

ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Навчально-науковий інститут фізики, математики та
комп'ютерно-інформаційних систем

Кафедра прикладної математики та інформатики

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
з виконання, оформлення та захисту
випускних робіт

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня

бакалавр, спеціаліст, магістр

за напрямом підготовки **«Прикладна математика»**

версія 1.5

УДК
ББК
XXX

Рецензенти:

Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту випускних робіт на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціаліст, магістр за напрямом підготовки «Прикладна математика» / Укладачі: к.ф.-м.н., доц. Богатирьов О. О., к.т.н. Красношлик Н. О.

Методичні рекомендації містять основні положення і вимоги по підготовці кваліфікаційних, дипломних та магістерських робіт для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Прикладна математика». У посібнику зібрано матеріал по формуванню структури і оформленню тексту випускної роботи, який проілюстровано численними прикладами. Подано рекомендації з підготовки доповіді та мультимедійної презентації для захисту роботи у Державній екзаменаційній комісії. Наведено зразки оформлення супровідних документів та критерії оцінювання випускних робіт.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ.....	
1.1 Мета виконання випускної роботи	
1.2 Структура та зміст роботи	
1.2.1 Тематика робіт	
1.2.2 Напрямок роботи	
1.2.3 Обсяг роботи	
1.2.4 Структура роботи.....	
1.3 Критерії оцінювання випускних робіт	
РОЗДІЛ 2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ	
2.1 Вимоги до структурних частин роботи	
2.2 Правила оформлення тексту випускної роботи	
РОЗДІЛ 3. ПРОЦЕДУРА ДОПУСКУ ТА ПІДГОТОВКА ДОКУМЕНТІВ ДО ЗАХИСТУ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ.....	
3.1 Процедура допуску студента до захисту.....	
3.2 Пакет супровідних документів на захист випускної роботи.....	
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПІДГОТОВЦІ ДОПОВІДІ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ НА ЗАХИСТ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ.....	
4.1 Підготовка доповіді	
4.2 Підготовка мультимедійної презентації.....	
4.2.1 Структура і об'єм мультимедійної презентації.....	
4.2.2 Формат і стиль слайдів	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	
ДОДАТКИ	
Додаток А. Титульний лист випускної роботи	
Додаток Б. Відгук керівника на випускну роботу	
Додаток В. Відгук рецензента на випускну роботу.....	
Додаток Г. Завдання на випускну роботу	
Додаток Д. Подання голові ДЕК	
Додаток Є. Заява про затвердження теми випускної роботи.....	

РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

1.1 Мета виконання випускної роботи

Написання випускної роботи підсумовує університетську підготовку фахівця за напрямом підготовки «Прикладна математика», свідчить про здібності студента аналізувати і вирішувати складні наукові, науково-дослідні та інженерно-прикладні задачі в області прикладної математики та її застосувань.

Основною метою виконання випускної роботи є систематизація, закріплення і поглиблення теоретичних знань зі спеціальних дисциплін та набуття навичок науково-дослідної та практичної діяльності.

Випускна робота являє собою самостійно виконане і закінчене наукове або прикладне дослідження з обраної теми, що містить системний виклад проведених студентом теоретичних і практичних досліджень, елементи наукової новизни та має практичне значення. Оформлюється вона у вигляді спеціально підготовленого рукопису українською мовою. Дана праця є **кваліфікаційним документом**, на підставі якого Державна екзаменаційна комісія (ДЕК) визначає рівень професійної підготовки випускника, його готовність до самостійної роботи за фахом і приймає рішення про присвоєння відповідної кваліфікації і видачу диплома державного зразка.

1.2 Структура та зміст роботи

1.2.1 Тематика робіт

Процес підготовки випускної роботи починається з визначення теми. Вона повинна відповідати профілю випускаючої кафедри, який охоплює широке коло проблем з прикладної математики, інформатики та комп'ютерних технологій. При визначенні теми випускної роботи слід враховувати, що обрана тема має бути актуальною у науковому або практичному аспекті, а сама робота обов'язково повинна передбачати створення програми (або програмного продукту).

Тема роботи закріплюється за студентом на початку навчального року на підставі письмової заяви (Додаток Є). Обрані теми випускних робіт студентів затверджуються на засіданні вченої ради інституту (навчально-наукового інституту фізики, математики та комп'ютерно-інформаційних систем). Остаточне закріплення за студентом теми, наукового керівника і рецензента оформлюється у вигляді наказу ректора по університету.

У процесі виконання випускної роботи тема може бути уточнена або змінена за погодженням з науковим керівником, але не пізніше, ніж за 2 місяці до захисту.

1.2.2 Напрямок роботи

В залежності від обраної теми студенти повинні дотримуватися одного з наступних напрямів випускної роботи:

Роботи з комп'ютерного моделювання об'єктів/процесів. Робота даного напрямку повинна містити огляд стану наукової проблематики, якій вона присвячена, виведення основних результатів, порівняння цих результатів із раніше отриманими результатами; наявність частини роботи, присвяченій

математичному моделюванню освітлюваних у роботі проблем чи процесів. Основним здобутком таких робіт є наукова новизна результатів, отриманих в результаті самостійного наукового дослідження, проведеного студентом. Бажана наявність наукових публікацій за темою роботи.

Роботи з розробки програмного забезпечення. Результатом робіт даного напрямку є програмний продукт, який повинен задовольняти вимогам до сучасного програмного забезпечення, що висуваються відповідними стандартами. Робота повинна містити огляд програмних продуктів аналогічного призначення з описом відповідних відмінностей і (або) однакових можливостей; аналіз предметної області, для якої продукт призначений; опис моделі даних, основних алгоритмів та елементів інтерфейсу програмного продукту. Бажана наявність акту про впровадження програмного продукту. Дистрибутив (виконуваний файл) продукту є невід'ємною частиною роботи.

1.2.3 Обсяг роботи

Обсяг **основного тексту** випускної роботи за напрямом підготовки «Прикладна математика» має становити:

- для кваліфікаційної роботи 25-35 сторінок;
- для дипломної роботи 30-40 сторінок;
- для магістерської роботи від 40 сторінок.

До основного тексту роботи слід відносити кількість сторінок до списку використаної літератури.

1.2.4 Структура роботи

Структура випускної роботи має такий вигляд:

- титульний аркуш;
- зміст;
- перелік умовних позначень (за необхідності).
- вступ;
- основна частина;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки (за необхідності).

У **вступі** розкривається тема роботи, її значимість, необхідність дослідження і актуальність. Крім того, в ньому повинні міститися загальні відомості та коротка характеристика роботи з виділенням таких елементів:

- актуальність теми;
- мета і завдання дослідження;
- об'єкт і предмет дослідження;
- методи дослідження;
- практичне значення одержаних результатів;
- апробація результатів роботи.

Основна частина роботи складається із розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів.

Зміст основної частини залежить від напрямку роботи.

У роботах **з комп'ютерного моделювання** мають бути наявні наступні складові частини дослідження:

- дослідження об'єкту/процесу моделювання (наводяться загальні відомості про об'єкт або процес моделювання і змістовна постановка задачі);
- побудова (або опис) математичної моделі та її класифікація;
- вибір методу розв'язування поставленої задачі (наводиться аналіз/огляд існуючих методів розв'язування задач даного класу і обґрунтування вибору конкретного методу);
- побудова і реалізація обчислювального алгоритму;
- проведення обчислювальних експериментів (наводиться детальний опис проведених експериментів);
- інтерпретація та аналіз отриманих результатів, їх порівняння з аналогічними результатами вітчизняних і зарубіжних дослідників.

У роботах **з розробки програмного забезпечення** мають бути наявні наступні складові частини дослідження:

- мета розробки програмного забезпечення (ПЗ);
- вимоги до створюваного ПЗ;
- вибір засобів для створення ПЗ (наводиться аналіз/огляд існуючих засобів розробки ПЗ даного класу і обґрунтування вибору одного з них);
- опис створеного ПЗ (наводиться опис складових частин, інтерфейсу і функціональних можливостей створеного ПЗ);
- результати тестування ПЗ.

У загальних **висновках** коротко оцінюють стан і важливість проведеного дослідження, розкривають методи розв'язування поставленої проблеми, виділяють найбільш важливі отримані наукові (теоретичні) та практичні результати.

1.3 Критерії оцінювання випускних робіт

Система оцінювання кваліфікаційних, дипломних та магістерських робіт, які виконуються на кафедрі прикладної математики та інформатики:

Таблиця 1. Критерії оцінювання

№	Основні складові оцінки	Кількість балів
1	Складність роботи Оцінюються такі характеристики: <ul style="list-style-type: none">– часові трудовитрати на виконання роботи;– необхідність самостійного вивчення нових методів, мов/технологій/середовищ програмування;– алгоритмічна складність розв'язуваної проблеми/задачі;– актуальність теми дослідження;– дослідницький характер роботи, наявність елементів наукової новизни;– обґрунтованість отриманих результатів.	30 балів

2	<p>Текст роботи Оцінюються такі характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> – якість оформлення тексту роботи; – відповідність вимогам оформлення випускових робіт; – послідовність і логічність викладу основного матеріалу; – відсутність плагіату; – наявність огляду відомих результатів, близьких до теми роботи; – наявність і коректність посилань на джерела інформації; – наявність і своєчасність оформлення супровідних документів. 	30 балів
3	<p>Захист роботи Оцінюються такі характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проголошена доповідь і захист роботи; – якість підготовленої презентації; – чіткість, логічність, послідовність і грамотність доповіді; – наочність прикладів/ілюстрацій роботи розробленого програмного забезпечення; – вичерпність відповідей, вільне володіння матеріалом. 	30 балів
4	<p>Публікації та участь у конференціях</p> <ul style="list-style-type: none"> – участь у всеукраїнській конференції (3 бали); – участь у міжнародній конференції в Україні (4 бали); – участь у міжнародній конференції за кордоном (5 балів); – публікація у фахових виданнях (8 балів); – публікація в академічних виданнях (12 балів); – публікація у зарубіжних виданнях (16 балів); – публікація у зарубіжних виданнях з імпакт-фактором (20 балів); – публікація в інших виданнях (6 балів); – навчально-методичні посібники (15 балів); – наявність завіреного підписом і печаткою акту впровадження розробленого програмного забезпечення (5 балів). 	10 балів

РОЗДІЛ 2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

2.1. Вимоги до структурних частин роботи

Титульний лист

Титульний лист випускної роботи оформлюється за встановленою формою (додаток А).

