

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Голова Приймальної комісії
Ректор

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

26.04.2024

підпис дата



Навчально-науковий фізико-технічний інститут
повна назва факультету навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА
фахового іспиту

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки магістра
«Прикладна фізика»

за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Програму ухвалено:

Вченою Радою Навчально-наукового
фізико-технічного інституту

Протокол № 5/2024 від 15 квітня 2024 р.

Голова Вченої Ради

НОВІКОВ Олексій НОВІКОВ

Київ – 2024

ВСТУП

Програма фахового іспиту для вступу на освітню програму підготовки магістра «Прикладна фізика» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» складена на основі відповідної бакалаврської освітньої програми та передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 105 прикладна фізика та наноматеріали для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Програма розроблена згідно з навчальними програмами нормативних навчальних дисциплін.

Фаховий іспит може проводитися очно або дистанційно в письмовій формі на платформі Сікорський в системі Moodle. Вступники мають бути зареєстрованими в дистанційному курсі освітньої програми

Фаховий іспит здійснюється в письмовій формі. Кожне завдання містить три питання:

1. Теоретичне питання з Розділу 1.
2. Теоретичне питання з Розділу 2.
3. Практичне питання (задача) з Розділу 1.

Тривалість фахового іспиту – 2 години, перерви немає.

Тривалість фахового іспиту – 3 астрономічні години, перерви немає. Коли час, відведений на спробу, закінчується, система автоматично закривається, не відправлені завдання не зараховуються. Екзаменованний вільно розподіляє свій час між всіма завданнями.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Розділ 1.

1. Теорема Ньотер (без виводу). Закони збереження, як наслідок теореми Ньотер.
2. Теорема віріала (з виводом). Приклади застосування.
3. Принцип Гамільтона, рівняння Лагранжа.
4. Динаміка твердого тіла: тензор інерції, рівняння Ейлера.
5. Рівняння Гамільтона. Розв'язок методом канонічних перетворень.
6. Рівняння Гамільтона-Якобі. Приклади застосування.
7. Теорія відносності (принцип відносності, перетворення Лоренца, релятивістська енергія та імпульс).

Рекомендована література:

Основна

1. Загородній В.В. Загальна фізика. Механіка. Навчальний підручник: видання друге, виправлене і доповнене. / В.В. Загородній – КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020, – 364 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38392>
2. Feynman R. P. The Feynman Lectures on Physics/ V. I. Mainly Mechanics, Radiation, and Heat. / R. P. Feynman, B. Leighton Robert, Sands Matthew. – The New Millennium Edition: by Basic Books; 50th New Millennium ed., 2011. – 560 p.
3. Kittel C. Berkeley Physics Course. V1. Mechanics. / C. Kittel, W. Knight, A. Ruderman. Second Edition. – N-Y.: McGraw Book Company. 1973.– 451 p.
4. Гірка В.О., Механіка. Навчальний посібник / В.О. Гірка, І.О. Гірка – Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013 р. – 335 с.
5. Барьяхтар В.Г., Довгий С.А. Механіка / В.Г. Барьяхтар, И.В. Барьяхтар, Л.П. Гермаш – Київ: НАН України, 2004. – 385 с.

Додаткова

6. Philip Harris. Special Relativity / Harris Philip // University of Sussex. Режим доступу: <https://web.stanford.edu/~oas/SI/SRGR/notes/srHarris.pdf>.
7. David G. Simpson. General Physics I: Classical Mechanics. / Simpson G. David // Dept. of Natural Sciences, Prince George's Community College, Largo, Maryland; Larry L. Simpson, Union Carbide Corporation (ret.), South Charleston, West Virginia. Last updated: 2020. – 360 p. Режим доступу: <http://www.pgccphy.net/1030/phy1030.pdf>.
8. Lindner A. Complete Course on Theoretical Physics: From Classical Mechanics to Advanced Quantum Statistics: Undergraduate Lecture Notes in Physics / A. Lindner, D. A. Strauch – Springer, ISBN 978-3-030-04359-9, 2018. – 655 p.
9. Taylor E. F. Spacetime Physics / E. F. Taylor, J. A. – Wheeler 2nd edition – W. H. Freeman, 1992. – 320 p.
10. Кучерук І.М. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик – К.: «Техніка», 1999. – 540 с.

