НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра математичного моделювання та аналізу даних

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____Наталія КУССУЛЬ

“___”_____2022 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності: 113 Прикладна математика

на тему: Протидія деструктивним інформаційним впливам на політичний контент медіа-продукції з урахуванням ігрового підходу

Виконала: студентка 4 курсу, групи ФІ-81

Миронець Аліна Володимирівна _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник доцент к.ф-м.н., Терещенко І.М. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент доцент кафедри ІБ, с.н.с., к.ф-м.н., Смирнов С. А _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студентка _____
(підпис)

Київ – 2022 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра математичного моделювання та аналізу даних

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність (освітня програма) – 113 Прикладна математика («Математичні методи моделювання, розпізнавання образів та безпеки даних»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувача кафедри
_____ Наталія КУССУЛЬ
(підпис)
«___»_____2022 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту

Миронець Аліна Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Протидія деструктивним інформаційним впливам на політичний контент медіа-продукції з урахуванням ігрового підходу,
керівник роботи к.ф-м.н., доцент Терещенко Іван Миколайович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «____ » _____ 2022 р. №

2. Термін подання студентом роботи __ червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____
_____
_____

4. Зміст роботи _____
_____
_____
_____
_____

5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) _____
_____
_____
_____

6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Отримання завданння	23.10.2021	
2	Опрацювання літературних джерел	2.11.2021-15.02.2022	
3	Пошук та аналіз статистичних даних	2.05.2022-8.05.2022	
4	Розробка математичної моделі	9.05.2022-15.05.2022	
5	Проведення чисельних експерементів	16.05.2022-20.05.2022	
6	Проведення аналізу отриманих результатів	20.05.2022-22.05.2022	
7	Оформлення отриманих теоретичних та практичних результатів у вигляді дипломної роботи	23.05.2022-3.06.2022	
8	Отримання допуску до захисту		
9	Захист дипломної роботи	23.06.2022	

Студент _____ А.В. Миронець
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи _____ І.М. Терещенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Обсяг роботи 62 сторінки, 8 ілюстрацій, 6 таблиць, 1 додаток, 13 джерел літератури.

Об’єктом дослідження є політичний контент медіа-продукції та телеаудиторія, яка його переглядає.

Предметом дослідження є перерозподіл телеаудиторії за рахунок глядачів закритих телеканалів.

В даній роботі на основі моделей множинного вибору було розглянуто задачу протидії деструктивним впливам на прикладі забезпечення інформаційної безпеки суспільства при таких структурних змінах в телебаченні, як створення нових каналів або ж припинення мовлення вже відомих. Для розв’язання даної проблеми запропонована нелінійна модель на основі множинного вибору в умовах інформаційної протидії.

Розглянуто ситуацію, коли, в силу певних причин, деякі телевізійні мовники, які політичні партії залучають з метою агітації, припиняють виходити в ефір. Для такої ситуації було змодельовано процес перерозподілу адудиторії за рахунок групи глядачів, котрі лишились без мовлення своїх телеканалів.

Ключові слова: модель множинного вибору, інформаційний вплив, умови коаліції, ігровий підхід

ABSTRACT

The volume of work 62 pages, 8 illustrations, 6 tables, 1 application, 13 literature sources.

The object of research is the political content of media products and the TV audience that watches it.

The subject of the study is the redistribution of the TV audience at the expense of viewers of closed TV channels.

In this paper, based on multiple choice models, the problem of counteracting destructive influences was considered on the example of ensuring information security of society with such structural changes in television as the creation of new channels or the cessation of broadcasting already known. To solve this problem, a nonlinear model based on multiple choice in the context of information counteraction is proposed.

The situation is considered when, for some reason, some television broadcasters, which political parties attract for the purpose of agitation, stop broadcasting. For such a situation, the process of redistribution of the audience was modeled at the expense of a group of viewers who were left without broadcasting their TV channels.

Key words: multiple choice model, informational influence, coalition conditions, game approach

Зміст

РЕФЕРАТ 4

ABSTRACT 5

ВСТУП 8

1 ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ 10

1.1 Введення 10

1.2 Основні поняття з теорії гри 10

1.3 Інтерполяція, екстраполяція, регресія 16

1.3.1 Інтерполяційний поліном Лагранжа 18

1.3.2 Лінійна інтерполяція 19

1.3.3 Загальний інтерполяційний поліном Ньютона 20

1.3.4 Регресія 21

Висновки до розділу 1 22

2 ОГЛЯД ПОШИРЕНИХ МОДЕЛЕЙ ВИБОРЧОГО ПРОЦЕСУ 24

2.1 Модель Темура Чилачави 24

2.2 Модель Кумара Мізри 26

Висновки до розділу 2 28

3 ПОСТАНОВКА ТА РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ 29

3.1 Опис проблеми 29

3.2 Пошук оптимального розв'язку 31

Висновки до розділу 3 40

4 ЧИСЕЛЬНІ РОЗРАХУНКИ 42

4.1 Вхідні дані 42

4.2 Побудова моделі 43

Висновки до розділу 4 52

ВИСНОВКИ 54

ВСТУП

Актуальність роботи. Перебіг подій у сучасному світі демонструє значущу роль актуальності використання інформаційнийного впливу та кіберпростору для досягнення поставлених цілей. На прикладі багатьох країн можна побачити як одна держава намагається вплинути і впливає на інформаційну повістку іншої. Однією зі сфер діяльності, де забезпечення безпеки набуває критичного значення, є політичні процеси всередині будь-якої країни. Оскільки, політика та інформаційний вплив, що виступає у формі агітації, інформаційних вкидів досить міцно переплетені між собою.

Мета і завдання дослідження. Метою побудова узагальненої моделі множинного вибору на основі моделей, що описують передвиборчі перегони, за допомогою якої можна визначити залежність ефективності інформаційного впливу від певних параметрів.

Завдання – дослідити випадок коли в силу певних обставин деякі телеканали, які політичні партії залучають з метою агітації, припиняють виходити в ефір. Змоделювати процес перерозподілу телеаудиторії за рахунок глядачів закритих телеканалів та проаналізувати параметри моделі, від яких залежить ефективність інформаційного впливу.

Об’єктом дослідження є політичний контент медіа-продукції та телеаудиторія, яка його переглядає.

Предметом дослідження є перерозподіл телеаудиторії за рахунок глядачів закритих телеканалів.

Методи дослідження. Метод аналізу був застосований для дослідження перерозподіл телеаудиторії за рахунок глядачів закритих телеканалів. Методом порівняння було сформульовані: множина телеканалів що аналізувались в даній роботі, а також на основі їх створення коаліцій. За допомогою методу математичного моделювання був побудовано власну моделі множинного вибору на основі вже існуючих моделей, що описують передвиборчі перегони.

