

Затверджую



Голова Приймальної комісії
Ректор

Михайло
ЗГУРОВСЬКИЙ

28.04.2023

дата

Навчально-науковий фізико-технічний інститут

повна назва факультету навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

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* від «*27*» «*03*» 2023 р.

Голова Вченої Ради

Новіков Олексій НОВІКОВ

ВСТУП

Програма комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Прикладна фізика» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» складена на основі відповідної бакалаврської освітньої програми.

Програма розроблена згідно з навчальними програмами нормативних навчальних дисциплін.

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

Комплексне фахове випробування здійснюється в письмовій формі. Кожне завдання містить три питання:

1. Теоретичне питання з математики (**максимальна кількість балів – 34**).
2. Теоретичне питання з фізики (**максимальна кількість балів – 34**).
3. Практичне питання (задача) з фізики (**максимальна кількість балів – 32**).

Тривалість комплексного фахового випробування – 3 (три) астрономічні години, перерви немає. Коли час, відведений на спробу, закінчується, система автоматично закривається, не відправлені завдання не зараховуються. Екзаменованій вільно розподіляє свій час між всіма завданнями.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Перелік теоретичних питань з фізики та математики

Розділ I. ФІЗИКА

Механіка

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 ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 364 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38392>.
2. Feynman R. P. The Feynman Lectures on Physics / Vol. 1. 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. Vol. 1. 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 ім. В. Н. Каразіна, 2013. – 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.pgcccphy.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. Том 1. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик – К.: в-во «Техніка», 1999. – 540 с.

Електродинаміка

1. Рівняння Максвелла (в інтегральній і диференціальній формі) як узагальнення експериментальних фактів. Граничні умови, матеріальні рівняння.
2. Основні закони електростатики (у 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. Азаренков М. О., Булавін Л. А., Олефір В. П. Електрика та магнетизм: підручник. – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2018. – 564 с.
2. Пономаренко С. М. Електрика та магнетизм. Збірник задач. – К.: 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: [Caltechand TheFeynman LecturesWebsite](#).
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. – К: ФТІ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 24 с.

Оптика та хвильові процеси

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 одновісні 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 групова 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. – К.: 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. – Київ: в-во «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. Ч. 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. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 230 с.

Квантова фізика

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 типи 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). – К.: 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. – К.: 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). – К.: 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 (ви-во “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: в-во «Вища школа», 1973.

Термодинаміка та статистична фізика

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 (К.: в-во «Вища школа» 1992, 1993).

8. В. Б. Кобилянський Статистична фізика, – К.: в-во «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 II. МАТЕМАТИКА

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 невласних 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 Гаусса.

Рекомендована література:

Основна

1. Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика/ Навч. посібник. – Київ: ви-во «Вища школа». – 1993. – 648 с.

2. Овчинников П. П., Михайленко В. М. Вища математика: підручник. У 2 ч. – Київ: ви-во «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. – Львів: в-во Державного університету "Львівська політехніка", 1999. – 262 с.

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

7. Єжов С. М. Теорія ймовірностей, математична статистика і випадкові процеси/ Навчальний посібник для студентів фізичного факультету. – К.: в-во «Київський національний університет імені Тараса Шевченка», 2001. – 140 с.

Додаткова

8. Шкіль М. І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч., Ч.1 – Київ: в-во «Вища школа», 2005. – 477 с.

9. Шкіль М. І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч., Ч.2 – Київ: в-во «Вища школа», 2005. – 510 с.

10. Лопушанська Г. П., Бугрій О. М., Лопушанський А. О. Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики / Підручник. – Львів: 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.: в-во «Техніка», 2003. – 368 с.

13. Овсієнко С. А., Мазорчук В. С., Головащук Н. С. Лінійна алгебра (матриці й детермінанти) / Навчальний посібник. – К.: в-во «Київський національний університет імені Тараса 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

1. Дійсна та комплексна форма ряду Фур'є для періодичної функції, формули для знаходження коефіцієнтів (**максимальна кількість балів – 34**).
2. Енергія електромагнітного поля, густина потоку енергії, імпульс та момент імпульсу електромагнітної хвилі (**максимальна кількість балів – 34**).
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 (**максимальна кількість балів – 32**).

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 комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Прикладна фізика» за спеціальністю 105 “Прикладна фізика та наноматеріали”

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

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

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

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

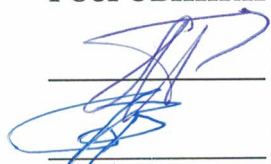
Отримана оцінка перераховується в оцінку за 200-бальною шкалою (100...200) згідно таблиці.

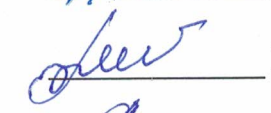
Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)


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

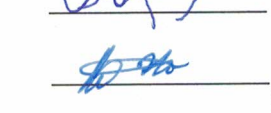
Якщо згідно РСО отримано менше 60 балів, оцінка за 200-бальною шкалою прирівнюється до нуля.


РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

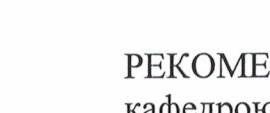
 Монастирський Г. Є., доцент кафедри прикладної фізики, к. ф.-м. н.

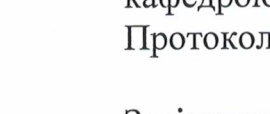
 Іванова В. В., доцент кафедри прикладної фізики, к. т. н.

 Гільчук А. В., доцент кафедри прикладної фізики, к. ф.-м. н.

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

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

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

 Наказной П. О., старший викладач кафедри математичних методів аналізу даних

РЕКОМЕНДОВАНО

кафедрою прикладної фізики.

Протокол № 3/1 від 22.03 2023 р.

Завідувач кафедри ПФ



Геннадій МОНАСТИРСЬКИЙ