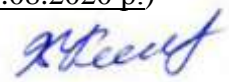


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра фізики твердого тіла

Затверджено

На засіданні кафедри фізики твердого тіла
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.08.2020 р.)

Завідувач кафедри



проф. Капустяник В.Б..

Силабус
з навчальної дисципліни «Програмування»,
що викладається в межах
ОПП «Середня освіта (Фізика)»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 014 Середня освіта
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта. Фізика

Львів 2020

Назва дисципліни	Програмування
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія 8, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра фізики твердого тіла
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	01 Освіта/Педагогіка, 014.08 «Середня освіта. Фізика»
Викладачі дисципліни	доцент кафедри фізики твердого тіла, к.ф.-м.н Бовгира Олег Вікторович
Контактна інформація викладачів	oleh.bovhyra@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/bovhyra-oleh-viktorovych
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/prohramuvannya-serednya-osvita-fizyka
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Програмування» є нормативною дисципліною з спеціальності 014 Середня освіта для освітньої програми бакалавра, яка викладається в 1-2 семестрі в обсязі 8 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Зміст курсу: <ul style="list-style-type: none"> • Програмування мовою C/C++, • Чисельні методи розв'язування фізичних задач, • Об'єктно-орієнтоване і візуальне програмування, • Математичне моделювання фізичних процесів і систем.
Коротка анотація дисципліни	Призначенням навчальної дисципліни є оволодіння студентами однією із сучасних алгоритмічних мов програмування та освоєння числових методів для розв'язування задач математичного моделювання. Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам відповідні теоретичні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі обчислювальної фізики.
Мета та цілі дисципліни	Мета: одержання студентами знань і практичних навичок алгоритмізації, створення, налагодження та тестування програм. Велика увага приділяється сучасним технологіям розробки програм в умовах багаторазового використання створених програм, роботі обчислювальних систем у реальному часі, вивчення та дослідження чисельних методів обробки результатів фізичного експерименту, вивчення та дослідження особливостей чисельного моделювання фізичних процесів і систем. Завдання: навчити студентів самостійно створювати, налагоджувати та тестувати програми комп'ютерного моделювання фізичних процесів і систем.

<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання: Підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 544 с. 2. Хвищун І.О. Методи і алгоритми комп'ютерної обробки експериментальних результатів: Навчально-методичний посібник з курсу "Програмування і математичне моделювання" -Львів 1998. -43 с. 3. Ковалюк Т.В. Основи програмування: Видавнича група ВНУ, 2005.- 384 с. 4. Ковалюк Т. В. Алгоритмізація та програмування: Підручник. — Львів: «Магнолія 2006», 2013. —400 с. 5. Шпак З.Я.Програмування мовою С: Навчальний посібник. - Львів: Оріяна-Нова, 2006. - 432 с. 6. Васильєв О. Програмування на С++ в прикладах і задачах : Навч. посіб. / О. Васильєв. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. – 382 с. 7. П. Караванова. Основи алгоритмізації та програмування. 750 задач з рекомендаціями та прикладами. – К.: Форум, 2002. 8. Дияк І.І. Пропедевтика прикладного програмування. К.: 1994 - 176 с. 9. Глинський Я .М .С++ і С++ Builder / Я.М. Глинський , В.Є. Анохін, В.А. Рязька. – Львів : Вид - во " Деол", СПД Глинський , 2003. – 192 с. 10. Грицюк Ю.І . Програмування мовою С++: навч. посібн. / Ю. І. Грицюк , Т.Є . Рак. – Львів : Вид-во Львівського ДУ БЖД, 2011. – 292 с. 11. Шрюфер Е. Обробка сигналів: Цифрова обробка дискретизованих сигналів: Підручник. - К.: Либідь,1992. - 296 с. 12. Ю. А. Белов, Т. О. Карнаух, Ю. В. Коваль, А. Б. Ставровський. Вступ до програмування мовою С++. Організація обчислень : навч. Посіб - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет, 2012. – 175 с. 13. Войтенко В.В., Морозов А. В. С/С++: Теорія та практика: навчально-методичний посібник. Житомир: Житомирський держ. технолог. Ун-т, 2004. – 324 с. 14. Stroustrup В. The Design and Evolution of С / Дизайн і еволюція С++. 15. С++. Основи програмування. Теорія та практика: підручник / О.Г. Трофименко, Ю.В. Прокоп, І.Г. Швайко, Л.М. Буката та ін.; за ред. О.Г. Трофименко. Одеса: Фенікс, 2010. – 544 с. 16. Трофименко О.Г. С++. Алгоритмізація та програмування : підручник / О.Г. Трофименко, Ю.В. Прокоп, Н.І. Логінова, О.В. Задерейко. 2-ге вид. перероб. і доповн. – Одеса : Фенікс, 2019. – 477 с. 17. Сплайн-функції та їх застосування / Б.П.Довгий, А.В.Ловейкін, Є.С.Вакал, Ю.Є.Вакал. – К.:Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2016. – 117 с. 18. Сплайни в цифровій обробці даних і сигналів / Шутко М.О., Шелевицький І.В., Шутко В.М., Колганова О.О. – Кривий Ріг: “Видавничий дім”, 2008. – 231 с. 19. Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, О. М. Шушура. Моделювання систем та процесів. Методи обчислень. /Навчальний посібник. Під загальною редакцією Р.Н. Кветного, т.1(193
--	--

