

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція  
«Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2018)»

17-18 травня 2018 року

Збірник матеріалів

Електронне мережне наукове видання

Вінниця  
ВНТУ  
2018

УДК 001  
М58

**Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України**

Головний редактор: В. В. Грабко  
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов  
Робоча група з підготовки конференції:  
Голова – Павлов С. В. – проректор з наукової роботи;  
Співголова – Михалевич В. М. – д. т. н., проф., завідувач кафедри вищої математики;  
Заступник голови – Петрук В. А. – д. пед. н., проф. каф. вищої математики;  
Члени групи:  
Савчук Т. О. – проф. каф. КН, начальник навчального відділу ВНТУ;  
Прадівлянний М. Г. – директор центру міжнародних зв'язків;  
Боцула М. П. – начальник ЦДО, доц. каф. КЕЕМІГ;  
Розводюк М. П. – директор загально університетського центру нових навчально-наукових комп'ютерних технологій;  
Азаров О. Д. – д. т. н., проф., декан ФІТКІ;  
Власюк А. І. – директор ІРВЦ ВНТУ;  
Хом'юк І. В. – д. пед. н., проф. каф. вищої математики;  
Кирилашук С. А. – к. пед. н., доц. каф. вищої математики;  
Бондаренко З. В. – к. пед. н., доц. каф. вищої математики;  
Прозор О. П. – к. пед. н., доц. каф. вищої математики.

Матеріали міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції  
М58 «Проблеми математичної освіти: виклики сучасності (2018)» [Електронне мережне наукове видання] : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 14,1 Мб.

ISBN 978-966-641-733-9

Збірник містить тексти доповідей Міжнародна науково-методичної Інтернет-конференція «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2018)».

Конференція проходила 17-18 травня 2018 року на базі Вінницького національного технічного університету з метою вивчення досвіду, проблем та перспектив найбільш ефективного та економного навчання математики при сучасних до неї вимогах; використання нових технологій навчання, обговорення питань науково-методичного супроводу викладання математичних дисциплін; розробки і застосування інформаційно-комунікаційних та інноваційних педагогічних технологій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-733-9