1. Рівняння Максвела (в інтегральній і диференціальній формі), як узагальнення експериментальних фактів. Граничні умови, матеріальні рівняння.
2. Основні закони електростатики (в вакуумі та за наявності діелектриків). Магнітне поле в речовині, магнетики (пара-, діа- та ферромагнетики).
3. Електричні заряди та основні властивості (квантування, інваріантність, збереження заряду). Взаємодія електричних зарядів, рух зарядів в електромагнітному полі.
4. Постійний та змінний струм в лінійних колах. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Вільні та вимушені коливання в коливальному контурі.
5. Енергія електромагнітного поля, густина потоку енергії, імпульс та момент імпульсу електромагнітної хвилі.

6. Релятивістська інваріантність та чотиривимірне формулювання рівнянь електродинаміки.

Рекомендована література:

Основна

1. Азарєнков М. О., Булавін Л. А., Олефір В. П. Електрика та магнетизм: підручник. — Х. : ХНУ імені Каразіна, 2018. — 564 с.
2. Пономаренко С. М. Електрика та магнетизм. Збірник задач. — КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. — 156 с.
3. Feynman R., Lejton R., Sands M. [Lectures on physics. Vol. 2. Mainly Electromagnetism and matter](#). — New Millenium Edition. — Basic Books, 2010. — 566 p. — eprint: [CaltechandTheFeynmanLecturesWebsite](#).
4. Landau L. D., Lifshitz E. M. Theoretical physics : in 10 vols. Vol. 2. The classical theory of fields. — 4th ed. — Butterworth-Heinemann, 1994. — 270 p.

Додаткова

5. Griffiths D. J. Introduction to Electrodynamics. — Addison Wesley, 2012. — 625 с. — ISBN 0-321-85656-2.
6. Savelyev I. V. A General Course. Volume 3. Electricity and Magnetism, Waves, Optics. — Central Books Ltd, 1981. — 508 с. — ISBN 0714715980.
7. Crowell B. Electricity and Magnetism. — 2010. — 219 с.
8. Парновский С. Л. Електрика та магнетизм: додаткові матеріали до курсу. — ФТІ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — 24 с.

1. Геометрична оптика, основні закони. Основні співвідношення параксіальної оптики, тонка і товста лінза. Формули Ньютона і Гауса для ідеальної оптичної системи, співвідношення між лінійним, поперечним і кутовим збільшеннями. Лупа, мікроскоп, зорова труба.

2. Інтерференція електромагнітних хвиль (просторова та часова когерентність, інтерферометри та їх застосування).

3. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля та Фраунгофера. Дифракційні елементи (гратка, зонна пластинка, лінзи Френеля). Критерій Релея. Роздільна здатність оптичних приладів.

4. Поляризоване та природне світло, формули Френеля. Подвійне променезаломлення та оптично одноосні кристали, поляризаційні пристрої.

5. Розсіювання світла. Явище Мандельштама-Бріллюена, комбінаційне розсіювання.

6. Лазери (принцип дії та використання). Голографія.

7. Поширення хвиль в диспергуючому середовищі. Закони дисперсії (приклад), фазова та групові швидкості. Зв'язок дисперсії та поглинання.

8. Поширення хвиль в нелінійному середовищі. Ударні хвилі. Стаціонарні хвилі.

Рекомендована література:

Основна

1. Оптика: Практичний курс [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / В. В. Іванова, С. М. Пономаренко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.— 175 с.
2. Born M., Wolf E. Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light. — 7th ed. — CUP, 1999. — 952 p. — ISBN 0-521-64222-1.
3. І. О. Анісімов. Коливання та хвилі. — К.: «Київський університет», 2009. — 399 с.
4. G. B. Whitham Linear and Nonlinear Waves. — Wiley-Interscience; 1st edition , 1999. — 660 с. ISBN-13 : 978-0471359425, ISBN-10 : 0471359424.

Додаткова

5. Колобродов В. Г. Хвильова оптика. Частина 1. Електромагнітна теорія світла та інтерференція. Підручник. — К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 208 с.
6. Колобродов В. Г. Хвильова оптика. Частина 2. Дифракція і поляризація світла. Підручник. — К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. — 230 с.

1. Рівняння Шрьодінгера. Стаціонарні розв'язки. Квазикласичне наближення. Боровська модель атому.
2. Принцип невизначеності Гайзенберга. Невизначеності координата-імпульс та час-енергія. Умови одночасного вимірювання фізичних величин.
3. Принцип тотожності у квантовій механіці. Принцип Паулі. Ферміони та бозони.
4. Кристалічна будова твердого тіла. Енергетичні спектри електронів, фононів, магнонів (хвилі в періодичних структурах та теорема Блоха).
5. Зонна структура твердих тіл. Метали, напівпровідники, діелектрики.
6. Основні типу розпаду ядер. Реакції синтезу та поділення ядер.
7. Типи фундаментальних взаємодій у природі. Їх загальні характеристики. Адрони, лептони, переносники взаємодії. Квантові закони збереження.

