

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Заступник голови Приймальної комісії  
проректор з наукової роботи**

**Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка**



**Ганна ТОЛСТАНОВА**

**2025 р.**

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ДО АСПРАНТУРИ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ Ф3 КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**  
на здобуття ступеня доктор філософії  
(третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти)

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ  
F ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**  
**ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА  
«КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»**

### Розробники програми:

1. Анісімов Анатолій Васильович, Академік НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри математичної інформатики (МІ);
2. Терещенко Василь Миколайович, Завідувач кафедри математичної інформатики (МІ), доктор фіз.-мат. наук, професор;
3. Крак Юрій Васильович, член-кор. НАН України, завідувач кафедри теоретичної кібернетики (ТК), доктор фіз.-мат. наук, професор;
4. Нікітченко Микола Степанович, професор кафедри теорії та технології програмування (ТТП), доктор фіз.-мат. наук, професор;
5. Пашко Анатолій Олексійович, професор кафедри теоретичної кібернетики (ТК), доктор фіз.-мат. наук, професор;
6. Марченко Олександр Олександрович, професор кафедри математичної інформатики (МІ), доктор фіз.-мат. наук, професор.

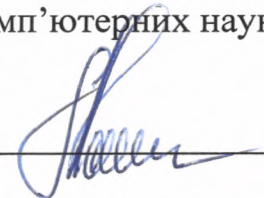
### УХВАЛЕНО

вченою радою факультету  
комп'ютерних наук та кібернетики  
«25» березня 2025 р., протокол № 12

### ВНЕСЕНО ЗМІНИ

вченою радою факультету  
комп'ютерних наук та кібернетики  
«24» червня 2025 р., протокол № 16

Голова вченої ради факультету  
комп'ютерних наук та кібернетики



**Олена КАШПУР**

Гарант освітньо-наукової програми  
«Комп'ютерні науки»



**Василь ТЕРЕЩЕНКО**

## 1. ТЕОРІЯ МНОЖИН

1. Основні операції над множинами; основні співвідношення. Прямий та узагальнений прямий добуток.
2. Потужність множин; порівняння множин; теорема Кантора-Бернштейна-Шредера.
3. Бінарні відношення; основні класи бінарних відношень: еквівалентності, часткові та лінійні порядки, функціональні відношення. Основні операції над бінарними відношеннями: теоретико-множинні операції, добуток, інверсія, замкнення.
4. Частково-впорядковані множини; основні класи: лінійно впорядковані, повністю впорядковані множини, повні решітки, решітки, піврешітки. Трансфінітна індукція.
5. Основні топологічні конструкції: топологія, засоби введення топологій, неперервність, конкретні топології, топологія Скотта.
6. Нечіткі множини, функції, операції та відношення на цих множинах. Багатосортні операції. Основні властивості операцій.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кривий С.Л. Дискретна математика (гриф МОН). Чернівці-Київ: Букрек. – 2017. – 567 с.
2. Трохимчук Р.М., Нікітченко М.С. Дискретна математика у прикладах та задачах. Навчальний посібник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2017. – 263 с.
3. Кривий С.Л. Дискретна математика: вибрані питання (гриф МОН). Видавн. дім «Києво-Могилянська академія». – 2007. – 571 с.
4. Базилевич Л.Є. Дискретна математика у прикладах і задачах: теорія множин, математична логіка, комбінаторика, теорія графів. – Математичний практикум. – Львів, 2013. – 486 с.
5. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А. та ін. Основи дискретної математики. – К., 2002.
6. Карнаух Т.О., Ставровський А.Б. Вступ до дискретної математики. – Київ, 2006. – 110 с.

## 2. АЛГЕБРАЇЧНІ СИСТЕМИ

1. Алгебраїчні системи (АС); найважливіші часткові випадки: алгебри, реляційні моделі.
2. Системи породжуючих та бази. Конгруенції. Гомоморфізми АС.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Сергієнко І.В., Кривий С.Л., Провотар О.І. Алгебраїчні аспекти інформаційних технологій. К.: Інтерсервіс, 2018. – 410 с.
2. Joseph J. Rotman. Advanced Modern Algebra. – 3 (Graduate Studies in Mathematics). – AMS, 2015. – 709 с. (англ.)
3. Thomas W. Hungerford. Algebra. – 8th Edition (Graduate Studies in Mathematics). – Springer, 2003. – Т. 73. – 504 с. (англ.)