Зміст

Зміст подають на початку роботи. Він повинен містити назви та номери початкових сторінок усіх розділів, підрозділів, пунктів та підпунктів випускної роботи.

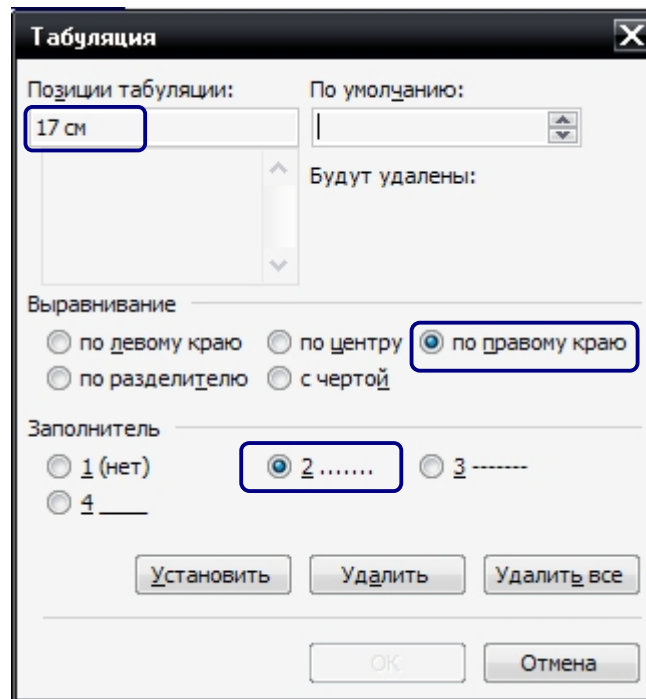
Приклад 2.1 Зміст випускної роботи

ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ТА ТРАДИЦІЙНЕ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ N-ТІЛ	6
1.1 Математична постановка задачі	6
1.2 Задача двох тіл	7
1.3 Задача трьох тіл.....	7
1.4 Чисельний метод розв'язування задачі N -тіл	8
1.5 Класичний метод розрахунку результуючої сили	10
РОЗДІЛ 2. АЛГОРИТМ БАРНСА-ХАТА	12
2.1 Призначення та загальна ідея алгоритму.....	12
2.2 Опис основних етапи алгоритму Барнса-Хата	13
2.2.1 Побудова дерева з тіл.....	14
2.2.2 Розрахунок результуючої сили.....	16
2.2.3 Час виконання програми	18
2.3 Розпаралелювання алгоритму Барнса-Хата	19
2.3.1 Паралельне обчислення сил і переміщення	21
2.3.2 Паралельна побудова дерева та синхронізація потоків.....	22
РОЗДІЛ 3. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ	23
3.1 Визначення похибки.....	23
3.2 Графічна візуалізація	25
3.3 Результати комп'ютерного моделювання	27
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41
ДОДАТОК А	42
ДОДАТОК Б	43

Рекомендація: Нумерацію сторінок у змісті вирівнюють за допомогою табуляції, для цього необхідно виконати наступні дії:

1) встановити: *позиція табуляції* – 17 см, *вирівнювання* – по правому краю, *заповнювач* – «2»;

2) у поточному рядку набрати назву розділу, потім натиснути клавішу «Tab» і набрати номер сторінки.



Перелік умовних позначень

Перелік умовних позначень подається в роботі у вигляді окремого списку, коли вжито специфічну термінологію, а також використано маловідомі скорочення, нові символи, позначення і таке інше. Друкується цей перелік двома колонками, в яких зліва за абеткою наводять скорочення, а справа – їх детальне розшифрування.

Приклад 2.2 Перелік умовних позначень

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- a_i – прискорення i -го тіла, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$
 G – гравітаційна стала ($\approx 6.67384(80)10^{-11}$), $\text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
 h – крок дискретизації за часом, с
 m_i – маса i -го тіла, кг
 t – час, с
 v_i – швидкість i -го тіла, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

Якщо в роботі використовуються спеціальні терміни, позначення чи символи, які повторюються менше трьох разів, перелік умовних позначень не складають, а їх розшифрування наводять у безпосередньо у тексті при першому згадуванні.

Приклад 2.3 Розшифрування скорочень у роботі

Однією з найбільш поширених є кросплатформена технологія OpenMP (Open Multi-Processing).

Вступ

У вступі обґрунтовується необхідність проведення дослідження, розкривається ступінь розробки проблеми і значущість теми, підстави і вихідні дані для її дослідження. Для цього подається загальна характеристика випускної роботи у такій послідовності:

Актуальність теми визначається шляхом об'єктивного критичного аналізу розробки теми. Обґрунтування актуальності теми, доцільності її вивчення має бути небагатослівним. Тут важливо вказати на головне, тобто на те, що розкриває сутність проблеми.

Приклад 2.4 Актуальність теми

Актуальність теми. Задача N -тіл на протязі сторіч привертала увагу багатьох вчених. Аналітично була повністю розв'язана задача двох тіл. Крім того відомими вченими Ейлером та Лагранжем були знайдені п'ять розв'язків задачі трьох тіл для певних випадків їх початкового розміщення. Зацікавленість задачею постійно зростала, але було доведено, що навіть задача трьох тіл не може мати точного аналітичного розв'язку.

Необхідність розв'язання цієї задачі для розвитку науки та розвиток комп'ютерних технологій призвели до появи чисельних методів розв'язування поставленої задачі. Однак дані методи вимагали багато часу для обчислень. Найбільше часу займав розрахунок сил, що діяли на кожне з тіл. Барнс та Хат запропонували прискорений алгоритм обрахунку цієї сили.

У наш час розвиток обчислювальної техніки полягає у збільшенні кількості ядер процесора. Такі зміни дозволяють процесору одночасно (паралельно) виконувати декілька задач. Тепер, щоб бути ефективнішою, програма має можливість залучати до роботи декілька потоків одночасно. Існує велика кількість прикладних програмних інтерфейсів (API) що дозволяють створювати багатопоточні програми. Однією із найбільш поширених є кросплатформена технологія OpenMP (Open Multi-Processing).

Саме такий метод дозволяє збільшити ефективність алгоритму чисельного розв'язування задачі N -тіл і дозволить широко використовувати його для моделювання процесів руху тіл у Всесвіті, прогнозування зіткнень галактик і багато іншого.

Мета і завдання дослідження. Формулюється мета роботи і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.

Мета – це кінцевий результат, на досягнення якого спрямоване дослідження. Вона повинна бути сформульована таким чином, щоб указувати на об'єкт і предмет дослідження.

Завдання дослідження формулюють зрозуміло, стисло і конкретно та подають у формі переліків, які доцільно починати зі слів: «проаналізувати...», «дослідити...», «вивчити...», «розглянути...», «реалізувати...», «розробити...», «створити...», «встановити...», «провести...», «з'ясувати...», «оцінити...» і т. д. При викладені задач дослідження слід дотримуватись логічної послідовності дій, спрямованих на досягнення поставленої мети.

Мета і завдання дослідження повинні обов'язково бути досягнутими.

Приклад 2.5 Мета і завдання дослідження

Метою даної роботи є розробка та реалізація ефективного методу розпаралелювання алгоритму Барнса-Хата розв'язування задачі N -тіл з урахування можливостей сучасних багатоядерних процесорів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- 1) провести огляд існуючих методів розв'язування задачі N -тіл;
- 2) розглянути сучасні технології паралельних обчислень;
- 3) реалізувати послідовні програми для чисельного розв'язування задачі N -тіл;
- 4) розробити та реалізувати метод розпаралелювання алгоритму Барнса-Хата;
- 5) дослідити ефективність роботи паралельного алгоритму Барнса-Хата для різної кількості потоків;
- 6) провести комп'ютерне моделювання руху тіл при зіткненні галактик, використовуючи створену програму.

Об'єкт дослідження – це процес або явище, що породжує проблему й обране для дослідження.

Предмет дослідження деталізує конкретну проблему, його виділяють у межах об'єкта як складову частину, певну грань або сторону.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. Предмет дослідження має визначати його тему і становити основний інтерес дослідника.

Приклад 2.6 Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є чисельні методи розв'язування задачі N -тіл.

Предметом дослідження виступає паралельний алгоритм Барнса-Хата обрахунку гравітаційних сил у задачі N -тіл.

або

Об'єктом дослідження є процес росту фрактального кластера при дифузійно-обмеженій агрегації (Diffusion Limited Aggregation).

Предметом дослідження виступає комп'ютерна 2D-модель агрегації, обмеженої дифузією.

Методи дослідження. Перераховують використані наукові методи та змістовно визначають, що саме досліджувалось кожним методом. Вибір методів повинен логічно впливати із змісту роботи, адекватно розкривати об'єкт і предмет дослідження та забезпечити достовірність отриманих результатів і висновків.

Приклад 2.7 Методи дослідження

Методи дослідження. У процесі виконання випускної роботи використовувалися теоретичні відомості з небесної механіки (при постановці задачі N -тіл), метод Рунге-Куты 4-го порядку (для чисельного розв'язування задачі N -тіл), методологія паралельних обчислень (для розробки і реалізації паралельного алгоритму Барнса-Хата), методи й прийоми алгоритмічного програмування (для розробки дослідницьких програм).