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2018

## Зміст

### Методологічні аспекти розбудови сучасної математичної освіти

<i>Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ВИКОРИСТАННЯ ОПОРНИХ КОНСПЕКТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	1
<i>Катерина Власенко</i> ПРО ПІДГОТОВКУ ДО ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ КАФЕДРОЮ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ДДМА.....	4
<i>Валерій Іванович Кравченко</i> МОДЕЛЬ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ СИСТЕМИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ СТУДЕНТІВ ВИПУСКАЮЧОЇ КАФЕДРИ КІТ.....	7
<i>Катерина Власенко, Ольга Ровенська, Віктор Паламарчук</i> ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ОБЛАСНОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З МАТЕМАТИКИ, ПРИСВЯЧЕНОЇ 100-РІЧНОМУ ЮВІЛЕЮ НАН УКРАЇНИ.....	9
<i>Ольга Ровенська</i> РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «ВИБРАНІ ПИТАННЯ КУРСУ «ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ».....	17
<i>Олена Олександрівна Чумак</i> ПРО ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ МАЙБУТНІХ АРХІТЕКТОРІВ ДО НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	22
<i>Олена Михайлівна Дзедожджула</i> РОЛЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ У ФОРМУВАННІ ГРАФІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ІНЖЕНЕРА.....	24
<i>Майя Борисівна Ковальчук</i> АЛГОРИТМІЧНІ ВМІННЯ ЯК ОСНОВА ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ.....	26
<i>Олена Василівна Чугунова</i> НАВЧАЛЬНО-МАТЕМАТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ЗАСАДНИЧИЙ ЧИННИК РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ.....	29
<i>Людмила Іванівна Новицька</i> ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ АГРАРНИХ ВНЗ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	31
<i>Світлана Діхтенко, Сергій Колесников</i> ПРО МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ У ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИКИ І ФІЗИКИ НА ДОДАТКОВИХ ЗАНЯТТЯХ.....	34
<i>Ірина Петрівна Шаталюк</i> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ.....	36
<i>Анатолій Григорович Дем'яненко</i> СУЧАСНА ІНЖЕНЕРНА ТА МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА В УКРАЇНІ: ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ, РЕАЛІЇ, ТЕНДЕНЦІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ.....	39
<i>Олександр Федорович Шевчук</i> ОЦІНКА ЗВ'ЯЗКУ МІЖ КОНКУРСНИМ БАЛОМ ТА РЕЗУЛЬТАТАМИ УСПІШНОСТІ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У СТУДЕНТІВ ЕКОНОМІЧНОГО НАПРЯМКУ.....	44
<i>Людмила Іванівна Новицька</i> ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ В КУРСІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	46
<i>Liliia Stepanivna Ozyranska, Kовтонюк Маряна Михайлівна</i> АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОЇ ЕВРИСТИКИ.....	49
<i>Ірина Володимирівна Хом'юк, Максим Романович Обертюх</i> ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	55
<i>Ольга Мусіївна Кравчук</i> ДЕЯКІ АСПЕКТИ САМООСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ.....	58
<i>Анатолій Йосипович Островський</i> МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНО-ОРІЄНТОВАНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ НАВЧАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН.....	64
<i>Валентина Анатоліївна Войтовик</i> АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЛЯ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ.....	67
<i>Юлія Олександрівна Баруліна</i> АНАЛІЗ ВИВЧЕННЯ ПРЕДМЕТІВ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ «МАТЕМАТИКА» УЧНЯМИ СТАРШОЇ ШКОЛИ.....	69
<i>Валентина Моторина</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСТУПНОСТІ У ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ У ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	72
<b>Теоретико-методологічні та психологічні аспекти створення і впровадження інформаційно-комунікаційних та інноваційних технологій навчання</b>	
<i>Сергій Леонідович Загребельний, Олександр Анатолійович Костіков</i> ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТЕСТУЮЧОЇ СИСТЕМИ «АЙРЕН» ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ У ТЕХНІЧНОМУ ВУЗІ.....	75
<i>Ірина Вікторівна Сітак</i> ВИКОРИСТАННЯ САЙТУ ДЛЯ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ З КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК.....	77
<i>Ігор Володимирович Степура</i> ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД: ІСТОРІЯ, МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ, АНАЛОГІЇ ТА ЙОГО МІСЦЕ В СУЧАСНИХ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ МОДЕЛЯХ.....	79
<i>Галина Миколаївна Ковтонюк</i> ПРО ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО САЙТУ ВИКЛАДАЧА У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ.....	99
<i>Галина Григорівна Кашиканова</i> ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН.....	101
<i>Оксана Віталіївна Ключко</i> КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ МЕНЕДЖЕРІВ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З УРАХУВАННЯМ МОЖЛИВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ.....	106
<i>Анастасія Григорівна Смиреньська, Стервоєдов Микола Григорович</i> РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ «ЦИФРОВА КАФЕДРА».....	110
<i>Юрій Валерійович Гришук, Оксана Вікторівна Гришук</i> НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	116
<i>Галина Володимирівна Ткачук</i> МОТИВАЦІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ ЯК ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	119