## 3. ФОРМАЛЬНІ МОВИ І ГРАМАТИКИ

1. Природні та формальні мови; семантика та синтаксис. Способи завдання формальних мов: граматики та автомати. Класифікація граматик і мов.
2. Регулярні множини та вирази, праволінійні граматики, скінченні автомати: еквівалентність. Алгебра регулярних множин Кліні, замкненість класу регулярних множин. Основні алгоритмічні проблеми для регулярних множин.
3. Контекстно-вільні граматики та мови, автомати з магазинною пам'яттю: еквівалентність. Алгебра контекстно-вільних мов, замкненість класу контекстно-вільних мов. Основні алгоритмічні проблеми для контекстно-вільних мов.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman. Structures and Algorithms Stanford University: Stanford, California. 2001.
2. Базилевич Л.Є. Дискретна математика у прикладах і задачах: теорія множин, математична логіка, комбінаторика, теорія графів. — Математичний практикум. – Львів, 2013. – 486 с.
3. J. A. Anderson. Discrete Mathematics with Combinatorics. – Prentice Hall; Subsequent edition (January 1, 2003).
4. Кривий С.Л. Збірник задач з дискретної математики. – Чернівці-Київ: Букрек. – 2018. – 455 с.

5. Нікітченко М.С. Теоретичні основи програмування : навчальний посібник. – Ніжин: Видавництво НДУ імені Миколи Гоголя, 2010. – 121 с.
6. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка. Навчальний посібник. – К.: ВПЦ Київський університет, 2013. – 278 с.
7. J. Hopcroft, R.Motwani, J.Ulman. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Addison-Wesley Publishing Company. – 2006. – 560 p.

#### **4. ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ І МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА**

1. Інтуїтивні властивості алгоритмів. Формальні уточнення: частково рекурсивні функції; функції, що обчислюються на машинах з необмеженими регістрами; машини Тьюрінга і нормальні алгоритми Маркова.
2. Примітивно рекурсивні, рекурсивні, загально рекурсивні і частково рекурсивні функції. Рекурсивні та рекурсивно перераховні предикати.
3. Алгоритмічні проблеми: розв’язні, нерозв’язні і частково розв’язні. Приклади. Теореми Райса та Райса-Шапіро.
4. Обчислювальні функціонали: монотонність, неперервність. Приклади.
5. Теореми Кліні про нерухому точку обчислювальних функціоналів.
6. Алгебра логіки: булевські функції та їхня реалізація формулами; еквівалентність формул, нормальні форми; повнота та замкненість; теорема про повноту.
7. Числення висловлювань: тавтології, повні системи, зв’язок, аксіоматизації.
8. Теорії першого порядку: мова, інтерпретація, основні властивості теорій, теореми дедукції та повноти.
9. Формальна арифметика: теореми неповноти Геделя.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка Навчальний посібник. К.: ВПЦ Київський університет, 2013. – 278 с.
2. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
3. Кривий С.Л., Провотар О.І. Вступ до неklasичної логіки. Київ. – ВПЦ Київський університет. – 2010. – 212 с.
4. Провотар О.І. Конкретна алгоритміка. – К. Наукова думка, 2017. – 162 с.
5. Кривий С.Л. Дискретна математика. – Чернівці-Київ: Букрек. 2018. – 567 с.
6. S. Kryvyj, N. Sczygiol. Wybrane zagadnienia informatyki teoretycznej. – Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, 2010. – 408 s.
7. E. Mendelson. Introduction to Mathematical Logic. – Chapman and Hall/CRC; 5th edition. – 2009. – 494 p.