Рекомендована література:

Основна

1. Кобушкін, О. П. Атомна фізика [Електронний ресурс] : [підручник] / О. П. Кобушкін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 2,81 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. — 310 с. — Назва з екрана
2. Кобушкін О. П. Квантова механіка [Електронний ресурс]: навчальний

посібник / О. П. Кобушкін; НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – Електронні текстові дані. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016. – 253 с.

3. Кобушкін, О. П. Збірник задач з квантової механіки [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. П. Кобушкін, Я. Д. Кривенко-Еметов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 670 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 110 с. – Назва з екрану;

4. Neil W. Ashcroft, N. David Mermin Solid State Physics Published 1976 by Cengage Learning;

5. L. D. Landau; E. M. Lifshitz (1977). Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory. Vol. 3 (3rd ed.). Pergamon Press. ISBN 978-0-08-020940-1. — 2nd ed. (1965)

Додаткова

6. Давидов, О.С. Квантова механіка, К.: Академперіодика, 2012, 706 с.

7. А.М.Федорченко Теоретична фізика. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика т.2 (в-тво “Вища школа” 1992 р.,1993 р.);

8. Otfried Madelung Introduction to Solid-State Theory (Springer Series in Solid-State Sciences), 1978 ISBN-13: 978-3540604433 ISBN-10: 354060443X.

9. А.У. Білий, Атомна фізика. Київ, «Вища школа». 1973.

1. Принципи термодинаміки: нульовий, перший та другий принцип, теорема Нернста. Рівняння стану.

2. Принцип екстремумів і термодинамічна рівновага. Термодинаміка фазових переходів I та II роду.

3. Дисипативні процеси. Явища дифузії, теплопровідності та внутрішнього тертя.

4. Статистичний зміст ентропії та 2-го принципу термодинаміки.

5. Розподіл Гіббса та вивід розподілу Максвелла-Больцмана.

6. Постулати статистичної фізики. Розподіл Гіббса та вивід розподілів Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна.

Рекомендована література

Основна

1. I. P. Bazarov. Thermodynamics. - New York. The Macmillan Company, 1964. - 288 p.

2. R.P. Feynman. Statistical Mechanics: a set of lectures. Advanced Book Classics (2 ed. Perseus Books, Reading, Mass., 1998) 354 p.

3. D. Kondepudi, I. Prigogine. Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures, Second Edition. - John Wiley & Sons, Ltd, 2015. - 523 p.

4. L.D. Landau, E.M. Lifshitz. Statistical Physics. Volume 5. 3rd Edition. - Butterworth-Heinemann, 1980. - 544 p. [ISBN 978-0-7506-3372-7](#).
5. Ryogo Kubo, Statistical mechanics : an advanced course with problems and solutions / Ryogo Kubo, in cooperation with Hiroshi Ichimura, Tsunemaru Usui, Natsuki Hashitsume (1965, 7th edit.1988).

Додаткова

6. L. P. Pitaevskii; E. M. Lifshitz (1980). Statistical Physics, Part 2. Vol. 9 (1st ed.). Butterworth–Heinemann. [ISBN 978-0-7506-2636-1](#).
7. А.М. Федорченко Теоретична фізика. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика т.2 (видавництво «Вища школа» 1992 ,1993);
8. В.Б. Кобилянський. Статистична фізика. – К.: Вища школа, 1972.
9. М.В. Дудик. Термодинаміка і статистична фізика (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. – Умань: ПП «Жовтий», 2015. – 132 с.

Розділ 2.

1. Поняття границі послідовності та функції. Критерій Коші існування границі. Граничний перехід у сумі, добутку, відношенні та у нерівностях. Число e .

2. Первісна та визначений інтеграл. Теорема Ньютона-Лейбніца. Застосування визначеного інтеграла для знаходження геометричних та фізичних величин (площ, об'ємів, центрів мас, моментів інерції тощо).