Практичне значення одержаних результатів. Надаються відомості про використання результатів досліджень або рекомендації щодо їх можливого використання. Відзначаючи практичну цінність одержаних результатів, необхідно подати інформацію про ступінь їх готовності до впровадження або застосування.

Відомості про впровадження результатів досліджень необхідно подавати із зазначенням найменувань організацій, в яких здійснено впровадження, форм реалізації та реквізитів відповідних документів

Приклад 2.8 *Практичне значення одержаних результатів*

Практичним результатом роботи є розробка на мові C++ в середовищі MS Visual Studio 2012 програмного забезпечення для розв'язування задачі N -тіл, оптимізованого для застосування на сучасних багатоядерних та багатопроцесорних обчислювальних системах. При використанні 4-ядерного процесора прискорення становить приблизно 3,5 рази.

або

Практичним результатом випускної роботи є розроблений програмний продукт, який використовується на ВАТ «Квантор» (м. Черкаси), що підтверджено відповідним актом впровадження.

Апробація результатів роботи. Зазначається, на яких конференціях, семінарах, засіданнях було обговорено результати дослідження. При цьому зазначається тема, місце й дата проведення конференції. Вказується, у скількох статтях (тезах) опубліковані результати роботи.

Приклад 2.9 *Апробація результатів роботи*

Основні результати роботи були представлені на XVI Всеукраїнській студентській науковій конференції «Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях студентської молоді», м. Черкаси, 24-25 квітня 2014 р.

Основна частина

Випускна робота складається з розділів, підрозділів (нумерація складається з двох чисел, відокремлених крапкою), пунктів (нумерація – з трьох чисел), підпунктів (нумерація – з чотирьох чисел).

Розділ може мати, крім основного тексту, коротку передмову, в якій описують вибраний напрям та обґрунтовують застосовані в ньому методи дослідження. Кожен розділ доцільно завершувати докладними висновками.

Перший розділ може бути присвячено з'ясуванню основних етапів розвитку наукової думки з тієї проблеми, яку розв'язує автор. Цей розділ являє собою критичне висвітлення здобутків попередників. Важливо при цьому окреслити ті питання, які лишилися невирішеними й тим самим умотивували необхідність проведення власного дослідження. Загальний обсяг цього розділу не повинен перевищувати 20% обсягу основної частини.

У **наступних розділах** зазвичай обґрунтовують методологію і розробляють методику проведення дослідження, викладають спостереження, узагальнення й результати власних досліджень відповідно до напрямку роботи.

Виклад матеріалу у розділах роботи мусить бути підпорядкований провідній ідеї (концепції, теорії), визначеній автором.

Висновки

Висновки містять викладення найважливіших наукових та практичних результатів, одержаних у результаті проведеного дослідження. У висновках необхідно наголосити на кількісних і якісних показниках отриманих результатів, обґрунтуванні їх достовірності, на методах розв'язання поставленої задачі, їх практичному аналізі, порівнянні з вже відомими розв'язками та навести рекомендації щодо використання одержаних результатів.

Пункти висновків мають бути лаконічними, змістовними, без нагромодження подробиць і часткових узагальнень. Вони повинні читатися і сприйматися легко й однозначно. Доцільно пункти висновків нумерувати.

Приклад 2.10 Висновки

ВИСНОВКИ

Відсутність аналітичного розв'язку задачі N -тіл змушує вчених звертатися до методів чисельного розв'язування цієї задачі. Темпи розвитку науки спонукають до пошуку та реалізації алгоритмів, які розв'язують поставлену задачу за найменший час.

У кваліфікаційній роботі досліджено алгоритм Барнса-Хата для чисельного розв'язування задачі N -тіл, який дозволяє значно оптимізувати обчислення. Розроблено метод паралельної реалізації даного алгоритму для багатоядерних процесорів.

Основні результати проведеної роботи полягають у наступному.

1. Наведено огляд аналітичних методів розв'язування задачі N -тіл при $N = 2$ і $N = 3$ та представлено аналіз існуючих обчислювальних методів розв'язування даної задачі.

2. Розглянуто різні технології організації паралельних обчислень на системах зі спільною пам'яттю.

3. Реалізовано дослідницькі програми мовою програмування C для чисельного розв'язування задачі N -тіл методом Рунге-Куты 4-го порядку та з використанням послідовного алгоритму Барнса-Хата. Для візуалізації результатів комп'ютерного моделювання використана графічна бібліотека OpenGL.

4. Розроблено та реалізовано паралельний алгоритм Барнса-Хата за допомогою технології OpenMP. Запропонована паралельна версія програми свідчить про можливість використання паралельних обчислень при розв'язуванні задач даного класу.

5. Проведено серію обчислювальних експериментів та здійснено аналіз ефективності роботи паралельного алгоритму Барнса-Хата. Результати обчислювальних експериментів свідчать, що при використанні 4-ядерного процесора отримане прискорення становить приблизно 3,5 рази.

6. Наведено результати комп'ютерного моделювання динаміки руху тіл при зіткненні галактик.

Список використаних джерел

Список використаних джерел розміщують у *алфавітному порядку* прізвищ перших авторів або заголовків.

Опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи: ДСТУ ГОСТ 7.1: 2006 [Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги і правила складання. Система стандартів з інформації, бібліотечної і видавничої справи] (ГОСТ 7.1-2003, IDT).

Зауваження: У список використаних джерел не включаються ті джерела, на які фактично не було посилань в тексті роботи.

Бібліографічний опис – це сукупність бібліографічних відомостей про документ (автор, назва документу, місце і рік видання, загальна кількість сторінок тощо), записаних за певними правилами й призначена для його ідентифікації та загальної характеристики.

Бібліографічний опис складають безпосередньо за друкованою роботою або виписують з каталогів і бібліографічних покажчиків.

Далі наведено зразок оформлення бібліографічного опису окремих джерел:

Книга (якщо один автор):

Культин Н. Б. Основы программирования в Microsoft Visual C++ / Н. Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 384 с.

Книга (якщо два або три автори):

Формалев В. Ф. Численные методы / Формалев В. Ф., Ревизников Д. Л. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 400 с.

Gould N. An Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems / N. Gould, J. Tobochnik, W. Christian. – [3-rd ed.]. – Addison-Wesley, 2006. – 796 p.

Книга (якщо більше чотирьох авторів):

Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / [В. Н. Ашихмин и др.] ; под ред. П. В. Трусова. – М.: Университетская книга, Логос, 2007. – 440 с.

Стаття (якщо один автор):

Маркеев А. П. Задача трёх тел и её точные решения // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 9. – С. 112-117.

Стаття (якщо два автори):

Mazhukin V. Solution of the multi-interface Stefan problem by the method of dynamic adaptation / V. Mazhukin, M. Chuiko // Comput. Meth. Appl. Math 2. – 2002. – P. 283–294.

Електронний ресурс (у мережі Internet)

Amateur astronomy [Електронний ресурс] : вікіпедія. – Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Amateur_astronomy. – Назва з екрану.

Приклад 2.11 Список використаних джерел

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мэтьюз Д. Численные методы. Использование MATLAB / Д. Г. Мэтьюз, К. Д. Финк ; пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
2. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : [учеб. пособие] / Пантелеев А.В., Летова Т.А. – [2-изд.]. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.
3. Barnes-Hut Galaxy Simulator [Електронний ресурс] // Курс 126 Комп'ютерних наук Принстонського університету. – Режим доступу: <http://introcs.cs.princeton.edu/java/assignments/barnes-hut>. – Назва з екрану.

Рекомендація: *Кількість літературних джерел* у списку має бути не менше 7 посилань для кваліфікаційних та дипломних робіт, і не менше 15 – для магістерських.

Додатки

У додатках доцільно розміщати допоміжний матеріал:

- проміжні математичні доведення, формули та розрахунки;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- інструкції, методи, описи алгоритмів і комп'ютерних програм;
- допоміжні ілюстрації;
- документи, що свідчать про впровадження результатів дослідження.

Додатки слід оформлювати як продовження роботи на її наступних сторінках, або у вигляді окремої частини, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті роботи.

Кожний додаток починають з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої повинно бути надруковано слово «Додаток» і велика літера, що позначає додаток. Додаток позначається великими літерами послідовно, у відповідності до українського алфавіту за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь.

Текст кожного додатка може бути поділений на розділи й підрозділи, які нумерують у межах кожного додатка, наприклад: В.2.7 – сьомий підрозділ другого розділу додатку В. Ілюстрації, таблиці та формули нумеруються в межах кожного додатку, наприклад: рис. В.1.3 – третій рисунок першого розділу додатку В; (Б.7) – сьома формула додатку Б. і т. д.

Додатки повинні мати спільну з рештою роботи наскрізну нумерацію сторінок.

Приклад 2.12 Додаток, який містить лістинг програми

ДОДАТОК Б Реалізація паралельного алгоритму Барнса-Хата

Функція, призначена для паралельного додавання тіла *body* у дерево тіл.

```
void add_body(node_t *node, const body_t body, const point_t min, const point_t max){
    omp_set_lock(&node->lock);
    if ( node->mass < EPS ){
        memcpy ( node, &body, sizeof(body_t) );
        node->is_body = true;
        omp_unset_lock(&node->lock);
        return;
    }
    if ( node->is_body ){
        node->is_body = false;
        push_to_children( node, *node, min, max );
    }
    node->x += node->mass;
    node->y += node->mass;
    node->x += body.x * body.mass;
    node->y += body.y * body.mass;
    node->mass += body.mass;
    node->x /= node->mass;
    node->y /= node->mass;
    push_to_children(node, body, min, max );
    omp_unset_lock(&node->lock);
}
```



ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«НОВОБУД»

18023, м. Черкаси, вул. Смілянська 873
тел.: (0472) 61-15-34
факс: (0472) 61-16-87
e-mail: novobud@ukr.net

№ 61-43
від « 12 » травня 2014 р.