#### **5. АЛГОРИТМІКА**

1. Структури даних: списки, реберний список з подвійними зв’язками, стек, черга, зчеплена черга, куча, k-d-дерево, дерево відрізків, дерево інтервалів, граф, хеш-таблиця.
2. Геометричні структури: Діаграма Вороного, трангуляція Делоне.
3. Алгоритми сортування та їх часові оцінки. Швидке сортування.
4. Медіани та порядкові статистики. Мажоруючий елемент. Обробка послідовностей та підпослідовностей.
5. Динамічне програмування та жадібні алгоритми. Приклади.
6. Графи: методи представлення. Пошук в глибину та в ширину. Класифікація ребер. Топологічне сортування.
7. Графи: зв’язність, двозв’язність, сильна зв’язність.
8. Пошук циклів в графі. Ейлерів та Гамільтонів цикл.
9. Пошук найкоротших шляхів: алгоритми Дейкстри, Флойда-Уоршела. Алгоритм Беллмана - Форда.
10. Остовні дерева. Алгоритми Крускала та Пріма. Матриця Кірхгофа пошуку кількості остовних дерев.
11. Потоки та паросполучення. Задача про максимальний потік.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анісімов А.В. Модулярна арифметика великих чисел. – Київ: Академперіодика, 2001. –153 с.
2. Терещенко В.М. Аналіз методів розв'язання оптимізаційних задач обчислювальної геометрії. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2022. – 112 с.
3. Donald E. Knuth. Art of Computer Programming. Vol.1,2,3, Second Edition. – Stanford University: Addison-Wesley. 2014.
4. Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman. Structures and Algorithms. – Stanford University: Stanford, California. 2001.
5. J. A. Anderson. Discrete Mathematics with Combinatorics. – Prentice Hall; Subsequent edition (January 1, 2003).
6. Computational Geometry: Algorithms and Applications / Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars. – 3rd ed. – Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2008.
7. M.T. Goodrich, R. Tamassia, and M. Goldwasser, Data Structures and Algorithms in Python. – John Wiley and Sons, Inc., 2013.

## 6. МОВНІ ПРОЦЕСОРИ

1. Класифікація мов програмування: процедурно-орієнтовані, проблемно-орієнтовані, низького рівня та інші. Синтаксис і семантика.
2. Класифікація мовних процесорів: транслятори, інтерпретатори. Основні етапи трансляції: лексичний, синтаксичний та семантичний аналізи, оптимізація та генерація коду.
3. Синтаксичний аналіз: розбір знизу-вверх та зверху-вниз. Основні класи спеціальних граматик: LL(k)–, LR(k)–граматики.
4. Семантичні програми, генератор коду, методи оптимізації коду.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman. Structures and Algorithms. – Stanford University: Stanford, California. 2001.
2. Кривий С.Л. Скінченні автомати: Теорія, алгоритми, складність. – Чернівці-Київ: Букрек, 2020. – 427 с.
3. Кривий С.Л. Вступ до методів створення програмних продуктів. Київ: Національний університет «Києво-Могилянська Академія». – 2018. – 449 с.
4. Волохов В.М. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму побудови мовних процесорів з дисципліни «Системне програмування». – Київ: 2013. – 53 с.
5. Dominique Sportiche, Hilda Koopman, Edward Stabler. An Introduction to Syntactic Analysis and Theory. Published 2014 by J.Wiley and Sons, Ltd. – 2014. – 420 p.

## 7. МЕТОДИ ПРОГРАМУВАННЯ

1. Структурне програмування: суть і основні принципи, транслявання в структурні програми, структурний підхід в конкретних мовах програмування.
2. Функціональне програмування: суть і основні принципи, взаємне транслявання функціональних і імперативних програм. Переваги та недоліки, області застосування, функціональні мови програмування.
3. Логічне програмування: суть і основні принципи, хорнівська логіка, SLD-резолюція, повнота, адекватність. Переваги та недоліки, області застосування, мови логічного програмування.
4. Специфікація, верифікація, тестування програмного забезпечення.
5. Сучасні тенденції в методах програмування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сергієнко І.В., Кривий С.Л., Провотар О.І. Алгебраїчні аспекти інформаційних технологій. – К.: Інтерсервіс. – 2018. – 410 с.
2. Кривий С.Л. Вступ до методів створення програмних продуктів. Київ: Національний університет «Києво-Могилянська Академія». – 2018. – 449 с.
3. Формальні методи специфікації програм: навч. посіб. / А. Ю. Дорошенко, К. А. Жереб, Є. В. Іванов та ін. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2020. – 560 с.
4. Анісімов А.В., Дорошенко А.Ю., Погорілий С.Д., Дорогий Я.Ю. Програмування числових методів мовою Python. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. – 640 с.

5. Зубенко Л.Л., Омельчук Л.Л. Програмування : навчальний посібник (гриф МОН України) – К.: ВПЦ "Київський університет", 2011. – 623 с.
6. Лавріщева К.М., Нікітченко М.С., Омельчук Л.Л. Технологія програмування інформаційних систем. Підручник (гриф МОН України). – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2015. – 367 с.
7. Sandip Ray Scalable Techniques for formal Verification. – Springer. – 2010. – 236 p.
8. Clarc E., Hanzinger T.A., and other Handbook on Model Checking. - Springer Verlag. – 2018. – 1210 p.