<i>Яна Володимирівна Усатюк, Олександра Вікторівна Полякова</i> ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ .....	122
<i>Яна Володимирівна Усатюк, Єлизавета Василівна Губернат</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС .....	124
<i>Віталій Дубовик</i> ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КВЕСТ-ПОСІБНИКА В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ.....	127
<i>Сергій Васильович Дядюн</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ .....	129
<i>Костянтин Олександрович Метешкін, Сергій Васильович Дядюн, Ольга Вікторівна Зелінська</i> PROBLEMS OF HIGHER EDUCATION ENGINEERING IN UKRAINE AND HOW TO SOLVE THEM.....	141
<i>Дмитро Сергійович Джога, Галина Володимирівна Ткачук</i> ЗАСТОСУВАННЯ JAVASCRIPT У ПРОЦЕСІ СТВОРЕННЯ ОСВІТНЬОГО САЙТУ .....	145
<i>Віталій Іванович Клочко, Альона Анатоліївна Коломієць</i> ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ШКОЛИ .....	148
<i>Анастасія Анатоліївна Кальчук</i> НЕТРАДИЦІЙНІ ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ.....	152
<i>Євгенія Іванченко, Олег Маслій</i> ДО ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ВІЙСЬКОВИХ ВНЗ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МЕТОДИК.....	155
<i>Володимир Маркусович Михалевич, Ярослав Володимирович Крупський, Неля Михайлівна Кириленко</i> ПОСДНАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ УЧНІВ З ПРОВЕДЕННЯМ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ІКТ.....	157
<i>Олександра Миколаївна Потапова</i> ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ІКТ .....	163
<b>Математика та математичне моделювання</b>	
<i>Олександр Вікторович Періг, Олександр Анатолійович Костіков, Олексій Вікторович Ларічкін, Олександр Миколайович Стадник</i> МОЖЛИВОСТІ JMODELICA.ORG ЯК ОСВІТНЬОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ .....	165
<i>Валерій Іванович Кравченко, Олександр Володимирович Жартовський</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАЙКРАЩОГО НАБЛИЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ .....	168
<i>Валерій Іванович Кравченко, Михайло Петрович Богдан</i> МАТЕМАТИЧНО – ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ МЕНЕДЖЕРА КОНТАКТ – ЦЕНТРУ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА .....	171
<i>Віктор Астахов, Геннадій Буланов</i> ОН-ЛАЙН МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЯХ.....	177
<i>Сергій Миколайович Бак</i> ПРО ІСНУВАННЯ СТОЯЧИХ ХВИЛЬ ДЛЯ ДИСКРЕТНОГО НЕЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ ТИПУ ШРЕДІНГЕРА НА ДВОВИМІРНІЙ ГРАТЦІ.....	179
<i>Володимир Дмитрович Дереч</i> ON FINITE SEMIGROUPS FOR WHICH THE INVERSE MONOID OF LOCAL AUTOMORPHISMS IS A CONGRUENCE-PERMUTABLE SEMIGROUP .....	182
<i>Наталія Василівна Сачанюк-Кавецька, Ірина Бондаренко</i> ЦИКЛІЧНЕ КОДУВАННЯ ДАНИХ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛОГІКО-ЧАСОВИХ ФУНКЦІЙ У ФОРМІ ПОЛІНОМІВ .....	187
<i>Ярослава Віталіївна Шмулян, Леся Андріївна Вотякова</i> ІЗОМОРФІЗМ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД КОНСТРУЮВАННЯ ЧИСЛОВИХ СИСТЕМ.....	191
<i>Олександр Олексійович Безносюк</i> ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ .....	195
<i>Інна Володимирівна Онопченко</i> ЗАЛУЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ МАЙБУТНІХ МЕНЕДЖЕРІВ.....	203
<i>Юлія Леонідівна Жаловага</i> ІНТЕГРАЛ ПУАССОНА-ЧЕБИШЕВА .....	207
<i>Інна Миколаївна Стоцька</i> ЛАНЦЮГОВІ ДРОБИ В ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОСТОРАХ .....	210
<i>Наталія Василівна Літвін</i> АСИМПТОТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ У СТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМІ .....	214
<i>Олена Володимирівна Кравчук</i> ЛІНІЙНІ МЕТОДИ, ЩО ЗАДАЮТЬСЯ ПРЯМОКУТНИМИ МАТРИЦІЯМИ.....	218
<i>Сергій Петрович Десятський</i> ПРО ЗАСТОСУВАННЯ КВАЗІКОНФОРМНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ ВАРІАЦІЇ ФУНКЦІЙ, ОДНОЛИСТИХ У БАГАТОЗВ'ЯЗНИХ КРУГОВИХ ОБЛАСТЯХ .....	221
<i>Сергій Володимирович Івахненко, Валентина Володимирівна Івахненкова</i> ЗАКОН БЕНФОРДА В АУДИТІ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ.....	226
<i>Юлія Каишельян</i> ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ НЕЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ .....	231
<i>Ольга Анатоліївна Ярмолюк</i> ПРО ІНТЕГРАЛ В СИМЕТРИЧНОМУ Q-АНАЛІЗІ.....	233
<i>Анастасія Миколаївна Шведюк</i> ПЕРВІСНА ТА ІНТЕГРАЛ У КВАНТОВОМУ N -АНАЛІЗІ.....	235
<i>Любов Андріївна Тютюн, Тимчишена Ірина Андріївна</i> ЧУДОВІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЛЕМНІСКАТИ БЕРНУЛЛІ .....	237
<i>Віктор Григорович Дзись</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОСТУ РОСЛИН .....	242
<i>Олена Миколаївна Дячинська</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ РОСТУ РОСЛИН .....	244
<i>Віктор Андрійович Матвійчук, Володимир Маркусович Михалевич, Ірина Анатоліївна Бубновська</i> ОЦІНКА ДЕФОРМОВАНOSTІ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ВАЛЬЦЮВАННІ ЗА СХЕМАМИ В ДВА І БІЛЬШЕ ПЕРЕХОДІВ .....	246
<i>Володимир Маркусович Михалевич, Вальдемар Вуйцик, Володимир Олександрович Краєвський, Вадим Васильович Василюк, Василь Васильович Шевченко</i> ЗАДАЧА ПРО ВІДСТАНЬ ВІД ТОЧКИ ДО ПРЯМОЇ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ТЕОРІЄЮ ПІДСУМОВУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ .....	251