АКТ

про впровадження результатів дипломної роботи
студента групи ПМ-5
Черкаського національного університету ім. Б. Хмельницького
Петренка Петра Петровича

Розроблене Петренком П. П. програмне забезпечення використовується у діяльності ВАТ «Новобуд» для забезпечення зберігання, доступу та обміну конфіденційною інформацією у локальній мережі підприємства.

Застосування створеного Петренком П. П. програмного забезпечення дозволило:

- забезпечити надійність зберігання конфіденційної інформації;
- підвищити швидкість доступу до конфіденційної інформації;
- автоматизувати процес обміну інформацією з перевіркою відсутності стороннього втручання.

Запропоноване програмне забезпечення відповідає всім заявленим ВАТ «Новобуд» вимогам, зокрема має зручний і сучасний інтерфейс, та розроблене з використанням новітніх хеш-функцій.

Голова правління



І. І. Іванов

2.2. Правила оформлення тексту випускної роботи

Випускну роботу готують з використанням тестового процесора MS Word 2007/2010/2013.

Загальні вимоги

Розмір аркушу – А4 (210×297 мм), **орієнтація** – книжна.

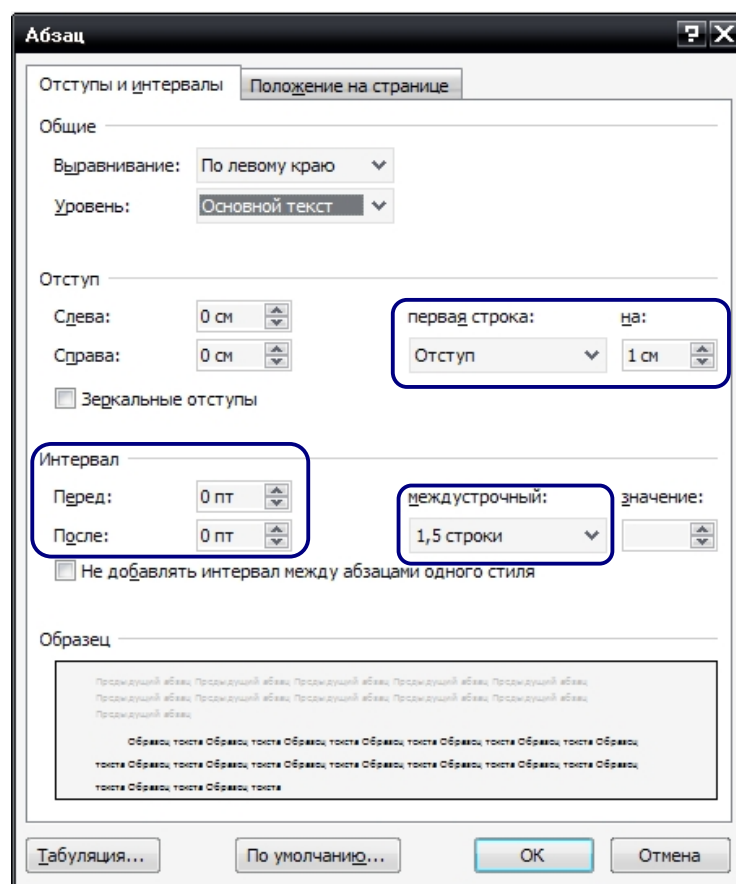
Поля: ліве – 30 мм; праве – 10 мм; верхнє – 20 мм; нижнє – 20 мм.

Відступи та інтервали для *основного тексту*: відступ (абзац) – 1 см, інтервал перед – 0 пт, інтервал після – 0 пт, міжрядковий інтервал – 1,5.

Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту.

Вирівнювання тексту – по ширині.

Приклад 2.14 Відступи та інтервали



Шрифт: Cambria 14 пт – для *основного текста*, Consolas 10 пт – для *фрагментів програм* безпосередньо у тексті роботи; Consolas 8 пт – для *повного лістингу програм*, що подається у Додатках.

Приклад 2.15 Шрифт

Розглянемо тепер саму функцію обрахування сил, які діють на тіло. Вона приймає в якості аргументів тіло, для якого обраховуються сили, та поле, створене під час попередньої функції вставки.

```

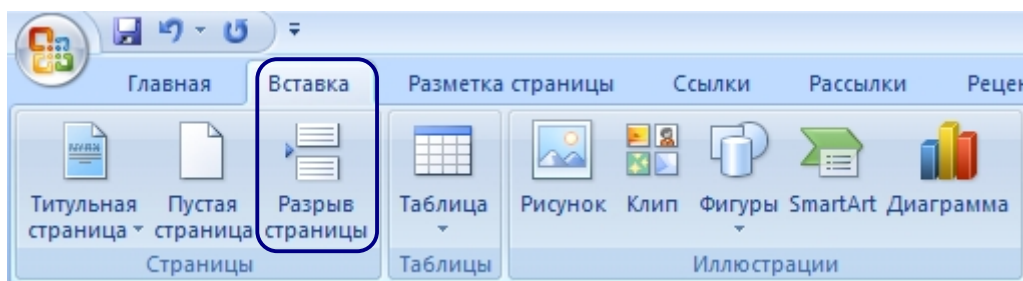
void Insert(Star A, BHField *H)
{
    if (!(stored==EMPTY))
    {
        LL temp_=A.Return_Star_ch(core.Begin, core.End);
        Total=Total.Sum(A);
        BHField temp(*this, temp_);
        if ((H+temp.number)->number== -1)
        {
            *(H+temp.number)=temp;
            (H+temp.number)->Insert(A, H);
        }
        else
            (H+temp.number)->Insert(A, H);
    }
    else {if (END==0) END=1; else END=2; Total=A; stored=A;}
}

```

Для *фрагментів програм* безпосередньо у тексті роботи, а також для повного лістингу програм, що подається у Додатках, міжрядковий інтервал – 1.

Структурні частини «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ» не нумерують і починають з нової сторінки. Їх заголовки слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи. Інтервал між заголовком структурної частини і текстом подвоюється.

Рекомендація: Між структурними розділами роботи необхідно встановлювати «розрив сторінки».



Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки. Заголовки пунктів і підпунктів звіту слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ТА ТРАДИЦІЙНЕ РОЗВ'ЯЗУННЯ ЗАДАЧІ N -ТІЛ

1.1 Математична постановка задачі

Гравітаційна задача N -тіл (англ. N -body problem) була вперше сформульована Ньютоном в його монументальній праці «Математичні початки натуральної філософії», яка вперше була видана друком у 1687 році.

Нумерація сторінок роботи

Сторінки звіту слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту роботи. Номер сторінки проставляють **у правому верхньому куті** сторінки без крапки в кінці.

Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок роботи. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

Нумерація розділів, підрозділів, пунктів

Розділи, підрозділи, пункти роботи слід нумерувати арабськими цифрами.

Розділи звіту повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті роботи і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3 і т. д.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 і т. д.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту крапку, не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2, або 1.1.1, 1.1.2 і т. д.

Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 і т. д.

Ілюстрації

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати у роботі безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання у роботі.

Ілюстрацію позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу й порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка, наприклад: Рис. 1.3 (третя ілюстрація першого розділу).

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст).

Приклад 2.17 Малюнок у тексті роботи

Для розбиття тіл на групи вводиться додаткова процедура, яка «вставляє» тіла в частини площини за наступними правилами. Спочатку площина ділиться на чотири «поля», які мають форму квадрата та є рівними між собою. Далі кожному тілу встановлюють належність до якоїсь «чверті» простору, і виконується функція вставки. На практиці це можна представити у вигляді чотирьох-листяного дерева, яке наведено на рис. 1.6.

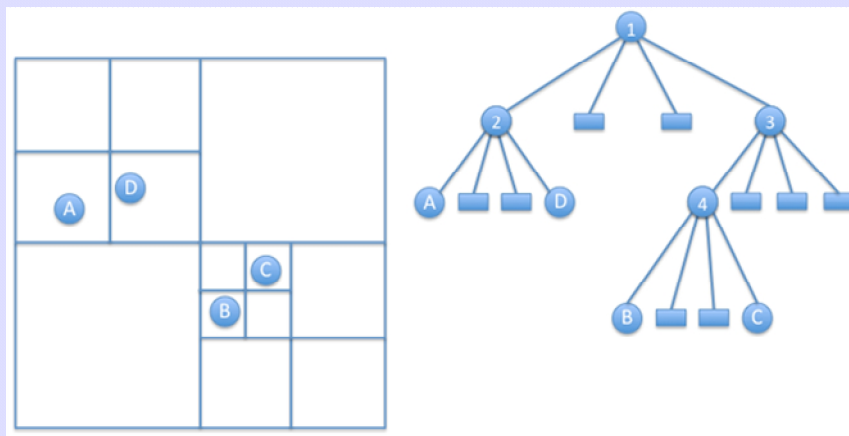


Рис. 1.6 Робота функції вставки на площині (зліва) та за допомогою дерева (справа)

Формули

Шрифт для формул: Cambria Math 14 пт.

Формули потрібно **набирати у Microsoft Equation** (Для цього у MS Word обираємо меню Вставка→Об'єкт→Microsoft Equation 3.0).

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення можна розмішувати всередині тексту.

Формули і рівняння у тесті роботи слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні. Нумерувати потрібно лише ті формули, на які є посилання у тесті роботи. Якщо номер не вміщується в одному рядку з формулою, розмішуйте його у наступному рядку нижче формули. При перенесенні формули номер ставте на рівні останнього рядка.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.