## **8. ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА**

1. Геометричний пошук. Задача локалізації точки. Основні методи розв'язання: метод смуг, метод ланцюгів, метод деталізації триангуляції.
2. Геометричний пошук. Задача регіонального пошуку. Основні методи розв'язання: метод k-d-дерева, метод дерева регіонів, метод локусів.
3. Побудова статичної опуклої оболонки. Основні методи: метод Грехема, метод «швидкобол», метод «розділяй та пануй».
4. Побудова динамічної опуклої оболонки. Основні методи: опуклої оболонки: метод Препарата, метод Овермарса-ван Лювена.
5. Задачі близькості. Пошук найближчої пари методом «розділяй та пануй».
6. Задачі близькості. Побудова Діаграми Вороного методом «розділяй та пануй».
7. Обробка зображень. Фільтри: VOXFILTR, МЕДІАННИЙ ФІЛЬТР, ГАУСІВ ФІЛЬТР.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. F. Preparata and M.I. Shamos. Computational Geometry: An introduction. Springer-Verlag, Berlin, 1985 - 475 p.
2. Mark de Berg, Marc van Kreveld, Mark Overmars, Otfried Schwarzkopf. Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer Science & Business Media, 2013.
3. M.T. Goodrich, R. Tamassia, and M. Goldwasser, Data Structures and Algorithms in Python, John Wiley and Sons, Inc., 2013.
4. J.E. Goodman, J. O'Rourke. Handbook of Discrete and Computational Geometry. - Third edition. N.Y.: Taylor & Francis Group, LLC, 2018.
5. В.М. Терещенко, І.В. Кравченко, А.В. Анісімов. Основні алгоритми обчислювальної геометрії. К., 2002.
6. Терещенко В.М. Навчальний посібник «Аналіз методів розв'язання оптимізаційних задач обчислювальної геометрії» Видавничий центр "Київський університет" Київ, 2021, 160 с.
7. Терещенко В. Аналіз методів розв'язання задач геометричного пошуку. Навчальний посібник. - ВПЦ «Київський університет». – 2023. - 61 с. (Зав.ар.). [https://esc.knu.ua/media/filer\\_public/c7/83/c783a9ff-5591-4b2c-8ebfdce9bd4cb28/analiz\\_optim\\_240521\\_tereshchenko.pdf](https://esc.knu.ua/media/filer_public/c7/83/c783a9ff-5591-4b2c-8ebfdce9bd4cb28/analiz_optim_240521_tereshchenko.pdf).

## **9. АНАЛІЗ ДАНИХ**

1. Поняття даних. Типи даних. Типи шкал, їх особливості.
2. Методи статистичного аналізу даних.
3. Класифікація даних.
4. Формула Байеса. Алгоритм наївного байесівського класифікатора.
5. Дискримінантний аналіз.
6. Методи факторного аналізу. Метод головних факторів.
7. Метод головних компонент. Методи зниження розмірності.
8. Алгоритм k-найближчих сусідів.
9. Метод опорних векторів.
10. Дерево рішень.
11. Основні методи кластеризації.
12. Основні кроки алгоритму k-Means.
13. Алгоритми кластеризації (ієрархічна модель, BFR, CURE, GRGPF).
14. Алгоритми кластеризації для потокових даних.
15. Методи аналізу часових рядів. Модель типу ARMA.
16. Методи аналізу часових рядів. Модель типу ARIMA.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Марченко О.О., Россада Т.В. Актуальні проблеми Data Mining: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. Київ, 2017. -150 с.
2. Leskovec J. Mining of massive datasets. / Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J., 2019. – 603 p.
3. Руденко О. Г., Бодянський Є. В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. — Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. — 404 с.
4. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с.
5. Королук В.С., Боровських Ю.В. Асимптотичний аналіз розподілів статистик. – К.: Наукова думка, 1984. – 301 с.
6. Івашенко П.О., Семеняк І.В., Іванов В.В. Багатовимірний статистичний аналіз. – Харків: Основа, 1992. – 144 с.

