. Тригонометричний ряд Фур'є. Теорема Діріхле (без доведення). Властивості розвинення у тригонометричний ряд Фур'є. Комплексна форма ряду Фур'є. Зв'язок між комплексною формою ряду Фур'є та рядами Лорана. <i>Література для опрацювання:</i> [11, гл. 11, §1, §2.1-2, §2.5-6, §3.1-2, §7], [12, гл. 8, §3-6, гл. 9, §1-13], [14, п.24 після нерівності Коші], [6, ch.1-3], [8, §9.1-3]
8.	Тема 2.5. Перетворення Фур'є та δ-функція. Перетворення Фур'є та його фізичний зміст. Косінус- та синус-перетворення Фур'є. Розв'язок крайових фізичних задач на нескінченному інтервалі. Векторне перетворення Фур'є. δ -функція Дірака та метод функцій Гріна розв'язку диференціальних рівнянь <i>Література для опрацювання:</i> [13, п. 1.1-6, 2.3.1—4, 2.5.1, 3.1—3, 3.4.1—2], [6, ch.4], [8, §9.4-6]
9.	Залік.

Практичні заняття

Задачі до практичних занять зі збірника [2], який містить основні теоретичні відомості та додатки, необхідні для розв'язування задач, а також відповіді до більшості завдань. Наведений список посібників, які містять приклади розв'язання задач із даної теми.

В кожній темі наведено всі відповідні задачі з [2]. Викладач може обрати частину з них для вивчення, зважаючи на успішність засвоєння матеріалу та відповідність до календарного плану.

№	Назва теми заняття та перелік розглянутих питань
1.	Операції з комплексними числами в різних формах <i>Задачники:</i> [2, №1.1-45] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §1, приклади №1-5, 7—8], [20, гл. 2, №1, 2, 14—17]
2.	Обрахунок коренів та розв'язок алгебраїчних рівнянь <i>Задачники:</i> [2, №1.49-70] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §1, приклади №6, 9], [18, п. 4], [20, гл. 2, №3]

№	Назва теми заняття та перелік розглянутих питань
3.	Геометрія комплексної площини <i>Задачники:</i> [2, §2] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §1, приклади №10-12], [20, гл. 2, №28-29, 36—39]
4.	Тригонометричні, логарифмічна та обернені тригонометричні функції <i>Задачники:</i> [2, №3.1-52] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §2, приклади №4-7], [18, п. 11-13]
5.	Показникова функція. Рівняння з елементарними функціями <i>Задачники:</i> [2, №3.52-71] <i>Література для опрацювання:</i> [18, п. 11-13], [19, §1, приклади №9-12]
6.	Аналітичні функції <i>Задачники:</i> [2, §4]
7.	МКР 1. Інтегрування однозначних функцій <i>Задачники:</i> [2, №5.1-21] <i>Література для опрацювання:</i> [18, п. 20, 24], [19, §5, приклади №1-5]
8.	Інтегрування багатозначних функцій. Інтегральна формула Коші <i>Задачники:</i> [2, №5.22-34, §6] <i>Література для опрацювання:</i> [18, п. 28], [19, §5, приклади №6-7, §6, приклади №1-2]
9.	Збіжність рядів <i>Задачники:</i> [2, №7.1-31] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §7, приклади №1-4, 8—11], [20, гл. 5, №10]
10.	Розвинення в ряд Тейлора <i>Задачники:</i> [2, №7.33-48] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §7, приклади №5-6], [20, гл. 5, №15-16, 18—20]
11.	Розвинення в ряд Лорана <i>Задачники:</i> [2, №7.49-61] <i>Література для опрацювання:</i> [18, п. 55, 59], [19, §7, приклади №12-15], [20, гл. 5, №24, 26]
12.	Особливі точки та лишки <i>Задачники:</i> [2, §8] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §9, приклади №5-13, §10], [20, гл. 5, №29, 33, 34, гл. 7, №1-6, 9], [18, п. 62, приклади №1-3, 6]
13.	Обрахування контурних інтегралів методом лишків <i>Задачники:</i> [2, №9.1-10] <i>Література для опрацювання:</i> [18, п. 62, приклади №4-5, п. 67, приклад №1, п. 68, приклад №2]
14.	Обрахування інтегралів від дійсних функцій методом лишків <i>Задачники:</i> [2, №9.11-32], [22, §11] <i>Література для опрацювання:</i> [19, §11, приклади №1-9, 14], [20, гл. 7, №13-18, 20—22]
15.	Застосування методу інтегрування лишками до задач фізики <i>Задачники:</i> [2, №9.33-36], [22, §12-13] <i>Література для опрацювання:</i> [20, гл. 7, п. 4.1, 3)-4), №40-41, 44—46, 49, 51—57], [19, §11, приклади №11-13]
16.	Ряди Фур'є <i>Задачники:</i> [2, §10] <i>Література для опрацювання:</i> [21, гл. 1, №197-200, 205, 207]
17.	Перетворення Фур'є <i>Задачники:</i> [2, №11.1-9] <i>Література для опрацювання:</i> [13, п. 1.7]