Значення кожного символу потрібно подавати з нового рядка. Перший рядок починайте словом «де» без двокрапки.

Приклад 2.18 Формула в тексті роботи

На тіло діє лише сила гравітаційної взаємодії з боку інших тіл, математично цю взаємодію можна описати наступним чином:

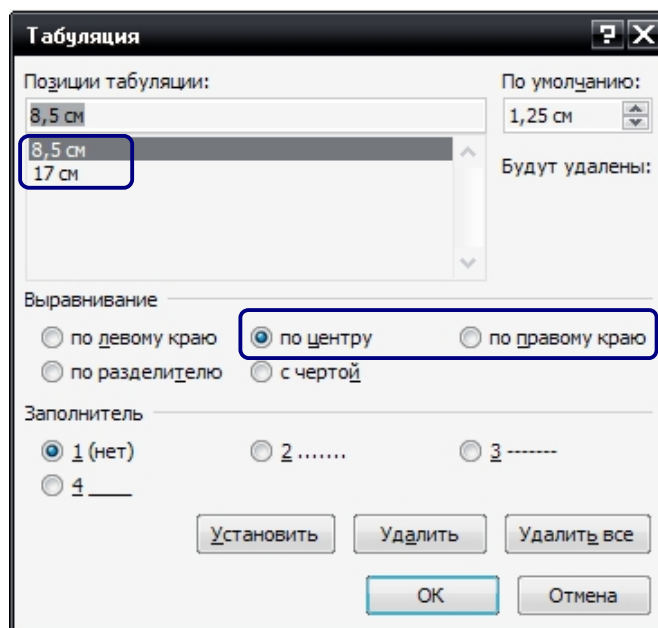
$$\frac{dr_i}{dt} = v_i, \quad \frac{dv_i}{dt} = \sum_{j \neq i}^N G m_j \frac{r_j - r_i}{|r_j - r_i|^3}, \quad (1.3)$$

де r_i – координата i -ого тіла, v_i – швидкість i -ого тіла ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$), t – час (с), m_i – маса i -ого тіла (кг), G – гравітаційна стала ($\text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$).

Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули чи рівняння на знакові операції множення, застосовують знак « \times ».

Рекомендація: Формулу та її номер вирівнюють за допомогою табуляції, для цього необхідно виконати наступні дії:

- 1) встановити: *позиція табуляції* – 8.5 см, *вирівнювання* – по центру;
- 2) встановити: *позиція табуляції* – 17 см, *вирівнювання* – по правому краю;



- 3) у даному рядку натиснути клавішу «Tab» і набрати формулу, потім знов натиснути клавішу «Tab» і набрати номер формули.

Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць.

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті роботи.

Таблицю позначають написом «Таблиця» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком таблиць, поданих у додатках. Номер таблиці складається з номера розділу й порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: Таблиця 2.1 (перша таблиця другого розділу).

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відображати зміст таблиці.

Приклад 2.19 Таблиця в тексті роботи

Час виконання для конкретної кількості тіл наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Порівняльний аналіз часу розв'язування задачі N -тіл

Кількість тіл	Базовий варіант, с	Варіант із застосуванням РК4, с
100	0,533	2,804
1000	12,82	71,92
2000	27,96	151,45
5000	78,32	391,5

При переносі частини таблиці на іншу сторінку слово «Таблиця» і її номер вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть «Продовження таблиці» із зазначенням номера відповідної таблиці, наприклад: «Продовження таблиці 1.2».


Блок-схема і псевдокод



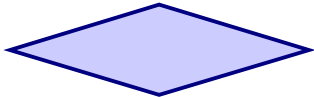



Розроблені і реалізовані при виконанні випускної роботи алгоритми необхідно описати за допомогою блок-схеми або псевдокоду.

Алгоритм – це визначена послідовність дій для розв'язання поставленої задачі за скінчену кількість кроків. Способами представлення алгоритму є: словесний опис, блок-схема, псевдокод.

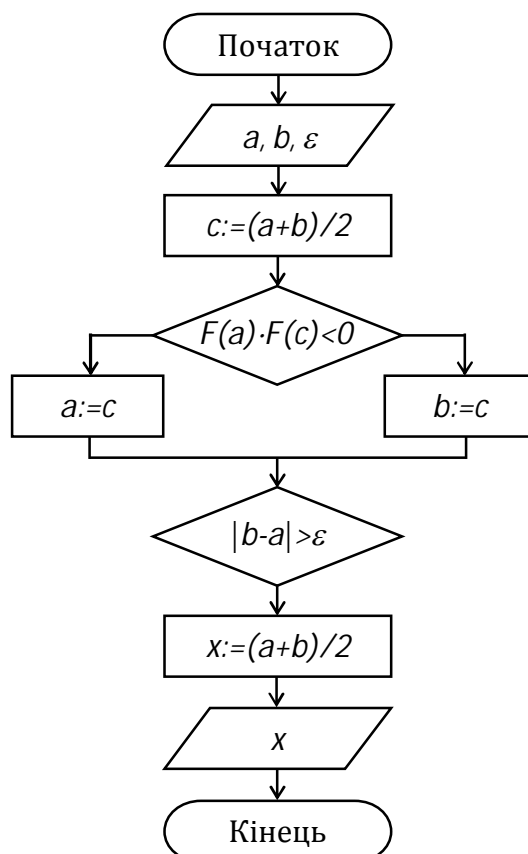
Блок-схема – графічне зображення алгоритму, в якому окремі його кроки зображуються у вигляді блоків різної форми, що з'єднані між собою стрілками, вказуючи послідовність дій. **Псевдокод** – система позначень і правил, призначена для однотипного запису алгоритмів. Псевдокод займає проміжне місце між природними і формальними алгоритмічними мовами, використовуючи ключові слова мов програмування, але опускаючи окремі подробиці та специфічний синтаксис.

Функціональні блоки блок-схем

Назва символу і його графічне зображення	Опис
<p>Початок/кінець</p> 	Блоки початку або кінця алгоритму

Введення/виведення даних 	Блоки введення або виведення даних
Процес (операція) 	Виконання обчислювальних дій або послідовності дій, які змінюють значення, форму представлення або розміщення даних
Умова (розгалуження) 	Вибір напрямку виконання алгоритму залежно від умови
Початок циклу з параметром 	Організація циклічної конструкції з відомою кількістю ітерацій (повторень)
Підпрограма 	Звернення до допоміжних алгоритмів (опис яких подано окремо), самостійних модулів, бібліотечних підпрограм
Друк (документ) 	Вивід результатів на друк

Приклад 2.20 Блок схема



Приклад 2.21 Псевдокод

```
Алгоритм BetterGaussElimination( $A[1..n, 1..n]$ ,  $b[1..n]$ )  
// Реалізує метод виключення Гаусса з вибором ведучого елемента  
// Вхідні дані: Матриця  $A[1..n, 1..n]$  і вектор  $b[1..n]$   
// Вихідні дані: Еквівалентна верхньотрикутна матриця  $A[1..n, 1..n+1]$ .  
// Значення у  $n+1$  стовпчику відповідають вільним членам  
// нової системи  
1: for  $i \leftarrow 1$  to  $n$  do  
2:  $A[i, n+1] \leftarrow b[i]$   
3: for  $i \leftarrow 1$  to  $n-1$  do  
4:  $pivotrow \leftarrow i$   
5: for  $j \leftarrow i+1$  to  $n$  do  
6: if  $|A[j, i]| > |A[pivotrow, i]|$   
7:  $pivotrow \leftarrow j$   
8: for  $k \leftarrow i$  to  $n+1$  do  
9:  $swap(A[i, k], A[pivotrow, k])$   
10: for  $j \leftarrow i+1$  to  $n$  do  
11:  $temp \leftarrow A[j, i] / A[i, i]$   
12: for  $k \leftarrow i$  to  $n+1$  do  
13:  $A[j, k] \leftarrow A[j, k] - A[i, k] * temp$ 
```

Посилання

Посилання у тексті роботи на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками.

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери.

Приклад 2.22 Посилання у тексті роботи

... у роботах [1-7] наведено ...
... як зазначено у [4] ...
... у розділі 4 ...
... відповідно до 2.3.4 ...
... на рис. 1.3 ...
... у табл. 3.2 ... або (див. табл. 3.2)
... за формулою (3.1) ...
... у рівняннях (1.7) – (1.9) ...
... у додатку Б ...

РОЗДІЛ 3. ПРОЦЕДУРА ДОПУСКУ ТА ПІДГОТОВКА ДОКУМЕНТІВ ДО ЗАХИСТУ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

3.1 Процедура допуску студента до захисту

Завершена випускна робота повинна бути розглянута на засіданні кафедри не пізніше, ніж за три тижні до захисту у ДЕК. Таку процедуру попереднього розгляду й обговорення роботи називають попереднім захистом (або передзахистом).

На передзахист студент повинен підготувати роздрукований текст випускної роботи, а також доповідь і мультимедійну презентацію, які розкривають основний зміст роботи.

За результатами обговорення роботи виносяться рішення кафедри про можливість допуску студента до захисту.

3.2 Пакет супровідних документів на захист випускної роботи

На захист роботи у ДЕК студенту необхідно мати такі матеріали і документи:

- 1) завершену і прошиту випускну роботу у **твердій папітурці**, завірену підписами на титульному листі (Додаток А);

Зауваження: *Тема роботи, науковий керівник і рецензент, які наводяться на титульному аркуші роботи, повинні точно відповідати зазначеним у відповідному наказі університету.*

- 2) електронний варіант випускної роботи (у форматах docx та pdf), розроблений програмний продукт (програму, виконуваний exe-файл та інші необхідні компоненти для компіляції і запуску програми) та мультимедійну презентацію (у одному з форматів ppt, pptx або pdf) на CD-диску;
- 3) відгук керівника, завірений підписом (Додаток Б);
- 4) відгук рецензента, завірений підписом (Додаток В);
- 5) завдання на випускну роботу, завірени підписом студента і керівника (Додаток Г);
- 6) подання голові ДЕК щодо захисту випускної роботи, у якому містяться довідка про успішність, висновок керівника, висновок кафедри (Додаток Д);
- 7) заяву про затвердження теми випускної роботи, завірену підписами студента, керівника і завідуючого кафедрою (Додаток Є);
- 8) залікову книжку.