Протягом даної роботи використовувалися: чисельні методи, методи машинного навчання, методи з теорії ігор.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що було отримано нову узагальнену модель множинного вибору, з допомогою якої можна моделювати процес переходу незадіяної телеаудиторії до інших телеканалів, а також проаналізувати, базуючись на отримані результати, інформаційні впливи кожного з діючих телеканалів. Крім цього, було отримано умову, за якої можна мінімізувати негативні впливи на функціонування всієї коаліції телеканалів.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає у тому, що отриману модель можна використовувати для реальних ситуацій, коли певний мовник перестає виходити в ефір. І аналізуючи отримані результати, порівнювати потужність інформаційних вісток серед діючих мовників. Більше того, використовуючи отримані умови, можна визначити яким чином запобігти деструктивним інформаційним впливам суперників.

Публікації. Основні результати роботи було надруковано в журналі “Theoretical and Applied Cybersecurity”, а також представлено у доповіді на XX Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики”.

1 ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ

1.1 Введення

В сучасному світі, використання інформаційного впливу для досягнення поставлених цілей стає дедалі актуальнішим. Нерідко можна зустріти випадки, коли одна держава намагається вплинути на іншу, і робить це за допомогою впливу на інформаційну повістку противника. Як результат, може відбутись закриття того чи іншого ЗМІ, через розповсюдження дезінформації. Тому зараз, питання про грамотну політику в сфері інформаційної безпеки стає дійсно нагальним. Оскільки сьогодні більшість сфер діяльності щільно переплітаються з інформаційним впливом. Зокрема, політика та інформаційний вплив, що виступає у вигляді інформаційних вкидів і агітацій, завжди мали тісний зв’язок.

1.2 Основні поняття з теорії гри

Говорячи неформально, то поняття «гра» включає в себе такі три компоненти:

1.Множина ходів, які здійснюють гравці. В даному випадку вони чергуються між учасниками.

2. Інформація про гру та те, як вона має відбуватись(правила). Вона може бути повною та неповною.

3. Підсумовуючий та найголовніший елемент – функція виграшу.[1]

Гра – це так звана спрощена математична модель конфліктної ситуації. Гра відрізняється від реальної конфліктної , тим що формально вона задається певними правилами, яких потрібно дотримуватись [3]. До прикладу це може бути: кількість учасників, яка має брати участь в грі або варіанти сценаріїв того, як учасники з різних сторін можуть себе вести, або навпаки, що не можна, і що

забороняється правилами. Відповідно, сторони, що зацікавлені та грають в гру – це гравці. До кожної зі сторін, може належати як одна особа, тобто гравець, так і декілька. Варто зауважити, що якщо, це група людей, то у всіх учасників повинні бути спільні інтереси та одна ідеологія, яка є кардинально іншою, в порівнянні з іншими гравцями або колективами. Оскільки саме спільні цінності, котрі суперечать цінностям суперників, об'єднують учасників в групи , колективи [2].

В кожного гравця, який бере участь у грі, є можливість формувати стратегії або ж обирати їх з множини наявних. Коли вживають термін стратегія, то під ним зазвичай розуміють список можливих дій для будь якої ситуації, яка може безпосередньо трапитись під час гри. Часто ще використовують наступне визначення: стратегія – це правило, яке за допомогою подій, що відбулись раніше, формулює вибір для учасника на кожному кроці гри [3]. Таким чином, набір стратегій – це множина стратегій, які визначені для кожного гравця, що приймає участь у грі, і які повністю відображають всі дії, що відбуваються в цій грі. Зауваження: кількість стратегій в такому наборі є рівною кількості учасників, тобто для кожного гравця передбачена лише одна стратегія. Інколи хибно вважають, що хід в грі є синонімом до поняття стратегія. Проте це далеко не так, оскільки хід – це якась одна дія в певний момент гри одного з гравців, в той момент, коли стратегія – це є план таких дій, який формується для всіх випадків, які можуть виникнути протягом гри.

Виокремлюють два основні типи стратегій: чиста та змішана [5]. В даній роботі, для нас поняття чистої стратегії є більш важливим, ніж змішаної, проте для більшого розуміння ситуації, сформулюємо обидва.

Чиста стратегія – це такий тип стратегії, який цілком визначає всю можливу поведінку гравця для всіх випадків гри, які можуть відбутись. Коли використовується стратегія такого типу, то це означає, що всі наслідки, які трапляються або ж можуть трапитись після якогось вибору учасника [4].

Змішана стратегія – це така стратегія, сенс якої полягає в тому, що довільний гравець використовує одну стратегію з набору всіх своїх можливих чистих стратегій, причому вибір він такий робить випадковим чином.

Виграш – це міра того, наскільки гравець задоволений, оскільки він забезпечив свої інтереси. В теорії ігор в якості виграшу приписується якесь певне число. Програш – це те саме числове значення, що і виграш, проте з протилежним знаком.

Можна виокремити різні типи ігор згідно з деякими критеріями. До прикладу, класифікація за кількістю гравців, що беруть участь, може бути наступною: гра двох осіб та гра n осіб.

Також можна поділити ігри за кількістю стратегій, тому вони можуть бути скінченними або нескінченними. Якщо ми говоримо про скінченну гру, то це означає, що всі гравці, до єдиного, мають скінченну кількість допустимих для вибору стратегій. Якщо ж принаймні в одного гравця є нескінченна кількість можливих стратегій, в такому разі гра вже є нескінченною [3].

Також, не менш важливими, є наступні типи ігор: коаліційні, безкоаліційні а також кооперативні. Безкоаліційні ігри – це такі ігри, в яких між гравцями заборонено створювати коаліції. Розглянемо повністю протилежний тип ігор – коаліційний, тут, на відмінну в протилежних, забезпечена можливість здійснювати коаліції. Відповідно, в кооперативних іграх коаліції вже створені напередодні гри.

Варто згадати ігри, які діляться за характерами виграшів. Є ігри з нульовою сумою. Суть цих ігор, полягає в тому, що сума виграшів гравців, що приймають участь у грі рівна нулю. Якщо ми говоримо про ігри, участь в яких бере два учасники, і ця гра є нульовою, то в такому разі, виграш одного учасника є еквівалентним програшу іншого. Тобто це означає, що в таких іграх накопичені виграші протягом гри всіх учасників разом є рівним загальній втраті. Як приклад, гри такого типу, можна навести одну з азартних ігор –

покер. Так як, сенс цієї гри полягає в тому, що виграш, який здобув переможець, він еквівалентний тій сумі, яку ставили інші учасники, і як результат втратили. Така гра діє за правилом: «Якщо я виграв, тоді ти програв. Якщо ти виграв, тоді програв я». Все доволі примітивно, проте існує і складніший тип ігор, який може принести всім одночасно як перемогу так і поразку. Тут зникає правило того, що для того щоб хтось виграв, хтось повинен обов'язково програти, і навпаки. В цій грі, сенс є наступним: кожен гравець має віддати якусь частку, для того щоб отримати можливість взяти участь у грі.