	<p>с.), т.2 (233 с.).- Вінниця, ВНТУ,-2013.</p> <p>20. Єжов С.М. Методи обчислень: Навчальний посібник.К.: ВПЦ “Київський університет”, 2001. – 140 с.</p> <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системи онлайн-освіти: https://prometheus.org.ua/, https://www.coursera.org, http://www.udacity.com, 2. https://www.bestprog.net/uk/sitemap_ua/c/ 3. https://www.tutorialspoint.com/cplusplus/cpp_object_oriented.htm 4. https://www.learncpp.com/cpp-tutorial/ 5. https://www.codesdope.com/cpp-oop/ 6. http://www.cplusplus.com 7. http://cpp.dp.ua
Обсяг курсу	8,0 кредитів ЄКТС, 240 годин, з яких 112 годин аудиторних занять, з них 48 годин лекцій, 64 годин лабораторних занять, та 128 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Курс формує такі загальні компетентності (ЗК):</p> <p><i>Загальні компетентності:</i></p> <p>ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК9. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p><i>Програмні результати навчання (ПРН), на досягнення яких спрямоване вивчення курсу:</i></p> <p>ПРН14. Аналізувати фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.</p> <p>ПРН18. Користуватися математичним апаратом фізики, застосовувати математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.</p> <p>ПРН21. Добирати міжпредметні зв'язки курсів фізики в базовій середній школі з метою формування в учнів природничо-наукової компетентності відповідно до вимог Державного стандарту загальної середньої освіти з освітньої галузі «Природознавство».</p>
Ключові слова	Алгоритм, процедурне програмування, С, С++, чисельні методи, математичне моделювання
Формат курсу	Очний
	проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл.1 і табл. 2
Підсумковий контроль, форма	<p>Поточний контроль: усне та письмове опитування, модульні тести, захист лабораторних робіт.</p> <p>Підсумковий контроль: залік у кінці 1 семестру, іспит у кінці 2 семестру.</p> <p>Форма: комбінований.</p>
Пререквізити	Для вивчення курсу необхідні знання з таких предметів: “Вища математика”, “Загальна фізика”.
Навчальні методи та техніки, які будуть	Використовуються такі методи навчання: а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та

<p>використовуватися під час викладання курсу</p>	<p>поточний) під час виконання лабораторних робіт; б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами та графіками; в) <i>практичні</i> – виконання лабораторних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних об'єктів.</p>
<p>Необхідне обладнання</p>	<p>персональний комп'ютер, операційні системи (Windows, Linux), спеціальне програмне забезпечення (Code::Blocks, Microsoft Visual Studio), загальноновживані комп'ютерні програми, проектор</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні/самостійні тощо: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40. • контрольні заміри (модулі): 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10. • іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до екзамену</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Парадигми програмування. Особливості процедурно-модульної парадигми. Мови програмування, що її підтримують. 2. Структура найпростішої програми на C ++. Процес компіляції. 3. Базові типи C ++. Змінні, константи і літерали. Приведення типів. 4. Оператор присвоювання. Арифметичні оператори. Оператори порівняння і логічні оператори. Порядок дій (пріоритет операторів). 5. Використання бібліотечних функцій на прикладі заголовного файлу <code>cmath</code>. 6. Розгалуження в програмі. Умовний оператор і оператор множинного вибору. 7. Запис логічних виразів у C++. 8. Оператори для організації циклів. 9. Стандартні потоки введення / виводу. Засоби роботи з потоками вводу / виводу. Спеціальні символи (символ переносу рядка, символ табуляції, символ кінця рядка). 10. Псевдовипадкові числа. Генерація псевдовипадкових чисел на C++. 11. Масиви в C ++. Алгоритми сортування. Багатовимірні масиви. 12. Функції в C ++. Прототип і опис функції. Формальні і фактичні параметри. 13. Засоби роботи з файлами у C++. 14. Розв'язання нелінійних рівнянь (метод половинного ділення). 15. Розв'язання нелінійних рівнянь (метод Ньютонів). 16. Обчислення визначених інтегралів (методи прямокутників, трапецій). 17. Обчислення визначених інтегралів (метод Сімпсона). 18. Розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь (метод Гауса, алгоритм, теорія).