№	Назва теми заняття та перелік розглянутих питань
18.	Використання перетворення Фур'є у роботі з δ -функцією та розв'язку крайових задач для диференціальних рівнянь. МКР2 <i>Задачники:</i> [2, §11.10-14] <i>Література для опрацювання:</i> [13, п. 2.4]

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів має на меті розвиток творчих здібностей та активізація їх розумової діяльності, формування потреби безперервного самостійного поповнення знань та розвиток морально-вольових зусиль. Завданням самостійної роботи студентів є навчити студентів самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і осмислювати його та формування навичок до щоденної роботи з метою одержання та узагальнення знань, умінь і навичок.

На самостійну роботу відводяться наступні види завдань:

- обробка і осмислення інформації, отриманої безпосередньо на заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- виконання підготовчої роботи до практичних занять, до написання МКР (модульної контрольної роботи) та колоквиуму;
- підготовка до складання семестрового контролю.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного складання заліку.

Пропущені контрольні заходи

Модульні контрольні роботи виконуються згідно графіку та не переписуються, виконання в інший час можливе лише з поважної причини

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі — атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами¹.

Термін атестації	Перша атестація 8-й тиждень	Друга атестація 14-й тиждень
Критерій: поточний контроль	≥ 20 балів	≥ 40 балів

¹Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

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 (згідно «Положення про систему забезпечення якості вищої освіти у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», «Положення про організацію навчального процесу»).

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

Видами контролю успішності засвоєння матеріалу дисципліни є модульна контрольна робота (МКР), колоквіум, робота на практичних заняттях та семестровий контроль.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота поділяється на дві 45-хвилинні частини, що проводяться на практичних заняттях згідно графіку. Вони складаються з одного теоретичного питання на формулювання та 4 задач, подібних до тих, що розглядалися на практичних заняттях та під час виконання домашніх робіт.

Максимальна кількість балів за кожну контрольну роботу дорівнює 30 балів, за дві 60. Максимальна кількість балів за кожне завдання вказана в умові. Оцінка за завдання може варіюватись у залежності від кількості зроблених помилок у розв'язку та специфіки конкретного завдання. Списані відповіді, які студент не може пояснити, не зараховуються.

Колоквіум

Колоквіум відбувається у формі усної співбесіди з викладачем з теоретичних питань за матеріалами прочитаних на даний момент лекцій та складається з відповідей на 3 запитання. У разі необхідності уточнення оцінки викладач може задати додаткові запитання. Максимальна оцінка за колоквіум – 25 балів

Активність на практичних заняттях

Ваговий бал для роботи біля дошки – 2. Максимальна кількість – 15 балів. Робота оцінюється згідно критеріїв:

- Отримання повної правильної відповіді без підказок (+) – 2 бала
- Отримання повної правильної відповіді з підказками (+.) – 1.5 бали

- В цілому правильний хід розв'язку, що супроводжувався суттєвими помилками (\pm) – 1 бал
- В цілому неправильний хід розв'язку що містив правильні ідеї (\mp) – 0.5 бала
- Розв'язку нема, або він повністю неправильний ($-$) – 0 балів.

Конструктивна ідея або відповідь із місця оцінюється в 1 бал. З огляду на обмежену кількість виходів до дошки студенти зацікавлені у активній участі в роботі на практичних заняттях.

Бонусні бали

За особливу гарну роботу на практиці або на лекції студент може додатково до базових балів отримати 5 бонусних балів.