Крім того, одним з критерії, за яким класифікують вважається вид функцій виграш. Тоді, в такому випадку, ігри поділяються, на : матричні, біматричні, опуклі, сепарабельні, неперервні, і так далі.

Матричні ігри – це скінченні з нульовою сумою ігри, участь в яких беруть два гравці. Нехай, перший гравець – це гравець, у якого є m стретігій. Позначимо гравця, як A, а його стратегії - A_i , $i = \overline{1, m}$. Будемо вважати, що другий гравець має n стретігій. Позначимо цього гравця, як B, а його стратегії - B_j , $j = \overline{1, n}$. В такому разі ми отримуємо гру, порядок якої рівний такому добутку: $m \times n$.

Введемо значення виграшів першого гравця A, які будуть мати наступний вигляд a_{ij}, зауважимо, що значення виграшу першого гравця є рівним значенню програшу другого гравця, якщо перший гравець обрав i – ту стратегію (тобто A_i), а його суперник – другий учасник, обрав j – ту стратегію (тобто B_j). Як результат, відбулась одна з ймовірних ситуацій $\{A_i, B_j\}$: тут виграш гравця $A - a_{ij}$; виграш гравця $B -$ b_{ij} [5]. Оскільки це гра з нульовою сумою, яка діє з правилом: сума виграшу одних гравців є рівною сумарному програшу решти гравців, то маємо: програш другого гравця B компенсовує виграш першого гравця A, відповідно, в такому випадку справедливе наступна рівність: a_{ij} + b_{ij} = 0 => a_{ij} = $-b_{ij}$. В такому разі, буде досить зручно

зобразити значення виграшів одного з учасників (до прикладу першого) у вигляді такої матриці:

$$A = \{a_{ij}\} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{in} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Матриця, що зображена вище, це так звана матриця гри, або її ще називають платіжною матрицею. Аналізуючи цю матрицю, бачимо, що за номер стратегії першого гравця в ній відповідає номер рядка, за номер стратегії, другого гравця відповідає номер стовпця, а самі елементи матриці – це виграш першого гравця, в залежності від того яку стратегію він застосував[3]. Таку матрицю можна ще представити у вигляді таблиці, яка називається платіжною таблицею. Приклад того, як вона виглядає розглянемо відповідно з наступним типом гри.

Біматричні ігри – це також скінченні ігри двох гравців, проте, на відмінну від звичайних матричних ігор, з ненульовою сумою [6]. Відповідно в кожного гравця є своя окрема платіжна таблиця. Зобразимо платіжну таблицю для першого гравця A.

Таблиця 1.1 – Платіжна таблиця для першого гравця A в біматричній грі

	B_1	B_2	…	B_j	…	B_n
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1j}	…	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2j}	…	a_{2n}
…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…
A_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mj}	…	a_{mn}

Далі покажемо, який буде вигляд такої платіжної таблиці 1.1 для другого учасника.

Таблиця 1.2 – Платіжна таблиця для другого гравця B в біматричній грі

	B_1	B_2	…	B_j	…	B_n
A_1	b_{11}	b_{12}	…	b_{1j}	…	b_{1n}
A_2	b_{21}	b_{22}	…	b_{2j}	…	b_{2n}
…	…	…	…	…	…	…
A_i	b_{i1}	b_{i2}	…	b_{ij}	…	b_{in}
…	…	…	…	…	…	…
A_m	b_{m1}	b_{m2}	…	b_{mj}	…	b_{mn}

Ситуація, аналогічна як і з матрицями в матричній грі. В кожній таблиці номери рядків відповідають за номери стратегій першого гравця А, відповідно номери стовпчиків відповідають за номери стратегій другого гравця.

Щодо таблиці 1.1 для першого гравця A : значення, які розташовані на перетинах рядків та стовпчиків, позиціонують значення виграшів першого гравця. На рахунок таблиці 1.2 для другого гравця – значення виграшів відповідно гравця В.

Наступна класифікація ігор є достатньо зрозумілою на простою, оскільки всі вони беруть за основу функцію виграшів $a_{ij} = f(i,j)$ [6]. Тому, ґрунтуючись на властивості цієї функції маємо наступну ситуацію:

- Якщо для гри виконується умова неперервності для функції виграшів $a_{ij} = f(i,j)$ то в такому разі – це є неперервна гра.
- Якщо ж у грі функція виграшів$a_{ij} = f(i,j)$ є опуклою – то в такому разі гра також називається опуклою.

- Якщо, ж функція виграшів $a_{ij} = f(i,j)$ вдається представити через суму добутків функцій одного аргументу – тоді в такому випадку вважається сепарабельною. [2]

1.3 Інтерполяція, екстраполяція, регресія

Інтерполяція, екстраполяція, регресія – одні з найпростіших методів обробки даних.

Інтерполяція – це спосіб обрати з множини функцій ту, яка буде проходити через задані, вже відомі, точки. Тобто, це такий метод в обчислювальній математиці, сенс якого полягає в пошуку проміжних значень, з використанням відомих наборів дискретних значень. Розглянемо постановку задачі інтерполяції [8].

Нехай на довільному інтервалі $[a,b]$ задано $k+1$ різних точок: $x_0, x_1, x_2, \dots, x_k$. Ці точки – це так звані вузли інтерполяції, а сукупність вузлів інтерполяції утворює інтерполяційну сітку. Крім того, ми знаємо значення функції f в цих точках, а саме: $f(x_0) = y_0, f(x_1) = y_1,\ f(x_2) = y_2, \dots, f(x_k) = y_k$, проте про вигляд самої функції f нам нічого невідомо. Утворені пари $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_k, y_k)$ - називаються базовими точками. Введемо, ще одне не менше важливе поняття, як крок інтерполяції – це різниця між суміжними значеннями на інтервалі, тобто: $\Delta x_j = x_j - x_{j-1}$. Якщо крок інтерполяції є сталим, тобто $\Delta x_j = x_j - x_{j-1} = const$, то в такому разі вузли називаються рівномірними, якщо ж крок є змінним: $\Delta x_j = x_j - x_{j-1} \neq const$ – тоді вузли називаються нерівномірними.

Задача полягає в тому, що необхідно побудувати таку функцію $F(x)$, яка в подальшому буде називатись інтерполяційною функцією або ще інтерполятором, для якої буде обов’язково виконуватись наступна умова:

значення інтерполяційної функції $F(x)$ в $k+1$ точках повинно збігатись зі значеннями функції f в цих ж самих точках. Тобто: $F(x_i) = f(x_i)$.