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ РОСТУ РОСЛИН

Вінницький національний аграрний університет

## Анотація

Проаналізовано рівняння росту Чантера. Побудовано криві Чантера, логістичну і Гомпертца.

**Ключові слова:** математичне моделювання, функція росту, суха речовина, питомий темп росту.

## Abstract

The Chanter growth equation is analyzed. Chanter, logistic and Gompertz curves are built.

**Keywords:** mathematical modeling, growth function, dry matter, specific growth rate.

## Вступ

Для дослідження розвитку рослин крім аналітичної залежності між біологічними параметрами важливу роль відіграють криві росту. Досить важко знайти аналітичну функцію, яка б описувала ріст рослин в широкому діапазоні зміни зовнішніх умов і біологічних параметрів. Саме ця обставина стимулює розвиток моделювання росту рослин [1].

Метою даної роботи є дослідження кривої росту Чантера, яка є гібридом рівнянь Гомпертца і логістичного.

## Результати дослідження

Ріст та розвиток живих організмів можна описати за допомогою функцій росту, які відображають математичну залежність кількості сухої речовини від часу. Розглянемо найбільш поширені рівняння росту: логістичне, Гомпертца і Чантера [1,2].

Проаналізуємо рівняння Чантера

$$M = \frac{M_0 \cdot B}{M_0 + (B - M_0) \cdot \exp\left\{-\left[\mu(1 - e^{-Dt})/D\right]\right\}}, \quad (1)$$

де  $M$ ,  $M_0$ ,  $B$ ,  $\mu$ ,  $D$  – параметри, які мають біологічний зміст.

Нехай  $M = 100 \text{ г}$  – маса сухої речовини на період збору урожаю;  $M_0 = 1 \text{ г}$  – маса сухої речовини рослини в момент часу  $t = 0$ ;

$$B = \frac{M \cdot M_0 \cdot (e^{\mu/D} - 1)}{M_0 \cdot e^{\mu/D} - M} \quad (2) \text{ – доступність живильного середовища;}$$

$\mu = 0,5$  – питомий темп росту;

$D$  – показник ускладнення, який характеризує зміну  $\mu$  з розвитком рослини.

При виведенні логістичного рівняння приймають, що темп росту рослини регулюється ресурсом живильного середовища. У рівнянні Гомпертца припускають, що ресурс живильного середовища необмежений, тобто енергія росту не зазнає впливу і пропорційна сухій масі, причому питомий темп росту постійний [1].

Підбираючи значення для  $D$  із інтервалу  $0 \leq D \leq \mu / [\ln(M / M_0)]$ , можна побудувати сімейство кривих, яке обмежене ліворуч логістичною кривою, а праворуч – кривою Гомпертца. При  $D \rightarrow 0$  (наприклад,  $D = 0,00086$ ), і  $B$  визначеного за формулою (2), рівняння (1) переходить у логістичне. При  $D \rightarrow \mu / [\ln(M / M_0)] = 0,1086$  – у криву Гомпертца, при  $D = 0,05$  крива знаходиться між логістичною кривою і кривою Гомпертца. Всі криві мають однакові значення початкової і кінцевої сухої маси рослини та початковий питомий темп росту. Точка перегину в міру збільшення  $D$  зміщується в сторону більших значень часу. Крива Гомпертца демонструє більш швидкий ріст у початковій фазі, більш повільне наближення до асимптоти і більш протяжну лінійну ділянку на кінцях точки перегину.