	<p>19. Розв'язування системи нелінійних алгебраїчних рівнянь (метод Ньютона, алгоритм, теорія).</p> <p>20. Спектральний аналіз періодичних процесів. Алгоритм побудови ряду Фур'є.</p> <p>21. Інтерполювання даних фізичного експерименту. Локальне та глобальне інтерполювання. Алгоритм побудови глобального поліному Лагранжа.</p> <p>22. Локальне інтерполювання згідно з методикою Ейткена.</p> <p>23. Інтерполювання сплайнами. Формула кубічного сплайну.</p> <p>24. Усереднення результатів фізичного експерименту, які отримані з похибками. Апроксимування експериментальних результатів методом найменших квадратів (МНК).</p> <p>25. Розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явний метод Ейлера.</p> <p>26. Основні ідеї об'єктно-орієнтованої технології програмування.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Програмування і математичне моделювання фізичних процесів та систем»

Тиждень	Назва теми	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Вступ. Задачі курсу ПММ. Термінологія. Література. Порядок виконання лабораторного практикуму. Становище із видами забезпечень курсу: технічним, інформаційним, математичним, програмним і методичним. Історія розвитку обчислювальної техніки.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
2	Тема 1. Основні етапи розв'язування задач на ЕОМ: а) постановка задачі; б) вибір математичного методу розв'язування; в) складання алгоритму; г) запис його на мові програмування; д) налагодження та тестування програми; е) розв'язування задачі. Розгляд типів задач, які розв'язують на ПК. Поняття алгоритму. Властивості алгоритму. Форми запису алгоритмів: а) словесна; б) блок-схеми; в) блок-діаграми; г) навчальна алгоритмічна мова. Мови програмування високого та машинного рівнів.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
3	Тема 2. Інтегроване середовище розробника. Складові частини: екранний редактор (Edit); компілятор; налагоджувач (Debug); допомога (Help); приклади. Запуск IDE. Знайомство з його багатоекранною системою, і командами спадаючого меню. Вивчення функцій екранного редактора: переміщення курсору; робота з блоками: стирання переміщення і копіювання. Запис блоку в буфер та на диск і зворотні операції. Набір тексту в екранному редакторі і освоєння	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень

	основних його функцій.		
4	Тема 3. Елементи мови C та C++. Алфавіт. Службові слова. Ідентифікатори. Прості (скалярні) типи даних: цілі, дійсні, символьні, булівські, вказівники та їх опис. Сумісність типів. Структура програми. Правила запису чисел різних типів згідно з правилами мови C. Типи операцій: унарні і бінарні. Операції з логічними, арифметичними і символьними даними. Пріоритет операцій. Програмування складних арифметичних виразів.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
5	Тема 4. Поняття оператора. Прості оператори: присвоєння; умовного переходу, та правила їх використання. Константи, мітки. Програмування складних логічних виразів. Оператори вводу/виводу. Оператор розгалуження IF. Його повна і неповна форми. Вкладеність операторів IF. Оператор вибору SWITCH. Основні правила його застосування. Графічні блок-схеми операторів IF і SWITCH. Програмування програми-калькулятора на основі оператора CASE. Програмування та дослідження програми: метод половинного ділення для розв'язування рівняння $f(x)=0$. Розв'язування нелінійних алгебраїчних рівнянь. Алгоритм методу половинного ділення.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
6	Тема 5. Цикли. Типи циклів: із відомим числом повторень та ітераційні. Параметр циклу. Оператор FOR.... Вкладеність циклів. Ітераційні цикли WHILE ... DO - (з передумовою) і - (з післяумовою). Графічні блок-схеми циклів. Ітераційні цикли. Метод простої ітерації. Метод січних. Алгоритм методу Ньютона.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
7	Тема 6. Підпрограми. Процедурне програмування. Функції та їх структура.. Основні стандартні функції C. Бібліотечні процедури і функції. Виклик функцій у програмі. Правила опису функцій користувача мовою C. Параметри формальні і фактичні. Ідентифікатори локальні і глобальні. Програмування функцій для обчислення скінчених сум; обчислення периметрів геометричних фігур і ін. Опис процедур користувача. Вихідні і вхідні параметри. Поняття про рекурсивні функції.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
8	Тема 7. Обчислення скінчених сум. Методи обчислення визначених інтегралів. Алгоритм та програма обчислення визначених інтегралів згідно з методами прямокутників, трапецій і Сімпсона на основі функції обчислення суми. Оцінка похибок в обчисленні означених інтегралів. Алгоритм обчислення визначених інтегралів із наперед заданою похибкою, Генерування випадкових чисел функцією Random. Метод Монте-Карло для знаходження визначених інтегралів.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень

9	Тема 8. Масиви (Array) даних простих типів. Масиви одновимірні, двовимірні та багатовимірні. Способи заповнення масивів числовими значеннями. Індеси. Використання масивів у ариф-метичних виразах. Вивчення способів введення чисел в масиви з клавіатури та виведення на екран масивів у вигляді таблиць. Алгоритми знаходження максимального і мінімального елементів масивів. Сортування елементів одновимірного масиву.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
10	Тема 9. Введення/виведення векторів і матриць. Додавання двох векторів і двох матриць. Програма множення двох прямокутних матриць. Пошук найбільшого та найменшого елементів масиву. Комп'ютерна матрична алгебра у фізичних задачах. Типи матриць. Поняття виродженої та погано обумовленої матриці. Спектральний радіус матриці. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) $A \cdot x = b$. Алгоритм методу Гауса із вибором ведучого елемента.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 4 год	1 тиждень
11	Тема 10. Графічний режим роботи. Правила побудови графіків аналітичних функцій. Коефіцієнти масштабування, побудова “плаваючих” осей координат. Налагодження програм засобами IDE. Покрокове виконання програми, виконання “до курсора”. Встановлення точок зупинки. Трасування програм, які були розроблені раніше для дослідження можливостей Debug.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
12	Тема 11. Спектральний аналіз періодичних процесів. Розклад нелінійних періодичних функцій у ряд Фур'є. Обчислення дискретного спектру. Алгоритм побудови ряду Фур'є.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 4 год	1 тиждень
13	Тема 12. Інтерполювання даних фізичного експерименту. Скінчені різниці: низхідні, висхідні і центральні. Обчислення похідних вищих порядків з допомогою скінченних різниць. Локальне та глобальне інтерполювання. Алгоритм побудови глобального поліному Лагранжа. Ал-горитм локального інтерполювання згідно з методикою Ейткена.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
14	Тема 13. Робота з файлами. Обмін даними з файлами. Файли і потоки. Функції введення/виведення даних. Буферизація даних. Функції відкриття/закриття та перескерування потоків. Форматне введення/виведення даних. Текстові файли. Бінарні файли, обмін блоками даних.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
15	Тема 14. Інтерполювання при рівновіддалених вузлах. Алгоритм побудови інтерполяційного поліному Ньютона на основі центральних розділених різниць. Сплайни. Формула кубічного сплайну.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
16	Тема 15. Структури і об'єднання в C++.	Лекції – 2 год,	1 тиждень