На практиці, здебільшого, інтерполяційну функцію шукають у вигляді алгебраїчного многочлена, ступінь якого не має перевищувати k. Це зумовлено тим, що з поліномами дійсно легко аналітично працювати. В такому разі, маємо: $F = P_k(x)$, де $P_k(x) -$ це такий поліном $k -$го ступеня, такий, що задовольняє таким умовам:

$$P_k(x_0) = y_0,\ P_k(x_1) = y_1, P_k(x_2) = y_2, \dots, P_k(x_k) = y_k \qquad (1)$$

Тоді загальний вигляд інтерполятора (1) можна записати в наступному вигляді:

$$P_k(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \cdots + a_{n-1}x + a_0 \qquad (2)$$

За допомогою знайденого полінома $P_k(x)$, що представлений у вигляді (2) обраховуються значення функції в проміжних точках, яких потрібно, причому ці точки не збігаються з інтерполяційними вузлами, тобто, ми обраховуємо наступні значення: $f(x_j): x_j \neq x_i, i = 0, \dots, n$.

Слід зауважити, що в залежності, від того, в яких саме точках (чи в тих, що лежать в проміжках між вузлами інтерполяції, чи за їх границями) потрібно знайти значення функції, виокремлюють ще один метод. Тому, маємо наступну класифікацію:

- Якщо всі точки належать інтервалу, що містить всі інтерполяційні вузли, а саме інтервалу: $[a, b]$, і не виходять за його межі, тобто

виконується умова: $x_j \in [a = x_0, .., x_k = b]$ – в такому разі це інтерполювання.

- В протилежному випадку, якщо точки не належать інтервалу $[a, b]$, а знаходяться за межами його – це екстраполювання.

Метод інтерполяції є досить поширеним, тому наразі є багато видів інтерполяції, котрі можна використовувати для задач різної складності. Наприклад, лінійна інтерполяція, інтерполяційна формула Ньютона, інтерполяційний поліном Лагранжа, інтерполяція сплайнами, обернене інтерполювання.

1.3.1 Інтерполяційний поліном Лагранжа

Проте інтерполяційний поліном може забувати і іншого вигляду, крім як (1). Тому розглянемо один з можливих виглядів інтерполятора – інтерполяційний поліном Лагранжа. Перевагою даного методу, є те, що він використовується для обох типів вузлів, як для рівномірних, так і для нерівномірних, тому в такому разі необхідності в перевірці того, чи крок інтерполяції є сталим чи змінним немає. Для такого типу інтерполяції інтерполяційний многочлен шукається в такому вигляді:

$$L_k(x) = b_j(x - x_0) \dots (x - x_{j-1})(x - x_{j+1}) \dots (x - x_k),\ b_j = const \quad (3)$$

Проте з поліномом, що представлений у формі (3) працювати ще неможливо, оскільки присутня невідома константа b_j. Тоді запишемо наступну, доволі очевидну, умову: $L_k(x_i) = 1$, з якої можна знайти потрібну нам невідому величину: $b_j = \frac{1}{(x_j - x_0)(x_j - x_1)\dots(x_j - x_{j-1})(x_j - x_{j+1})\dots(x_j - x_k)}$. А оскільки,

з (1) випливає те, що $L_k(x_i) = y_i$. Тоді отримуємо формулу інтерполяційного многочлена Лагранжа [8]:

$$L_k(x) = \sum_{l=1}^{k} y_l \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{l-1})(x - x_{l+1}) \dots (x - x_k)}{(x_l - x_0)(x_l - x_1) \dots (x_l - x_{l-1})(x_l - x_{l+1}) \dots (x - x_k)} \quad (4)$$

Отже, за допомогою інтерполяційної функції вигляду (4), знаючи лише значення функцій в деяких точках, а не саму функцію, можна шукати проміжні значення її. Причому застосовувати формулу (4) можна для задач, крок інтерполяції в яких може бути різним.

1.3.2 Лінійна інтерполяція

Однією з найпростіших видів інтерполяції вважається лінійна інтерполяція. Інтерполяцією функції f є алгебраїчний поліном другого степеня, відповідно у двох точках: x_0, x_1 (зауважимо, що x_0, $x_1 \in [a, b]$) [9]. Тобто, в такому випадку, інтерполятор – це пряма, що перетинає наступні дві точки: $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$, де $y_0 = f(x_0), y_1 = f(x_1)$. Така пряма представляється наступним рівнянням:

$$\frac{y - f(x_0)}{f(x_1) - f(x_0)} = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} \quad (5)$$

З рівняння (5) можна отримати формулу для лінійної інтерполяційної функції:

$$P_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}(x - x_0) \quad (6)$$

Отримавши рівняння лінійного інтерполятора (6), запишемо чому рівна вихідна функція: $f(x) = P_1(x) + R_1(x)$, де $R_1(x) -$ це погрішність формули (6).

1.3.3 Загальний інтерполяційний поліном Ньютона

Розглянемо ще один вид інтерполяції – інтерполяційні поліноми Ньютона. Даний метод має аналогічну перевагу, що і метод інтерполяційних поліномів Лагранжа – працює і для рівномірної сітки і для нерівномірної [8]. Для даного випадку, поліном буде шукатись в наступній формі:

$$L_k(x) = \mathrm{c}_0 + \mathrm{c}_1(x - x_0) + \mathrm{c}_2(x - x_0)(x - x_1) + \ldots + \mathrm{c}_k(x - x_0) \ldots (x - x_{k-1}) \quad (7)$$

Бачимо, що многочлен (7) містить в собі невідомі коефіцієнти $c_i,\ i = 0, \ldots, k$. Вони шукають згідно з наступних рекурентних перетворень:

$$L_k(x_0) = c_0 = f(x_0) \quad (8)$$

$$L_k(x_1) = \mathrm{c}_0 + \mathrm{c}_1(x_1 - x_0) \quad (9)$$

В такому разі, згідно з (8) формули перший невідомий коефіцієнт вже отримано. Тоді другий коефіцієнт шукатиметься наступним чином. Згідно з формули (1), маємо, що $L_k(x_0) = y_0$ та $L_k(x_1) = y_1$, а оскільки $y_i = f(x_i)$, то відповідно: $L_k(x_0) = f(x_0)$ та $L_k(x_1) = f(x_1)$. Тоді з отриманими перевизначеннями та за допомогою перетворень (8) і (9) отримаємо формулу для пошуку наступного невідомого коефіцієнту c_1:

$$\frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} = c_1 = f(x_0, x_1) \qquad (10)$$

Тоді , на основі отриманої формули (10) введемо нове поняття – розділені границі, які мають наступну форму представлення:

$$f(x_i, x_{i+1}) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{x_{i+1} - x_i} - \text{розділена границя першого порядку} \qquad (11)$$

$$f(x_i, x_{i+1}, x_{i+2}) = \frac{f\left(x_{i+1,} x_{i+2}\right) - f(x_i, x_{i+1})}{x_{i+2} - x_i} - \text{ другого порядку} \qquad (12)$$

Тоді, ітераційно, відповідно до (11) та (12) рівнянь, визначаємо розділені границі всіх порядків, включаючи до k –го. І тоді, запишемо рівняння (7) у новій формі, за допомогою розділених границь:

$$L_k(x) = f(x_0) + f(x_0, x_1)(x - x_0) + .. + f(x_0, .., x_k)(x - x_0) \dots (x - x_{k-1}) \qquad (13)$$

Формула Ньютона (13), в порівнянні з формулою Лагранжа (4), вважається зручнішою, так як при появі нових вузлів у формулі Ньютона виникає потреба обрахувати лише нові члени, що з’явились,в той час, коли формула Лагранжа у такому випадку потребує суцільного перерахунку.