3. Поняття числового ряду та його суми. Абсолютна та умовна збіжності. Основні ознаки збіжності числових рядів

4. Степеневі ряди. Ряди Тейлора для найважливіших елементарних функцій

5. Локальні та глобальні екстремуми функції декількох змінних. Умовні екстремуми та алгоритм їх знаходження

6. Основні інтегральні формули аналізу (Гріна на площині, Остроградського – Гаусса та Стокса у просторі)

7. Основні диференціальні операції над векторними та скалярними полями. Інваріантна форма запису цих операцій. Потенціальні та соленоїдальні поля, критерії потенціальності та соленоїдальності

8. Неоднорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Їх розв'язок за допомогою формул Крамера та методу Гаусса

9. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Теорема Кронекера – Капеллі. Фундаментальна система розв'язків

10. Лінійні операції над матрицями та множення матриць. Обернена матриця та її знаходження

Матриця лінійного оператора та її перетворення при заміні базису. Власні вектори та власні значення матриці. Алгоритм їх пошуку.

11. Властивості власних векторів та власних значень симетричних матриць. Функції від матриць. Матрична експонента.

12. Лема Жордана. Обчислення невластних інтегралів за допомогою лишків.

$$\int_0^{2\pi} R(\sin x, \cos x) dx, \text{ v.p. } \int_{-\infty}^{\infty} R(x) dx, \text{ v.p. } \int_0^{\infty} f(x) e^{i\alpha x} dx$$

13. Дійсна та комплексна форма ряду Фур'є для періодичної функції, формули для знаходження коефіцієнтів.

14. Інтегральне перетворення Фур'є, його дійсна та комплексна форма. Косинус- та синус-перетворення Фур'є.

15. Лінійні диференціальні рівняння 1-ого порядку та рівняння Бернуллі.

16. Диференціальні рівняння типу однорідних та у повних диференціалах.

17. Побудова загального розв'язку однорідного лінійного диференціального рівняння із сталими коефіцієнтами вищого порядку. Знаходження частинних розв'язків для спеціальних правих частин неоднорідних рівнянь.

18. Диференціальні рівняння другого порядку, що припускають його зниження та методи їх розв'язування.

19. Метод Ейлера розв'язку систем лінійних диференціальних рівнянь із

сталими коефіцієнтами.

20. Лінійні та квазілінійні рівняння з частинними похідними першого порядку та їх розв'язок.

21. Метод відокремлення змінних на прикладі задачі про коливання струни.

22. Крайові задачі для рівняння Лапласа та Пуассона. Початкова та мішана задача для рівняння теплопровідності та хвильового рівняння.

23. Узагальнені функції та основні операції над ними (лінійні операції, диференціювання, прямий добуток, згортка, перетворення Фур'є).

24. Поняття ймовірності. Поняття дискретної та неперервної випадкової величини. Дискретний та неперервний розподіли Бернуллі та Гауса.

Рекомендована література:

Основна

1. Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика / Навч. посібник. – К.: «Вища Школа». – 1993. – 648 с.

2. Овчинников П.П., Михайленко В.М. Вища математика: підручник. У 2 ч. — К.: Техніка, 2003-2004. — 552/792 с.

3. Вища математика: основні означення, приклади і задачі. Навчальний посібник у 2-х кн. /Васильченко І.П., Данилов В.Я., Лобанов А.Т., Таран Є.Ю. — К.: Либідь, 1994. — Кн. 2.— 280 с.

4. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс] : навчальний посібник для інженерних спеціальностей, для студентів, які навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. І. М. Копась. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. — 126 с.

5. Рудавський Ю.К., Костробій П.П., Луник Х.П., Уханська Д.В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія / Навчальний посібник. — Л.: Видавництво Державного університету "Львівська політехніка", 1999. — 262 с.

6. Маркович Б.М. Рівняння математичної фізики / Навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка". 2008. – 366 с.

7. Єжов С.М. Теорія ймовірностей, математична статистика і випадкові процеси / Навчальний посібник для студентів фізичного факультету. — Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка (КНУ), 2001. – 140 с.

Додаткова

8. Шкіль М.І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч. Ч.1 – К.: Вища школа, 2005. – 477 с.

9. Шкіль М.І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч. Ч.2 – К.: Вища школа, 2005. – 510 с.

10. Лопушанська Г.П., Бугрій О.М., Лопушанський А.О. Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики / Підручник — Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. — 361 с.

11. Диференціальні рівняння: Підручник / А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк. — К.: Либідь, 2003. — 600 с.
12. Шкіль М.І., Лейфура В.М., Самусенко П.Ф. Диференціальні рівняння / Навчальний посібник. — К.: Техніка, 2003. — 368 с.
13. Овсієнко С.А., Мазорчук В.С., Головащук Н.С. Лінійна алгебра (матриці й детермінанти) / Навчальний посібник. — К.: Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2001. — 61 с.
14. Пукальський І.Д., Лусте І.П. Аналітична геометрія. Лінійна алгебра / Навчальний посібник. — Чернівці: Рута, 2007. — 244 с.
15. Вайсфельд Н.Д., Реут В.В. Рівняння математичної фізики / Навчально-методичний посібник. — Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2018. — 194 с.
16. Жерновий Ю.В. Теорія ймовірностей та математична статистика / Навчальний посібник. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка (ЛНУ), 2008. — 101 с.