	Опис шаблонів структур. Опис структур-змінних. Доступ до компонент структури. Анонімний опис структури і оператор задання типу typedef. Об'єднання.	самостійна робота – 2 год	
17	Тема 16. Усереднення результатів фізичного експерименту, які отримані з похибками. Апроксимування експериментальних результатів методом найменших квадратів (МНК). Базові функції: степенева, експонента. Алгоритм побудови апроксимаційного полінома згідно МНК.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні
18	Тема 17. Об'єктно-орієнтована технологія програмування. Відмінності і переваги об'єктно-орієнтованого програмування у порівнянні з модульно-процедурним підходом. Поняття про об'єкти в програмуванні. Приклади об'єктів. Правила створення об'єктів. Інформаційні поля і методи об'єкта. Порівняння структури об'єкта і структури запису. Спеціальні функції-елементи: конструктори, деструктори. Операція присвоєння. Операції класу new, delete. Дружні класи, дружні функції. Перевантаження функцій-елементів. Перевантаження операцій. Статичні елементи. Константні об'єкти. Наслідування класів.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні
19	Тема 18. Візуальні методи розробки програм Інтегроване середовище швидкої побудови програм його складові частини. Запуск IDE. Вивчення структури його головного вікна. Стрічка заголовка. Стрічка меню. Панель інструментів. Палітри компонент. Проектувальник форм та його функції. Вікно редактора коду. Написання програмного коду. Створення процедури обробки подій. Зв'язування процедури з обробником подій. Стирання процедур обробки подій. Засоби налагодження (Debugging) проектів у IDE.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні
20	Тема 19. Математичне моделювання фізичних процесів і систем. Моделювання на мікро, макро та мета - рівні. Види математичних моделей та вимоги до них. Приклади моделей з різних розділів фізики.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні
21	Тема 20. Моделювання статичних режимів. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Метод простої ітерації. Умови та швидкість збіжності. Алгоритм методу Ньютона та його характеристики. Два способи обчислення матриці Якобі. Метод Ньютона-Рафсона.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні
22	Тема 21. Моделювання динамічних процесів. Класифікація методів розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Алгоритм явного методу Ейлера. Методи Рунге-Кутта (РК). Алгоритм методу РК четвертого порядку. Формули методу Рунге-Кутта-Фельберга.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні
23	Тема 22. Жорсткість математичних моделей	Лекції – 2 год,	2 тижні

	фізичних систем. Особливості розв'язання жорстких дифрівнянь. Алгоритм неявного методу Ейлера. Способи автоматичного вибору кроку інтегрування. Поняття про багатокрокові методи. Оцінки властивостей ММ на основі дослідження спектрального радіуса матриці Якобі. Зведення матриць до форми Гессенберга. QR-алгоритм.	самостійна робота – 2 год	
24	Тема 23. Сучасні математичні пакети для розв'язування фізичних задач. Характеристика сучасних математичних пакетів MathCad, MatLab, Maple. Розв'язання фізичних задач в середовищі Maple: вхідна мова, функції, символні обчислення, графіка. Створення великих програмних комплексів.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год	2 тижні

Таблиця 2

Теми лабораторних занять

Тиждень	Назва теми	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Знайомство з програмним середовищем Code::Blocks. Створення простої програми	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	1 заняття
2	Лінійні алгоритми. Створення першої власної програми, використання оператора cin, опис змінних різних типів, форматований вивід.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	1 заняття
3	Алгоритми з розгалуженням. Використання операторів умови if, вибору switch для програмування алгоритмів з розгалуженням; оператор безумовного переходу.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	2 заняття
4	Циклічні алгоритми. Використання операторів циклу FOR, WHILE, DO WHILE для табулювання функцій.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	1 заняття
5	Ряди. Використання операторів циклу для розрахунку сум та послідовностей.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	2 заняття
6	Функції. Розв'язування нелінійних рівнянь методом половинного ділення	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	1 заняття
7	Функції. Розв'язування нелінійних рівнянь методом Ньютона	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	2 заняття
8	Розрахунок визначеного інтегралу. Методи прямокутників, трапецій, Сімпсона	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	2 заняття
9	Одновимірні і багатовимірні масиви. Робота з одновимірними і двовимірними масивами.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	2 заняття

10	Задачі лінійної алгебри. Множення матриць. Транспонування матриць. Розв'язування системи лінійних рівнянь методом Гауса.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3,5 год.	2 заняття
11	Розв'язування систем нелінійних рівнянь. Розв'язування системи нелінійних рівнянь методом простих ітерацій і методом Ньютона.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 4 год.	2 заняття
12	Побудова графіка функції. Робота з програмою gnuplot, графічне представлення функціональних залежностей і табличних даних	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3 год.	2 заняття
13	Розклад в ряд Фур'є	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 4 год.	2 заняття
14	Інтерполяція даних за поліномом Лагранжа.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3 год.	2 заняття
15	Інтерполяція сплайнами.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3 год.	2 заняття
16	Файли. Метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3 год.	2 заняття
17	Розв'язування звичайних дифрівнянь. Алгоритм явного методу Ейлера. Методи Рунге-Кутта.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3 год.	2 заняття
18	Розв'язання жорстких дифрівнянь. Алгоритм неявного методу Ейлера.	лабор. заняття – 2 год., самостійна робота – 3 год.	2 заняття