1.3.4 Регресія

Регресія – це статистичний метод, який визначає характер і силу зв'язку між однією залежною змінною та набором інших, незалежних, змінних. Інакше кажучи, в нас є множина значень залежної змінної, нехай назвемо її y [7]. Ця величина залежить від множини характеристик x_i. Відповідно метою регресії є побудувати таку модель, яка буде описувати дану залежність з найкращою точністю. Тому, регресія, в свою чергу будує таку криву, яка буде передбачати дані відносно реальних з якомога меншою похибкою.

Виділяють наступні типи регресій:

- Лінійна регресія: $y = ax + b$;
- Поліноміальна регресія: $y = a_1x^n + a_2x^{n-1} + \cdots + a_nx^1 + a_{n+1}$. Серед поліноміальної регресії виокремлюють наступні базові види:
  - Квадратична поліноміальна регресія: $y = ax^2 + bx + c$;
  - Кубічна поліноміальна регресія: $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$.
- Експоненціальна регресія: $y = ce^{dx}$.

Клас поліноміальних регресій достатньо широко використовується, оскільки такі моделі доволі прості, проте дають доволі точні результати. Перевагою такої регресії над лінійною є те, що вона працює і для нелінійних моделей, таким чином охоплюючи більший клас задач.

Висновки до розділу 1

У цьому розділі було розглянуто базові теоретичні поняття, які потрібно для засвоєння матеріалу, що представлено в даній роботі.

Були подані фундаментальні означення, класифікації та твердження з теорії ігор. Також було розглянуто основні методи за допомогою яких обробляються дані. Аналізувались наступні методи прогнозування даних, базуючись на вже наявних спостереженнях: інтерполяція/екстраполяція, регресія.

Серед методів інтерполяції/екстраполяції були розглянуті наступні типи:

1) інтерполяція Лагранжа; 2) лінійна інтерполяція; 3) інтерполяція Ньютона.

Серед типі регресії були зазначені наступні:

1) лінійна регресія; 2) поліноміальна регресія; 3) експоненційна регресія.

Були зазначені переваги та недоліки наявних методів, а також представлені відповідні формули для їх застосування на реальних задачах.

2 ОГЛЯД ПОШИРЕНИХ МОДЕЛЕЙ ВИБОРЧОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Модель Темура Чилачави

Розглянемо одну з математичних моделей, Темура Чилачави, що описує передвиборчі перегони [10]. Ця модель слугувала прикладом для створення нової узагальненої моделі множинного вибору, яка запропонована в даній роботі.

Розглядається ситуація виборів двох виборчих суб'єктів, а саме: проурядової партії та опозиційної партії. Для цього випадку пропонується наступна нелінійна математична модель:

$$\begin{cases} \dfrac{dN_1(t)}{dt} = \big(a_1(t) - a_2(t)\big)N_1(t)N_2(t) - f(t, N_1(t)) \\ \dfrac{dN_2(t)}{dt} = \big(a_2(t) - a_1(t)\big)N_1(t)N_2(t) + f(t, N_1(t) \end{cases} \tag{14}$$

$$N_1(0) = N_{10}, N_2(0) = N_{20}, N_{10} < N_{20}$$

Тут, $N_1(t)$ – ця функція відповідає за кількість виборців, що голосують за опозиційну партію, таким чином підтримуючи її, відповідно $N_2(t)$ – кількість виборців, котрі обирають проурядову партію, в момент t, де $t \in [0, T]$. В даній моделі: $t = 0$ –це момент часу останніх виборів, а $t = T$ – момент часу наступних виборів;

$a_1(t)$ та $a_2(t)$ – це коефіцієнти залучення голосів виборів відповідно опозиційної та проурядової партій в момент часу t. Цей коефіцієнт напряму зв'язаний з фінансовими можливостями партій, що беруть в цьому участь,залученням ЗМІ, агітацією, а також з програмою їх дій;

$f\big(t, N_1(t)\big)$ – це додатна функція, яка в свою чергу характеризує використання адмін. ресурсів, які націлені на виборців опозиційної партії, задля залучення їх до виборців проурядової партії, посилюючи та зберігаючи таким чином владу.

Досліджується два випадки:

Сталий характер споживання адмін. ресурсів. В такому разу накладаються наступні умови: $a_1(t) = a_1(t) = const > 0$, $a_2(t) = a_2(t) = const > 0$, $f\big(t, N_1(t)\big) = c > 0$.

Змінний характер споживання адмін. ресурсів. В такому разу накладаються наступні умови: $a_1(t) = a_1(t) = const > 0$, $a_2(t) = a_2(t) = const > 0$, $f\big(t, N_1(t)\big) = bN_1(t)$, $b > 0$. Помітимо, що споживання адмін. ресурсів пропорційне кількість виборців опозиційної партії.

Відповідно для двох випадків, загальний вигляд моделі (14) змінився. Тому, для випадку, коли споживання адміністративних ресурсів є незмінний, перепишемо систему рівнянь наступним чином:

$$\begin{cases} \dfrac{dN_1(t)}{dt} = (a_1 - a_2)N_1(t)N_2(t) - c \\ \dfrac{dN_2(t)}{dt} = (a_2 - a_1)N_1(t)N_2(t) + c \end{cases} \tag{15}$$

Для протилежної другої ситуації маємо наступну модель:

$$\begin{cases} \dfrac{dN_1(t)}{dt} = (a_1 - a_2)N_1(t)N_2(t) - bN_1(t) \\ \dfrac{dN_2(t)}{dt} = (a_2 - a_1)N_1(t)N_2(t) + bN_1(t) \end{cases} \tag{16}$$

Для обох змодельованих ситуація, що представлені рівняннями (15) та (16) було отримано умови, за яких визначається, в якої з партій, кого на момент виборів, буде більше голосів, чи можливо кількість голосів буде однаковою в обох суб'єктів виборів. Базуючись на цих умовах, кожна з партій може досягти своєї цілі, змінюючи параметри дії так, щоб результат був для неї задовільний.