Приклад типового завдання (Білет)

1. Дійсна та комплексна форма ряду Фур'є для періодичної функції, формули для знаходження коефіцієнтів.
2. Енергія електромагнітного поля, густина потоку енергії, імпульс та момент імпульсу електромагнітної хвилі.
3. Задача: На інтерферометр Фабрі – Перо, що складається з двох однакових дзеркал, падає пучок світла з довжиною хвилі $0,5 \text{ мкм}$. Інтерференційну картину спостерігають у фокальній площині лінзи діаметром $D = 2,5 \text{ см}$ з фокусною відстанню $f = 10 \text{ см}$, вона має вигляд концентричних кілець. Перше кільце має діаметр $d = 1 \text{ см}$. Оцінити максимальну роздільну здатність спектрального приладу в цих умовах.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

ВИКОРИСТАННЯ ДОПОМІЖНОГО МАТЕРІАЛУ

Під час відповідей на теоретичні питання користуватися додатковою літературою забороняється. Для розв'язання задачі дозволяється користуватися калькулятором.

Комп'ютер (портативний комп'ютер) повинен використовуватись лише для зв'язку з платформою дистанційного навчання Сікорський та (за потреби) для відеоконференц-зв'язку з екзаменаційною комісією.

Критерії оцінювання фахового іспиту для вступу на освітньо-наукову програму підготовки магістра «Прикладна фізика» за спеціальністю 105 “Прикладна фізика та наноматеріали”

Відповідь на кожне теоретичне питання фахового іспиту оцінюється за бальною шкалою за таким порядком:

- 32...34 – правильна, вичерпна відповідь, обсяг виконання 95-100%;
- 29...31 – повна відповідь (містить не менше 85% потрібної інформації);
- 26...28 – достатньо повна відповідь (містить не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);
- 22...25 – достатня відповідь (містить не менше 65% потрібної інформації або значні неточності);
- 20...21 – неповна, але задовільна відповідь (містить не менше 60% потрібної інформації або окремі помилки);
- 0...19 – незадовільна відповідь.

Оцінювання практичного запитання (задачі) фахового іспиту здійснюється за таким порядком:

- 30...32 – повне (обсяг виконання 95-100%), безпомилкове, відмінне розв'язання завдання;
- 27...29 – повне розв'язання завдання з несуттєвими похибками, містить не менше 85% потрібної інформації;
- 24...26 – розв'язання завдання з похибками, містить не менше 75% потрібної інформації;
- 21...23 – завдання виконане задовільно, з невеликими помилками, містить не менше 65% потрібної інформації;
- 19...20 – завдання виконане задовільно, з помилками, містить не менше 60% потрібної інформації;
- 0 ...18– завдання не виконано.

Кінцева кількість балів – сума балів, отриманих за відповіді на кожне з трьох вищезазначених питань. Максимальна кількість балів – 100. Мінімальна кількість балів, що дає право продовжувати участь у конкурсному відборі – 60.

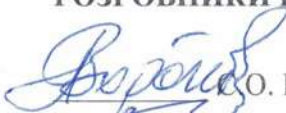
Отримана оцінка перераховується в оцінку за 200-бальною шкалою (100...200) згідно таблиці.

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

Якщо згідно РСО отримано менше 60 балів, оцінка за 200-бальною шкалою прирівнюється до нуля.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:



О. Воронов, професор кафедри прикладної фізики, д.т.н.




Г.С. Монастирський, доцент кафедри прикладної фізики, к. ф.-м.н



В.В. Іванова, доцент кафедри прикладної фізики, к.т.н.



Я.Д. Кривенко, доцент кафедри прикладної фізики, к. ф.-м.н.



С.М. Пономаренко, доцент кафедри прикладної фізики, к.ф.-м.н.



Г.О. Южакова, доцент кафедри математичних методів захисту інформації, к.ф.-м.н.



П.О. Наказной, ст. викладач кафедри математичного моделювання та аналізу даних

РЕКОМЕНДОВАНО

кафедрою прикладної фізики

Протокол № 3 від 13 березня 2024 р.

Завідувач кафедри ПФ



Геннадій МОНАСТИРСЬКИЙ