Зауваження: *У заліковій книжці мають бути виставлені всі заліки та екзамени з підписами, а також печатка дирекції в кінці кожного семестру.*

Такі документи, як: відгук керівника, відгук рецензента, завдання на випускну роботу, подання голові ДЕК щодо захисту випускної роботи і заява про затвердження теми роботи, прикладаються до прошитої роботи окремо у папці (або файлі).

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПІДГОТОВЦІ ДОПОВІДІ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ НА ЗАХИСТ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

Публічний захист є завершальним етапом виконання випускної роботи, який відбувається на відкритому засіданні ДЕК у відповідності до затвердженого розкладу.

Важливо не лише провести глибоке й різностороннє дослідження за обраною темою, але і вміти адекватно та грамотно представити отримані результати. Для проходження процедури захисту студент готує доповідь по темі випускної роботи та ілюстративний матеріал. У доповіді необхідно коротко і зрозуміло викласти основний зміст випускної роботи. Ілюстративний матеріал оформлюють у вигляді мультимедійної презентації, а при необхідності додатково готують і роздатковий матеріал (комплект матеріалів на листах формату А4, розмножений для кожного члена ДЕК).

Кожному студенту на доповідь по кваліфікаційній роботі відводиться 7 хвилин, по дипломній роботі – 10 хвилин, по магістерській роботі – 15 хвилин. Після завершення доповіді члени ДЕК задають запитання по роботі, на які студент повинен дати обґрунтовані відповіді.

Після завершення процедури захисту проводиться закрита нарада членів ДЕК, на якій обговорюються результати захисту випускних робіт, кожному студенту виставляється підсумкова оцінка (критерії оцінки робіт наведено у табл. 1) і приймається рішення про присвоєння кваліфікації за спеціальністю «Прикладна математика» та видачу диплома державного зразка.

4.1 Підготовка доповіді

Захист випускної роботи починається з доповіді студента за темою роботи. Зміст доповіді повинен повністю розкривати зміст випускної роботи. Враховуючи те, що за визначений час необхідно змістовно та зрозуміло, і в той же час коротко і компактно розповісти про основні положення роботи, рекомендується текст доповіді детально продумати і написати на папері. Виступ варто вивчити, відрепетирувати та узгодити з матеріалом, який представлено у мультимедійній презентації.

Рекомендація: Доповідь доречно починати зі слів:

Шановний Голове та члени державної екзаменаційної комісії, Вашій увазі пропонується кваліфікаційна (дипломна, магістерська) робота на тему «Ефективні методи розв’язування задачі N-тіл», науковий керівник канд. фіз.-мат. наук, доц. Богатирьов О. О.

Доповідь зазвичай складається з трьох частин.

У першій частині наводиться постановка проблеми (задачі), яка розглядається, та її актуальність. Далі чітко формулюється мета випускної роботи і задачі, які необхідно було вирішити для її досягнення.

У другій частині доповіді без зайвої деталізації викладаються шляхи, способи і методи розв’язання поставленої проблеми (задачі).

В останній частині представляються практичні результати роботи (результати математичного моделювання або демонстраційна версія розробленої програми).

У висновку доповіді перераховуються основні результати, отримані при виконанні випускної роботи, розкривається її практична значимість. Варто зробити акцент на результатах, які отримані студентом самостійно.

До кожної частини доповіді необхідно представити наочний матеріал (формули, графіки, схеми, таблиці тощо), які пояснюють, ілюструють або підтверджують тези виступу.

4.2 Підготовка мультимедійної презентації

Мультимедійна презентація – документ, який може містити текст, фотографії, малюнки, діаграми, графіки, звук, відеофрагменти й анімацію, та призначений для представлення інформації у зручній формі.

При цьому слід зауважити, що ***презентація лише допомагає доповідачу, але не замінює саму доповідь.***

Мультимедійну презентацію необхідно підготувати в одному з форматів ppt, pptx або pdf.

4.2.1 Структура і об'єм мультимедійної презентації

Мультимедійна презентація кваліфікаційної (дипломної, магістерської) роботи – це коротке викладення інформації по змісту випускної роботи, яке слугує для наочності і обґрунтованості матеріалу, що виноситься на захист.

Презентація випускної роботи повинна бути представлена таким чином, щоб зміст проведеного дослідження був зрозумілий навіть людині, яка не має безпосереднього відношення до даної предметної області. Це дає змогу за короткий проміжок часу вникнути у суть досліджуваної проблеми та оцінити її особливості.

Об'єм презентації розраховують із співвідношення 1 слайд – 1-2 хвилині доповіді.

Структура презентації має бути наступною:

- титульний лист (1 слайд);
- вступна частина (2-3 слайди);
- інформаційні слайди, що розкривають основний зміст роботи (10-15 слайдів);
- результати роботи і висновки (1-2 слайди);
- завершальний слайд (1 слайд).

На **титульному слайді** вказуються:

- повна назва університету, інституту (факультету) та випускової кафедри;
- тема випускної роботи;
- прізвище, ім'я та по батькові доповідача, напрям підготовки і група;
- прізвище, ім'я та по батькові наукового керівника, вчений ступінь і звання, посада.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Навчально-науковий інститут фізики, математики та комп'ютерно-інформаційних систем
Кафедра прикладної математики та інформатики

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ N-ТІЛ

Виконав:
студент 4 курсу, групи ПМ4
напряму підготовки
6.040301 Прикладна математика
Петренко Петро Петрович

Науковий керівник:
канд. фіз.-мат. наук, доцент
Богатирьов Олександр Олегович

Слайди **вступної частини** мають містити таку інформацію: загальна постановка проблеми, актуальність теми, мета і завдання роботи, об'єкт та предмет дослідження.

Інформаційні слайди ілюструють зміст усної доповіді студента і можуть містити графіки і діаграми, необхідні текстові, табличні й інші матеріали.

На слайдах **з результатами роботи** наводять основні висновки проведеного дослідження (ті, які зазначені у тексті випускної роботи). Якщо результати дослідження за темою випускної роботи були опубліковані у матеріалах конференцій чи наукових журналах або мають практичне впровадження, що підтверджено відповідним актом, тоді ці відомості слід навести на окремому слайді презентації.

Завершальний слайд містить подяку за увагу.

4.2.2 Стиль і оформлення слайдів презентації

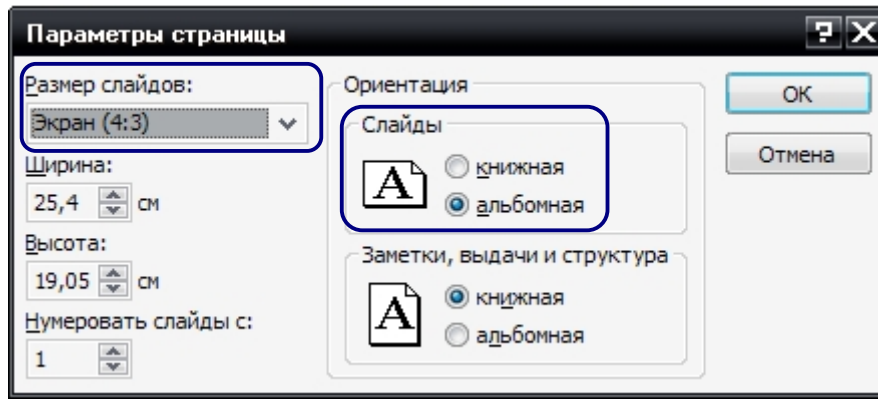
Параметри слайдів

Розмір слайдів – екран 4:3 (25,4×19,05 см).

Орієнтація – альбомна.

Рекомендація: Для того, щоб встановити параметри слайду у MS PowerPoint необхідно виконати наступні дії:

- 1) вибрати меню «Дизайн» та викликати вікно «Параметри сторінки»;
- 2) встановити: *Розмір слайдів* – Екран (4:3), *Орієнтація*. *Слайди* – альбомна;



Нумерація слайдів

Слайди у презентації слід нумерувати арабськими цифрами у правому нижньому кутку. При нумерації варто вказувати поряд і загальну кількість слайдів у презентації (наприклад: 2/23 – другий слайд із 23, 3/23 – третій слайд із 23 і т.д.).

Структура слайду

Кожен слайд, як і вся презентація в цілому, повинен мати свою структуру. Доцільно, щоб слайди мали свій короткий заголовок, який відображає або пояснює його зміст (заголовки слайдів можуть повторюватися).

Графічний і текстовий матеріали розміщуються на слайдах так, щоб ліворуч і праворуч від краю слайда залишалось чисте поле шириною не менше 0,5 см.

Дизайн слайдів

Важливим елементом другого плану є **фон слайду**, який визначає стиль всієї презентації. Він має підкреслювати наведену інформацію, але не заважати її сприйняттю. Використання різних фонів на слайдах у рамках однієї презентації не створює відчуття єдності та зв'язності представленої інформації. Тому бажано виробити загальний дизайн слайду, який використовувати як шаблон.

Розробку шаблону слайду починають з вибору двох основних кольорів, які використовуються для фону та звичайного тексту. При виборі основних кольорів презентації слід дотримувати двох ключових принципів: принципу єдності – щоб весь слайд був в одній колірній гамі і сприймався гармонійно, та принципу контрастності – щоб колір тексту і фону були контрастними і розрізнялися між собою. Традиційним вибором при оформленні слайдів є світлий фон і темний колір для тексту.