2.2 Модель Кумара Мізри

Розглядається ситуація, коли виборчими суб'єктами являються дві партії. І відповідно задача полягає в тому, щоб проаналізувати та вивчити зміну чисельності електорату, які є прибічниками однієї з існуючий партій [11]. В даній моделі розглядається множина населення N, яке може приймати участь в процесі голосування. Воно в свою чергу поділяється на наступні категорії:

- множина виборців, які ще не обрали свого «фаворита» серед партій, чисельність такий виборців сягає V;
- електорат, котрий свій голос віддає за першу партію, чисельність його сягає B;
- електорат, котрий свій голос віддає за другу партію, чисельність його сягає C.

В такому разі запишемо загальний вигляд моделі, яка показує динаміку зміни чисельності кожної з цих груп.

$$\begin{aligned}
\frac{dV}{dt} &= mN - b_1 V\frac{B}{N} - b_2 V\frac{C}{N} - mV \\
\frac{dB}{dt} &= b_1 V\frac{B}{N} - q_1 B\frac{C}{N} + q_2 C\frac{B}{N} - mB \\
\frac{dC}{dt} &= b_2 V\frac{C}{N} + q_1 B\frac{C}{N} - q_2 C\frac{B}{N} - mC
\end{aligned} \tag{17}$$

Тут,

$m -$ коефіцієнт, що відповідає за приріст та спад популяції населення;

$q_1 -$ коефіцієнт, що відповідає за перехід виборців від першої партії до другої;

$q_2 -$ коефіцієнт, що відповідає за перехід виборців від другої партії до першої.

<u>Зауваження</u>: $N = V + B + C$.

Далі, за допомогою аналітичного припущення, $q = q_1 - q_2$ модель (17) набуває наступного вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= mN - b_1 V \frac{B}{N} - b_2 V \frac{C}{N} - mV \\ \frac{dB}{dt} &= b_1 V \frac{B}{N} - qB \frac{C}{N} - mB \\ \frac{dC}{dt} &= b_2 V \frac{C}{N} + qB \frac{C}{N} - mC \end{aligned} \tag{18}$$

Застосувавши наступне нормування: $v = \frac{V}{N}, b = \frac{B}{N}, c = \frac{C}{N}$ модель (18) набуває наступної форми:

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} &= m - b_1 vb - b_2 vc - mv \\ \frac{db}{dt} &= b_1 vb - qbc - mb \\ \frac{dc}{dt} &= b_2 vc - qbc - mc \end{aligned} \tag{19}$$

В даній статті, з використанням моделі (19), розглядаються наступні ситуації:

Випадок, коли перша партія має значно більшу перевагу над другою, або навпаки.

Дві партії знаходяться в однакових умовах, тобто в них однакові чисельність електоратів та перспективи.

Висновки до розділу 2

В даному розділі було розглянуто одні з найпопулярніших моделей, що описують передвиборчі перегони, а саме модель Кумара Мізри та Тимура Чилачави. Саме на основі цих моделей розроблялась узагальнена модель множинного вибору, яка відповідно представлена в наступних розділах цієї роботи.

Спершу було досліджено ситуації для яких було побудовано дані математичні моделі. Були проаналізовані поставлені задачі для кожної моделі.

3 ПОСТАНОВКА ТА РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ

3.1 Опис проблеми

Розвиток подій у сучасному світі яскраво показує важливість та значення інформаційної сфери. Тому з кожним днем роль засобів масової інформації стрімко росте. Практично кожна сфера діяльності має прямий або непрямий зв'язок з медіа. Політика не є виключенням. Недарма в сучасній політології «засоби масової інформації (ЗМІ) часто називають четвертою гілкою влади» [12].

Наразі сформувалась така ситуація, що представники влади стають певним чином залежати від думки населення. Тому нині ЗМІ відіграють провідну роль у політичному житті людства, оскільки мають пряме відношення до нього. Сьогодні представники політики транслюють свої політичні позиції, через всі мас-медіа, а саме: преса, інтернет-ресурси, радіо. Телебачення осторонь не стоїть. Нині, телевізійні мовники, стають чи не найголовнішими рупорами політичних партій. Причини того, що медіа займає провідне місце у політичній сфері доволі прості. По-перше, за допомогою ЗМІ політичні суб'єкти, надають інформаційні послуги людям. Обмін інформацією є важливою частиною відносин між владою та населенням. По-друге вони моделюють зв'язки з суспільством прививаючи населенню цінності своєї політики таким чином, щоб воно було готове підтримувати їх авторитет. Тому можна зробити висновок, що головна функція ЗМІ в політичній сфері все ж ідеологічна, а не інформаційна. Тобто, медіа стає так званим інструментом, який агітує людство, використовуючи ту інформацію, яку транслюють. Тому і сенс інформації полягає не в тому щоб розповісти про об'єктивну поточну ситуацію, а в тому щоб налаштувати населення на свою ідеологію, формуючи їх погляди такими, як потрібно тому чи іншому політичному представнику.

Простіше кажучи, між політичними партіями відбувається інформаційна боротьба. Якщо ми говоримо про телебачення, то політичні партії намагаються залучити якомога більше телеканалів. Їх ціль полягає в тому, щоб не лише охопити глядацьку аудиторію, а й вплинути на певні, так би мовити «елітні» верстви населення, думка яких має більшу силу, ніж решти. Формувати людське бачення про той чи інший політичний суб'єкт не так вже й складно, достатньо задати якусь відправну точку та орієнтир, з використанням простих психологічних прийомів, в тому числі і маніпуляцій. А оскільки, розвитком інформатизації ЗМІ стрімко росте вгору, то відповідно медіа дедалі легше стає впливати на політичну свідомість населення. Сьогодні, масс-медіа в політичній сфері виступає не стільки вісником інформації та новин для масової аудиторії, а й безумовно фундатором їх. І тому більшість політиків рахують, що «о той, хто контролює телебачення, контролює всю країну». [13] Це логічно, тому що, якщо певний політичний суб'єкт має більшу аудиторію, котра підтримує його ідеологію, то відповідно йому буде легше просовувати свої цінності далі, досягаючи поставлених цілей. Взагалі, телеканали мають більш-меншу сталу аудиторію, яка сформувалась протягом якогось проміжку часу. Це є статична, одноманітна ситуація. Але вона в свою чергу може зазнавати значних змін, які призводять її до динамічної. Виділимо таких два найпростіших випадки:

- Існуючі телеканали припиняють мовлення.
- Створення нових телеканалів.