Результати моделювання наведено на рис.1.

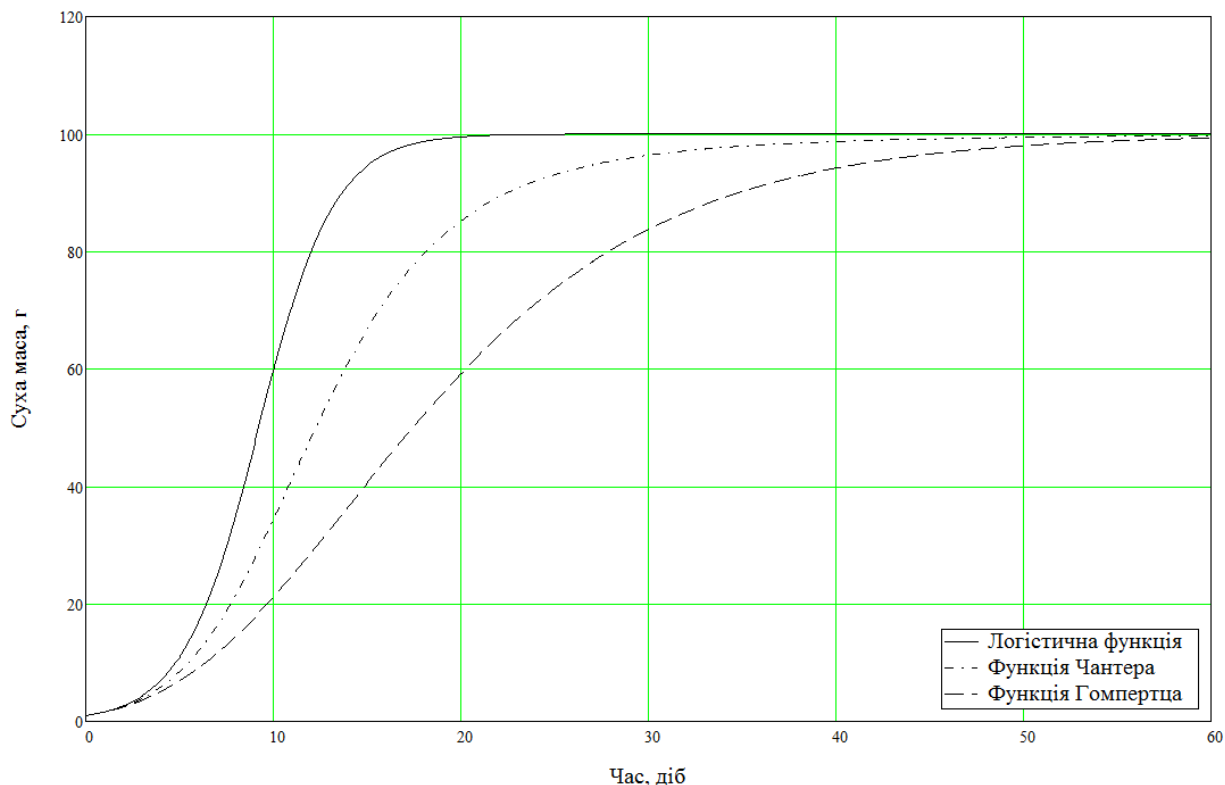


Рис.1 Функція росту Чантера

### Висновки

Досліджено рівняння росту Чантера. Змінюючи значення параметра ускладнення  $D$ , побудовано криві росту Чантера, логістичну і Гомпертца. Результати роботи можуть бути використані при розробці динамічних моделей росту рослин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. М. Польовий. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2013. – 433 с.
2. І. М. Вергунова. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. – К.:Нора-прінт, 2000. – 146 с.

*Дчинська Олена Миколаївна* – асистент кафедри математики, фізики та комп'ютерних технологій, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, email: [olena.diachynska@gmail.com](mailto:olena.diachynska@gmail.com)).

*Diachynska Olena M.* – Lecturer of the Department of Mathematics, Physics and Computer Technologies, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., email: [olena.diachynska@gmail.com](mailto:olena.diachynska@gmail.com)).