Текстові фрагменти в презентації

Текст у презентації має бути простим і лаконічним. Не слід розміщувати на слайді дослівно все, що буде сказано у доповіді. Довжину речень необхідно максимально скоротити. Для цього варто відмовитися від ввідних конструкцій, складних граматичних оборотів та мінімізувати кількість прислівників і прикметників.

Текст на слайдах вирівнюють **по лівому краю**, це сприяє сприйняттю

інформації.

Важливе значення має вибір **шрифту** для текстової інформації слайду. Для комфортності сприйняття рекомендують використовувати гротескові шрифти (Sans Serif Fonts) без засічок, наприклад, Arial, Impact, Verdana, Tahoma, Colibri та інші.

Розмір шрифту залежить від фону презентації, розміру приміщення, віддаленості аудиторії від екрану та використовуваного проекційного обладнання. Шрифт має бути досить крупним, щоб на слайді розміщувалося від 10 до 18 рядків тексту (оптимально 12-14 рядків). Для цього рекомендується використовувати розмір шрифту 22-24 пт.

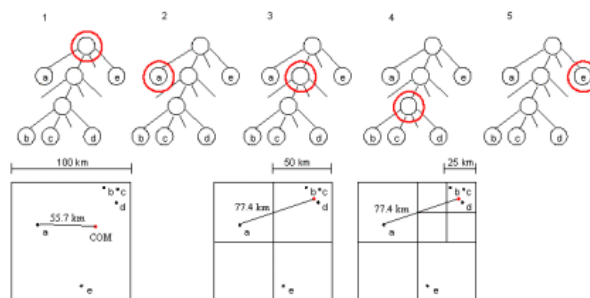
Пункти переліків та списків повинні бути максимально короткими фразами (1-2 рядки на фразу).

Приклад 4.2 Слайд презентації

Обчислення результуючої сили у алгоритмі Барнса-Хата

Функція обчислення результуючої сили, яка діє на тіло містить такі кроки:

- обчислити відношення діагоналі поля до відстані від тіла до центра мас цього поля
- порівняти отримане відношення з головною константою алгоритму θ :
якщо відношення більше за θ , то розглядати всі тіла всередині поля, як одне тіло, та обчислити силу за допомогою центра мас поля;
в іншому випадку рекурсивно викликати дану функцію для кожного з підполів даного поля.



Робота функції обчислення сил, які діють на тіло

BEESALGORITHM(f, n)

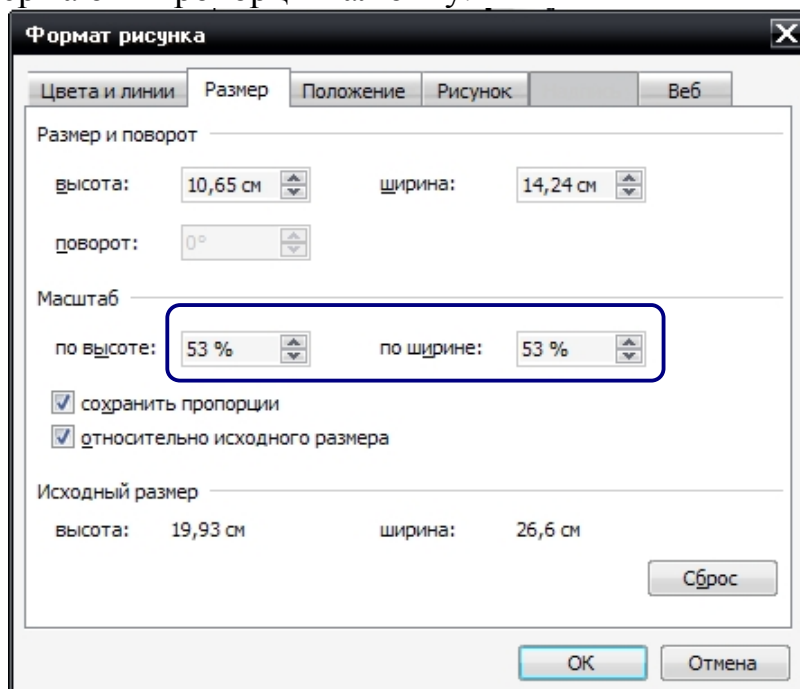
```

1: Выбираем  $s$  случайных решений  $x_i \in R^n$ 
2: while Не выполнено условие останова do
3:   Упорядочиваем решения по убыванию функции качества
4:   for  $i \in [1 \dots m]$  do
5:      $\tilde{x} \leftarrow x_i$ 
6:     for  $j \in [1 \dots r]$  do
7:        $x \leftarrow$  случайное решение в  $\delta$ -окрестности точки  $x_i$ 
8:       if  $f(x) > f(\tilde{x})$  then
9:          $\tilde{x} \leftarrow x$ 
10:     $x_i \leftarrow \tilde{x}$ 
11:   for  $i \in [m + 1 \dots s]$  do
12:      $x_i \leftarrow$  случайное решение в  $R^n$ 
13: return Лучшее найденное решение
  
```

Графічні об'єкти в презентації та анімація

Ілюстрації, як правило, допомагають більш ефективно розкрити наведені концепції та ідеї, ніж їх текстовий опис. Але не варто наводити на слайді ілюстрації, які не несуть змістового навантаження і не пов'язані безпосередньо з текстом слайду.

У презентації слід використовувати графічні зображення високої якості, обов'язково зберігаючи пропорції малюнку.



Рекомендація: При розміщенні на слайді тексту і графічних об'єктів слід враховувати, що при переглядовому читанні інформація сприймається зліва направо і зверху вниз – відповідно до руху ока. Тому найважливіша інформація має розміщуватися зверху ліворуч.

Не варто зловживати ефектами анімації. Основна її роль у презентаціях – це вирішення питання дозування інформації. Анімуючи об'єкт у презентації, варто пам'ятати, що будь-який рухомий об'єкт знижує сприйняття, відволікає і порушує динаміку уваги. В інформаційних слайдах допускається використання анімації об'єктів, якщо необхідно відобразити зміни, які відбуваються з часом.

Поради щодо створення і використання презентацій

Варто зауважити, що неякісно зроблені слайди (які містять друкарські помилки у формулах, орфографічні помилки у тексті, неузгодженість у шрифтах, відступах, виборі кольору) викликають сумніви у компетентності доповідача та знижують загальне враження про виконану роботу.

Для того, щоб презентація і виступ були вдалими дотримуйтесь наступних рекомендацій.

При створенні презентації:

- всі використані позначення (змінні, індекси і т. д.) повинні супроводжуватися їх розшифруванням або поясненням;
- малюнки у презентації повинні мати наскрізну нумерацію і назву;
- на графіках обов'язково мають бути підписані осі координат.

При демонстрації презентації:

- не проговорюйте формули словами, тому що це довго і важко сприймається;
- при поясненні графіка необхідно зазначити, що відкладено по горизонтальній осі, що по вертикальній, а також що демонструє графік в цілому;
- при поясненні таблиць необхідно зазначити, чому відповідають рядки, а чому стовпці наведеної на слайді таблиці.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Навчально-науковий інститут фізики, математики та
комп'ютерно-інформаційних систем

Кафедра прикладної математики та інформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ N -ТІЛ

Виконав:
студент 4 курсу, групи ПМ-4
напряму підготовки
6.04030101 Прикладна математика
Петренко П. П.

Керівник: Богатирьов О. О.

Рецензент: Красношлик Н. О.

Черкаси – 2014

Зауваження: На титульному листі мають бути **три підписи**: студента, наукового керівника і рецензента.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Навчально-науковий інститут фізики, математики та
комп'ютерно-інформаційних систем

Кафедра прикладної математики та інформатики

Спеціальність 6.040301 Прикладна математика

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Форма навчання денна **курс** 4-й **група** ПМ-4

**ВІДГУК
КЕРІВНИКА НА ВИПУСКНУ РОБОТУ**

Петренка Петра Петровича

Тема кваліфікаційної роботи «Ефективні методи розв'язування задачі N -тіл».

1. Ступінь обґрунтування актуальності теми. Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та вдосконаленню існуючих методів розв'язування відомої з давніх часів класичної задачі небесної механіки – задачі N -тіл. Тема є актуальною, адже розв'язання цієї задачі пов'язане із можливостями сучасної обчислювальної техніки, прискорення обчислень для якої досягається за рахунок паралельного виконання. Окрім того, результати роботи задовольняють вимогам сучасної астрофізики, яка ставить перед собою задачу моделювання поведінки систем, що містять велику кількість тіл.

2. Обсяг та структура роботи, характеристика її розділів. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (12 найменувань) і додатків. Обсяг роботи становить 42 сторінки з додатками.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету кваліфікаційної роботи та наведено задачі, які необхідно розв'язати. У першому розділі представлено математичну постановку задачі N -тіл та традиційні методи її розв'язування. У другому розділі описана загальна ідея алгоритму Барнса-Хата, його призначення та основні етапи реалізації. Автором проведений аналіз часу роботи програм, які реалізують алгоритм обрахунку сил Барнса-Хата з різними параметрами θ , а також порівняння ефективності роботи даного алгоритму з класичним. Наведено відомості про сучасні технології паралельного програмування, зокрема розглянуто технологію багатопоточних обчислень OpenMP, яка були застосована для прискорення роботи побудованої комп'ютерної моделі. У третьому розділі представлено результати проведених обчислювальних експериментів. Четвертий розділ містить відомості з охорони праці при роботі з персональним комп'ютером. У висновках відображено основні результати кваліфікаційної роботи. У додатках наведено повні лістинги програм, які реалізують послідовний та паралельний алгоритми Барнса-Хата.

3. Відповідність роботи меті та завданням. Зміст роботи повністю відповідає обраній темі та меті роботи, всі поставлені задачі виконані.