Внаслідок виникнення хоча б однієї з вищенаведених ситуацій буде відбуватись перерозподіл аудиторії по телеканалах. У разі припинення мовлення одного каналу, аудиторія глядачів, котрі його дивились, має кудись перейти. Очевидно, що вони почнуть «мігрувати» серед діючих мовників, змінюючи таким чином чисельність глядачів всіх телеканалів. У разі створення нового телеканалу маємо наступний сценарій перебігу подій: серед глядацької аудиторії, знайдеться когорта глядачів, котрих «новий» телеканал зацікавить більше, ніж «старий»(тобто той, який вони стабільно переглядали до

новоутвореного). І відповідно вони «мігрують» на «новий» канал, зменшуючи таким чином чисельність на інших мовника, що були створені раніше.

Кожна з таких подій несе за собою багато змін, а ймовірність їх настання є достатньо високою, тому такі випадки варто розглядати.

Зупинимось на ситуації, коли якийсь мовник, з тих чи інших причин, припиняє виходити в ефір. В такому разі в інших телеканалів, котрі продовжують своє мовлення, з'являється наступна ціль: спершу, за рахунок вільної аудиторії збільшити кількість телеглядачів на своєму телеканалів в якомога більше разів. Так як глядачів, які залишились без свого фаворита і вони в пошуках нового, до себе залучити легше, ніж глядачів, в котрих все ще є пріоритетний мовник. А вже далі, намагатись зацікавити, глядачів, які ще досі переглядають телеканал супротивника.

Будуючи модель від початку закриття телеканалів до моменту переходу їхніх глядачів до аудиторії інших телеканалів, ми розглядаємо певні параметри змінними. Така інформаційна компанія, з перерозподілу аудиторії, буде вважатись завершеною, якщо всі, без виключень, «вільні» глядачі знайшли собі мовника. Як тільки цей процес закінчується, тоді параметри будемо вважати сталими і аналізуємо модель. Отримана модель аналізується на предмет створення коаліцій для збереження інформаційної повістки в умовах загрози подальшого закриття певних телеканалів.

3.2 Пошук оптимального розв'язку

Нехай $N -$ чисельність аудиторії, що охоплюється мовленням певної множини телевізійних мовників. Припустимо, що N – це стала величина, тобто $N = const$. Вказана кількість телеглядачів розділяється на $(m + 1)$ групу, де m – кількість телеканалів, а остання група – це множина тих глядачів, «телеканали-фаворити» котрих припинили мовлення. Допустим, що

$N_1, N_2, \dots, N_m$ – це групи глядачів, в основному переглядають відповідно перший, другий,…, m-й канал, а через величину C позначимо «вільну» аудиторію.

Таким чином, перед телеканалами, що досі транслюються в ефірі постає наступні задача: протягом інтервалу часу $[0,\ T]$ за допомогою інформаційного впливу завоювати визнання якомога більшої кількості глядачів, включно аудиторію з інших телеканалів-супротивників. Причому, зауважимо, що спершу свій інформаційний вплив діючим телеканалам варто спрямувати на групу C (так званих «вільних» глядачів), оскільки вони в даній ситуації являються більш уразливими, тому буде легше «переманити» до себе. Зауважимо, що момент часу T обирається з наступних міркувань: це той момент часу, коли «вільні» глядачі розійшлись по існуючих телеканалах, і їх вже не лишилось. Тому, маємо: $C(T) = \emptyset$.

Зафіксуємо чисельність кожної групи глядачів, перед розподілом аудиторії по існуючих телевізійних мовниках, після припинення мовлення певних телеканалів. Будемо вважати, що $N_1(0) -$ кількість телеглядачів на початку інформаційної компанії в першій множині телеканалів, $N_2(0) -$ кількість телеглядачів на початку інформаційної компанії в другій множині телеканалів, $N_m(0) -$ кількість телеглядачів на початку інформаційної компанії в першій множині телеканалів $m -$ій множині, $C(0) -$загальна кількість глядачів, що лишились без множини діючих телеканалів до розподілу. Зауважимо, що чисельність аудиторії кожної з груп, на момент, коли когорта телеканалів припинили виходити в ефір, була наступною: $N_j(0) > 0, C(0) > 0$.

Маємо $N = N_1(t) + N_2(t) + \dots + N_m(t) + C(t) -$загальна кількість а. Надалі доречніше працювати з нормованими величинами, тому порахуємо, як співвідноситься кількість кожної групи глядачів до загальної чисельності телеглядачів, наступним чином:

$$n_1(t) = \frac{N_1(t)}{N(t)}, \ldots, \ n_m(t) = \frac{N_m(t)}{N(t)}, c(t) = \frac{C(t)}{N(t)} \tag{20}$$

Тоді змінну $c(t)$ можна виразити наступним чином, користуючись перетвореннями (20):

$$c(t) = 1 - n_1(t) - \ n_2(t) - \cdots - n_m(t) \tag{21}$$

Перетворення (21) має саме такий вигляд, тому що, в кожен момент часу з множини C глядачі «мігрують» на інші телеканали, тому вона з плином часом буде «розсмоктуватись», тобто кожне телеканал буде забирати собі частину. Це буде відбуватись до тих пір, до поки «вільної» аудиторії не стане.

Зрозуміло, що не всі глядачі будуть реагувати на політику того чи іншого каналу, звісно ж будуть і такі, які лишатимуться без змін. Перехід глядача з одного телеканалу на інший це якийсь випадковий процес, який може статись, або ж не статись з певною ймовірністю. Тому, припустимо, що $b_i(t), \ i = \overline{1, m}$ – це ймовірність того, що телеглядача певного телеканалу зреагує на інформаційну повістку $i -$ го мовника. Надалі нам необхідний параметр, що відповідає за те, яка саме частка глядачів буде «мігрувати» поміж телеканалів.

Нехай параметр $a_{ij}(t)$ – це параметр інформаційного впливу, який показує, яка частина аудиторії лишить i –й телеканал та долучиться до телеглядачів j-го. Зазначимо, що $a_{ii}(t) = 0$, це означає що міграції не відбулось, глядач лишивсь на i –ому мовнику. Накладемо додатково наступну умову: $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} \leq 1, j = \overline{0, m}$.

Згодом, внаслідок зміни мовників глядачами, чисельність аудиторії в кожній з груп змінюється. Тому розглянемо динаміку кількості глядачів у всіх групах $C(t)$ і $N_i(t), \ i = \overline{0, m}$ у нормованому вигляді є наступною:

$$\frac{dc(t)}{dt} = -c(t)a_{01}(t)b_1(t) - c(t)a_{02}(t)b_2(t) - \cdots - c(t)a_{0m}(t)b_m(t) \qquad (22)$$

$$\frac{dn_i(t)}{dt} = -c(t)a_{0i}(t)b_i(t) - n_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ij}(t)b_j(t) + b_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ji}(t)n_j(t) \quad (23)$$

На основі рівняння (22), яке описує динаміку чисельності групи «вільних» глядачів видно наступне: якийсь відсоток глядачів переходить до першого телеканалу, ще якийсь відсоток до другого, і так далі.