## 10. ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

1. Бінаризація зображень. Алгоритм Кені. Алгоритм Оцу.
2. Лінійна і нелінійна корекція.
3. Згортка і фільтрація. Фільтри: BOXFILTR, МЕДІАННИЙ ФІЛЬТР, ГАУСІВ ФІЛЬТР.
4. Зв'язані компоненти.
5. Класифікація зображень, основні етапи отримання евристичних ознак. LOG, DOG, Ключові точки. Детектор Харіса.
6. Дескриптори ознак зображення: HOG, SURF, SIFT.
7. Нейромеревеві методи розв'язання задач комп'ютерного зору.
8. Виявлення об'єкта ( Object Detection). Методи.
9. Семантична сегментація, метрики ( Object Segmentatio). Методи.
10. Відслідковування об'єктів, оптичний потік (Object Tracking, optical flow).Методи.
11. Обробка природної мови. Основні задачі
12. Архітектури систем обробки природної мови.
13. Типізація природних мов. Вплив мовотворення на лексичну, синтаксичну та семантичну структуру мови
14. Морфологія, словники.
15. Регулярні вирази, нормалізація тексту, редакторська відстань.
16. N-грамні моделі мови.
17. Граматики залежностей та їх парсинг.
18. KB-граматики, їх розширення та парсинг.
19. Онтологічні бази знань.
20. Векторна семантика і векторизація. Текст, зв'язність тексту.
21. Іменовані сутності, розв'язання мовних посилань.
22. Нейромеревеві мовні моделі.
23. Машинний переклад.
24. Діалогові системи.
25. Здобуття інформації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010
2. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 452 p., 2015.
3. Yaser S. Abu-Mostafa. Learning from data, 215 p., 2017
4. Simon J.D. Prince. Computer Vision: Models, Learning, and Inference.- Cambridge: Cambridge University Press. - 567 p.- 2017.[ <http://www.cambridge.org/>].
5. Andrej Karpathy. The unreasonable effectiveness of recurrent neural networks. <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>, 2015. Online; accessed 11-December.
6. Dan Jurafsky and James H. Martin Speech and Language Processing. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>.
7. The Oxford Handbook of Computational Linguistics (2nd edn), Oxford Handbooks, 1392 p., 2022.
8. Партико З.В. Прикладна і комп'ютерна лінгвістика, Львів, «Афіша», 2008, - 221 с.
9. Волошин В.Г. Комп'ютерна лінгвістика: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2004. – 382 с.
10. Український правопис / Ін-т мовознавства ім. О.О. Потебні НАН України, Ін-т укр. мови НАН України. — К. : Наук. думка, 2007. — 288 с. Wordnet. <https://wordnet.princeton.edu/documentatio>

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Вступне випробування проводиться у письмовій формі. Питання у білетах оцінюються таким чином:

- 30 балів за теоретичне питання №1;
- 30 балів за теоретичне питання №2;
- 40 балів за практичне завдання.

Результуючий бал переводиться у 200-бальну шкалу (переведення відповідності балів вступного іспиту зі спеціальності до шкали 100-200 наведено у Таблиці 1). Загальний час, відведений на складання іспиту з фаху, не перевищує дві (астрономічні) години. Мінімальна позитивна оцінка іспиту з фаху складає 100 балів. Особи, які отримали на іспиті з фаху менше 100 балів, позбавляються права на участь у конкурсі на зарахування за обраною спеціальністю.

### **ВІДПОВІДІ НА ПИТАННЯ У БІЛЕТІ ОЦІНЮЮТЬСЯ ЗА ТАКИМИ КРИТЕРІЯМИ І БАЛАМИ:**

180-200 балів – «відмінно» – заслуговує вступник у разі глибокого розуміння теоретичних концепцій та прикладного аналізу завдання; відповідь повністю висвітлена та відповідає вимогам всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; чіткому володінню понятійним апаратом, методами та інструментами, передбаченими програмою дисципліни. У відповіді продемонстровано здібності у розумінні, викладі та використанні програмного матеріалу.

140-179 балів – «добре» – заслуговує вступник у разі чіткого представлення теоретичних вмінь і навичок у контексті спеціалізації; всі завдання повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками; відповідь демонструє виявлення знань основного програмного матеріалу, володіння теорією та необхідними методами, передбаченими програмою; вміння використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремі незначні помилки.

100-139 балів – «задовільно» – заслуговує вступник у разі здатності до самостійного виконання завдання з використанням базових знань; у відповіді присутні значні прогалини у знаннях основного програмного матеріалу: не досить упевнено володіє окремими поняттями, методами та теорією, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

0-99 балів – «незадовільно» – відповідь демонструє обмежене розуміння завдання і недостатню здатність застосовувати теоретичні знання та практику, що призводить до неправильних висновків та помилок у виконанні практичного завдання.

**Таблиця 1****Переведення балів вступного іспиту зі спеціальності до шкали 100–200**

<b>Бал за шкалою університету (100-бальна шкала)</b>	<b>Бал за шкалою 100–200</b>
90 – 100	180 – 200
75 – 89	140 – 179
60 – 74	100 – 139
0 – 59	0 – 99