4. Оцінка повноти використання фактичних даних. Наведені у роботі фактичні дані повністю використані.

5. Використання в роботі сучасних методів та методик. Для ефективної комп'ютерної реалізації паралельного алгоритму Барнса-Хата використано один з найпопулярніших стандартів розпаралелювання програм на системах зі спільною пам'яттю OpenMP та відкриту графічну бібліотеку OpenGL для візуалізації переміщення тіл.

6. Результати випускної роботи (теоретичні, практичні). У результаті проведеного дослідження розроблено паралельний алгоритм Барнса-Хата для знаходження переміщення тіл, та здійснено його комп'ютерну реалізацію мовою програмування C++.

7. Оцінка наукового апарату і стилю роботи. Виклад основного змісту роботи відзначається обґрунтованістю, логічністю та послідовністю.

8. Ставлення студента до роботи, зауважень і побажань наукового керівника. Петренко П. П. відповідально ставився до поставлених завдань, вчасно реагував на зауваження і побажання до змісту роботи та продемонстрував високий рівень знань з фізики, обчислювальних методів і програмування.

9. Недоліки. У роботі наявні стилістичні неточності та певні недоліки у оформленні.

10. Загальна оцінка випускної роботи та висновок про можливість допуску роботи до захисту. Робота відповідає вимогам, які висуваються до кваліфікаційних робіт з напрямку підготовки 6.040301 Прикладна математика і заслуговує на відмінну оцінку (93 бали).

Науковий керівник: Богатирьов Олександр Олегович,
канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної математики та інформатики

«12» червня 2014 року

Підпис _____

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Навчально-науковий інститут фізики, математики та
комп'ютерно-інформаційних систем

Кафедра прикладної математики та інформатики

Спеціальність 6.040301 Прикладна математика

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Форма навчання денна **курс** 4-й **група** ПМ-4

**РЕЦЕНЗІЯ
НА ВИПУСКНУ РОБОТУ**

Петренка Петра Петровича

Тема кваліфікаційної роботи «Ефективні методи розв'язування задачі N -тіл».

Обсяг випускної роботи: кількість сторінок 42, таблиць 4, рисунків 9, додатків 2, список використаної літератури містить 14 найменувань.

1. Висновок щодо відповідності випускної роботи меті й завданням. Зміст кваліфікаційної роботи повністю відповідає поставленій меті і завданням.

2. Коротка характеристика виконання випускної роботи. Кваліфікаційну роботу присвячено вдосконаленню ефективного алгоритму чисельного розв'язування задачі N -тіл за допомогою технології паралельного програмування OpenMP. Ця модифікація дає змогу використовувати розроблену програму на сучасних комп'ютерах для моделювання руху великої кількості тіл, чого і потребує сучасна астрофізика.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. У вступі відмічено актуальність обраної теми, сформульовано мету й завдання роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження. У першому розділі розглянуто постановку задачі та класичний метод розв'язування, продемонстрована його непрактичність. Другий розділ присвячено ідеї алгоритму Барнса-Хата та його перевагам. Розглядається технологія паралельного програмування OpenMP та досліджуються можливості її застосування до алгоритму Барнса-Хата. У третьому розділі наведено результати дослідження похибок обчислень, часу роботи паралельного алгоритму та приклади використання розробленої програми для графічного відображення результатів комп'ютерного моделювання. У четвертому розділі наведено відомості з охорони праці при роботі з персональним комп'ютером.

Одним з основних досягнень роботи є більше ніж чотирьохкратне прискорення роботи паралельного алгоритму на шестиядерному процесорі.

ДОДАТОК В. Рецензія на випускну роботу (продовження)

У роботі наявні незначні недоліки у оформленні. Доцільно було б докладніше описати алгоритм чисельної реалізації розробленої комп'ютерної моделі (за допомогою блок-схеми або псевдокоду) та скінченно-різницевої схеми, які використовувалися. Однак, вказаний недолік не знижує цінність отриманих результатів і не впливає на загальну позитивну оцінку роботи.

3. Загальна оцінка випускної роботи. Робота відповідає вимогам, які висуваються до кваліфікаційних робіт з напрямку підготовки 6.040301 Прикладна математика, може бути допущена до захисту і заслуговує на оцінку «відмінно» (90 балів).

Рецензент: Красношлик Наталія Олександрівна,
канд. техн. наук, ст. викладач кафедри прикладної математики та інформатики

«13» червня 2014 року

Підпис _____

ДОДАТОК Г. Завдання на випускну роботу

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Навчально-науковий інститут фізики, математики та

комп'ютерно-інформаційних систем

Кафедра прикладної математики та інформатики

Спеціальність 6.040301 Прикладна математика

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Форма навчання денна **курс** 4-й **група** ПМ-4

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної математики
та інформатики

_____ Б. П. Головня
(підпис)

15 вересня 2013 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Петренка Петра Петровича

- Тема кваліфікаційної роботи «Ефективні методи розв'язування задачі N -тіл»
затверджена наказом ВНЗ від «___» _____ 20__ року № _____
- Термін подання студентом закінченої роботи: 10 червня 2014 року.
- Вихідні дані до роботи: курсова робота та матеріали, зібрані під час проходження переддипломної практики.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки
Розділ 1. Постановка та традиційне розв'язування задачі N -тіл
Розділ 2. Алгоритм Барнса-Хата
Розділ 3. Обчислювальні експерименти
Розділ 4. Охорона праці при роботі з персональним комп'ютером
- Перелік графічного, наочного матеріалу
- Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 4.	Іванов І. І.	04.04.2014	04.05.2014

- Дата видачі завдання: 15.09.2013 року

ДОДАТОК Г. Завдання на випускну роботу (продовження)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, погодження й затвердження теми, призначення наукового керівника, рецензента, консультанта	15.09.2013	
2	Складання календарного плану й розширеного плану-конспекту роботи. Опрацювання літературних джерел за темою роботи	15.10.2013	
3	Організація і проведення теоретичного, емпіричного (експериментального) дослідження	15.12.2013	
4	Підготовка складових розділів випускної роботи	15.05.2014	
4.1	Вступ	15.02.2014	
4.2	Розділ 1. Постановка та традиційне розв'язування задачі N -тіл		
4.3	Розділ 2. Алгоритм Барнса-Хата	15.03.2014	
4.4	Розділ 3. Обчислювальні експерименти	15.04.2014	
4.5	Розділ 4. Охорона праці при роботі з персональним комп'ютером	04.05.2014	
4.6	Висновки	05.05.2014	
4.7	Список використаних джерел	07.05.2014	
4.8	Додатки	10.05.2014	
5	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, доповнення або скорочення обсягу роботи. Узгодження виправленого варіанту всієї роботи з науковим керівником	20.05.2014	
6	Оформлення тексту роботи, подання роботи науковому керівникові для написання відгуку	26.05.2014	
7	Передзахист. Обговорення роботи на кафедрі й рекомендація її до захисту	29.05.2014	
8	Оформлення супровідних документів	05.06.2014	
9	Подання роботи на рецензування	08.06.2014	
10	Підготовка доповіді на захист	10.06.2014	

Студент _____ Петренко П. П.
(підпис)

Керівник роботи _____ Богатирьов О. О.
(підпис)

Зауваження: Завдання на випускну роботу друкується **на одному листі** з двох сторін і завіряється підписами студента, наукового керівника і завідуючого кафедрою.

ДОДАТОК Д. Подання голові ДЕК

ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

ПОДАННЯ ГОЛОВІ ДЕРЖАВНОЇ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Направляється студент Петренко П. П. до захисту кваліфікаційної роботи
за галуззю знань 0403 Системні науки та кібернетика
напрямом підготовки 6.040301 Прикладна математика
на тему: Ефективні методи розв'язування задачі N -тіл.

Кваліфікаційна робота, відгук і рецензія додаються.

Директор ННІ фізики, математики та КІС
_____ Ляшенко Ю. О.
(підпис)

Довідка про успішність

Петренко П. П. за період навчання у ННІ фізики, математики та комп'ютерно-інформаційних систем з 2010 року до 2014 року повністю виконав навчальний план за напрямом підготовки 6.040301 Прикладна математика з таким розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно _____%, добре _____%, задовільно _____%;
шкалою ЄКТС: А _____%; В _____%; С _____%; D _____%; E _____%.

Секретар ННІ фізики, математики та КІС
_____ Вожова М. А.
(підпис)

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Зміст роботи повністю відповідає темі та меті кваліфікаційної роботи. Завдання дослідження виконані. Робота Петренко П. П. відповідає вимогам, які висуваються до кваліфікаційних робіт за напрямом підготовки 6.040301 Прикладна математика і може бути допущена до захисту в ДЕК.

Керівник кваліфікаційної роботи
_____ Богатирьов О. О.
(підпис)

12 червня 2014 року

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційну роботу розглянуто. Студент Петренко П. П. допускається до захисту цієї роботи в Державній екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри прикладної математики
та інформатики
_____ Головня Б. П.
(підпис)

12 червня 2014 року

Голові вченої ради
ННІ фізики, математики та КІС
доц. Ляшенку Ю. О.
студента 4 курсу групи ПМ4
спеціальності «Прикладна математика»
денної форми навчання
Петренка Петра Петровича

Заява

Прошу розглянути й затвердити на засіданні вченої ради інституту тему моєї кваліфікаційної роботи в такому формулюванні: «Ефективні методи розв'язування задачі N -тіл» і призначити керівником дослідження канд. фіз.-мат. наук, доцента Богатирьова О. О.

25 вересня 2013 року

(підпис)

ПОГОДЖЕНО:
Завідувач випускової кафедри

(підпис) Б. П. Головня

25 вересня 2013 року

Науковий керівник

(підпис) О. О. Богатирьов

25 вересня 2013 року