Семестровий контроль (залік)

Стартовий рейтинг R_c є сумою рейтингових балів отриманих у семестрі (включаючи до 5 бонусних балів). Сума максимально можливих базових балів дорівнює 100 балам:

№	Контрольний захід	Бал	Кількість	Всього
1	Модульні контрольні роботи	30	2	60
2	Колоквіум	25	1	25
3	Практичні заняття	15		15
	Всього			100

У разі $R_c \geq 60$ балів, студент може отримати відповідну оцінку без виконання залікової роботи, причому його рейтинг із кредитного модулю $RD = R_c$, або написати залікову роботу.

Якщо $R_{\text{доп}} = 40 \leq R_c < 60$, студент повинен написати допускову або залікову роботу.

Якщо $R_c < R_{\text{доп}}$, для отримання допуску до заліку студент повинен виконати допускову роботу.

Допускова робота складається з 8-ми елементарних завдань, що передбачають однозначну відповідь та оцінюються по одному балу кожне в разі отримання правильної відповіді. Якщо правильно виконано не менше ніж $n = 6$ завдань, R_c вважається рівним 60 балам.

Оцінка за залікову роботу є підсумковою. Вона складається з 5 завдань (2 теоретичних та 3 задачі). Максимальна кількість балів по кожному завданню $S_{\text{max}} = 8$ балів. Критерії оцінки S_i кожного завдання:

- $S_i = 8$ — Отримання повної правильної відповіді (+)
- $S_i = 6-7$ – Отримання повної правильної відповіді із незначними зауваженнями (+.)
- $S_i = 4-5$ – В цілому правильний хід розв'язку, що супроводжувався суттєвими помилками або не доведений до кінця розв'язок (\pm)
- $S_i = 2-3$ – В цілому неправильний хід розв'язку що містив правильні ідеї (\mp)
- $S_i = 1$ – Записані лише ключові означення ($-$)
- $S_i = 0$ – Відсутній розв'язок, або він повністю невірний (0).

Кількість балів за залікову роботу $S = \sum S_i$. У випадку позитивної оцінки ($S \geq 24$) підсумкова кількість рейтингових балів визначається згідно формули: $RD = S \cdot 2.5$, у випадку негативної оцінки ($S < 24$) $RD = R_c$.

Підсумковому значенню RD ставиться у відповідність оцінка:

Кількість балів	Оцінка
95 – 100	Відмінно
85 – 94	Дуже добре
75 – 84	Добре
65 – 74	Задовільно
60 – 64	Достатньо
40 – 59	Незадовільно
0 – 39	Не допущено

9. Питання до залікової роботи

Нижче наведений орієнтовний перелік теоретичних питань до залікової роботи. Цей перелік може корегуватись якщо якісь теми були зменшені або збільшені в обсязі.

1. Закони додавання та множення у двовимірних алгебрах
2. Алгебри з діленням. Теорема Фробеніуса
3. Основні означення комплексних чисел та операції з ними
4. Області на комплексній площині та неперервність функцій комплексної змінної
5. C -похідна та умови Коші-Рімана
6. Умови Коші-Рімана у довільних координатах
7. Теорема про спряжені гармонічні функції
8. Основні властивості n -кореня
9. Основні властивості показникової функції
10. Основні властивості логарифмічної функції
11. Основні властивості тригонометричних та гіперболічних функцій
12. Основні властивості загальної степеневої та загальної показникової функції
13. Інтегральна теорема Коші
14. Інтегральна формула Коші
15. Збіжність степеневих рядів та формула Тейлора
16. Теорема Лорана
17. Типи особливих точок
18. Лишки та їх обрахунок
19. Теорема Коші про лишки
20. Лишок у нескінченно віддаленій точці. Теорема про суму лишків.
21. Теорема про систему тригонометричних функцій та тригонометричний ряд Фур'є
22. Теорема Діріхле та наслідки з неї
23. Комплексна форма тригонометричного ряду Фур'є
24. Перетворення Фур'є
25. δ -функція та метод функцій Гріна розв'язку диференціальних рівнянь

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: _____ старший викладач Наказной Павло Олександрович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ)

Ухвалено: кафедрою _____ інформаційної безпеки
(повна назва кафедри)

(протокол № 16/2020 від 27 серпня 2020 р.)

Затверджено: Вченою радою _____ Фізико-технічного інституту
(назва факультету/інституту)

(протокол № 7/1 від 7 вересня 2020 р.)