На основі рівняння (23) бачимо, що динаміка чисельності відповідно груп $1, 2, \dots, m$ −го каналу змінюється аналогічно, а саме:

- $c(t)a_{0i}(t)b_i(t)$ – цей доданок вказує на те, яка нормована частка, перейде з групи С на i −тий телеканал в ході інформаційної компанії.
- $n_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ij}(t)b_j(t) -$ цей доданок вказує на те, яка частка аудиторії покидає i −тий телеканал та мігрує до інших мовників.
- $b_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ij}(t)n_j(t) -$ цей доданок вказує на те, яка частка аудиторії приєднається до $i -$ го каналу, покинувши інших мовників.

Скориставшись рівняннями (22) та (23)перейдемо до наступної системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dc(t)}{dt} = -c(t)\sum_{j=1}^{m} a_{0j}(t)b_j(t) \\ \frac{dn_1(t)}{dt} = c(t)a_{01}(t)b_1(t) - n_1(t)\sum_{j=1}^{m} a_{1j}(t)b_j(t) + b_1(t)\sum_{j=1}^{m} a_{j1}(t)n_j(t) \\ \dots \\ \frac{dn_i(t)}{dt} = c(t)a_{0i}(t)b_i(t) - n_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ij}(t)b_j(t) + b_{ii}(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ji}(t)n_j(t) \\ \dots \\ \frac{dn_m(t)}{dt} = c(t)a_{0m}(t)b_m(t) - n_m(t)\sum_{j=1}^{m} a_{mj}(t)b_j(t) + b_m(t)\sum_{j=1}^{m} a_{jm}(t)n_j(t) \\ c(t) = 1 - n_1(t) - n_2(t) - \cdots - n_m(t) \end{cases} \qquad (24)$$

Зауважимо, що сила інформаційного впливу залежить від багатьох факторів. До прикладу, потужність інформаційного впливу того чи іншого телеканалу має пряму залежність від масштабів його аудиторії. Логічно, що до популярного каналу є більше підстав приєднатись, ніж до телеканалу, у якого аудиторія не перевищує кількох тисяч людей. Тому, в даному випадку, будемо вважати, що кореляція між такими показниками, як аудиторія телеканалу та сила інформаційного впливу рівна приблизно 1. З цієї умови, отримаємо наступне: $b_i(t) = n_i(t)$. Таким чином, рівняння (23) можна представити в наступному вигляді:

$$\frac{dn_i(t)}{dt} = -c(t)a_{0i}(t)n_i(t) - n_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ij}(t)n_j(t) + n_i(t)\sum_{j=1}^{m} a_{ji}(t)n_j(t) \qquad (25)$$

Користуючись рівнянням (25): виносимо за дужки спільний множник, приводимо подібні члени, і перепишемо систему рівнянь (24) наступним чином:

$$\begin{cases} \dfrac{dc(t)}{dt} = -c(t)\displaystyle\sum_{j=1}^{m} a_{0j}(t)b_j(t) \\ \dfrac{dn_1(t)}{dt} = n_1(t)\left(c(t)a_{01}(t) + \displaystyle\sum_{j=1}^{m}\left(a_{ij}(t) - a_{ji}(t)\right)n_j(t)\right) \\ \dots \\ \dfrac{dn_i(t)}{dt} = n_i(t)\left(c(t)a_{0i}(t) + \displaystyle\sum_{j=1}^{m}\left(a_{ij}(t) - a_{ji}(t)\right)n_j(t)\right) \\ \dots \\ \dfrac{dn_m(t)}{dt} = n_m(t)\left(c(t)a_{0i}(t) + \displaystyle\sum_{j=1}^{m}\left(a_{ij}(t) - a_{ji}(t)\right)n_j(t)\right) \\ c(t) = 1 - n_1(t) - n_2(t) - \dots - n_m(t) \end{cases} \qquad (26)$$

Нехай, процес, що описується системою рівнянь (26), наблизився до такого моменту часу $T = t$, коли «вільних» глядачів не лишилось, оскільки вони всі знайшли мовника, на якого перейшли. Тобто $C(T) = \emptyset$. В цьому випадку коефіцієнти інформаційного впливу стають сталими, тобто $a_{ij}(t) = a_{ij}(T),\ T = const$. Знову перепишемо систему (4), отримаємо:

$$\begin{cases} \dfrac{dn_1(T)}{dT} = n_1(T)\sum_{j=1}^{m}\Big(a_{j1}(T) - a_{1j}(T)\Big)n_j(T) \\ \dots \\ \dfrac{dn_i(T)}{dT} = n_i(T)\sum_{j=1}^{m}\Big(a_{ji}(T) - a_{ij}(T)\Big)n_j(T) \\ \dots \\ \dfrac{dn_m(T)}{dT} = n_m(T)\sum_{j=1}^{m}\big(a_{jm}(T) - a_{mj}(T)\big)n_j(T) \end{cases} \tag{27}$$

Згадаємо весь перелік телевізійних мовників. Поділимо цю множину телеканалів на три групи. Перша – телеканали зі спільними політичними поглядами та цінностями, будемо вважати що їх p штук. Друга група – канали, ідеологічні засади яких суперечать попереднім, так би мовити антагоністи першої групи. Для того , щоб в першої групи телеканалів з'явилась можливість мати вагому перевагу в інформаційному просторі, то їй потрібно прийняти всі телеканали представниками другої когорти. Тобто, в такому разі, будемо вважати ці дві умовні групи телевізійних мовників утворюють собою дві коаліції, тому відповідні параметри мають задовольняти наступну умову: $a_{ij}(t) = 0$. Таким чином, $p + k = m,$ де $k -$ кількість мовників, що належать до другої коаліції. Тоді перепишемо систему рівнянь (27) в такому вигляді:

$$\begin{cases} \dfrac{dn_1(T)}{dT} = n_1(T) \sum\limits_{j=p+1}^{m} \Big(a_{j1}(T) - a_{1j}(T)\Big) n_j(T) \\ \dots \\ \dfrac{dn_p(tT)}{dT} = n_p(T) \sum\limits_{j=p+1}^{m} \Big(a_{jp}(T) - a_{pj}(T)\Big) n_j(T) \\ \dots \\ \dfrac{dn_{p+1}(T)}{dT} = n_{p+1}(T) \sum\limits_{j=1}^{m} \Big(a_{j(p+1)}(T) - a_{(p+1)j}(T)\Big) n_j(T) \\ \dots \\ \dfrac{dn_m(tT)}{dT} = n_m(T) \sum\limits_{j=1}^{m} \Big(a_{jm}(T) - a_{mj}(T)\Big) n_j(T) \end{cases} \tag{28}$$

Представимо параметри інформаційного впливу рівняння (28) у вигляді матриці, і отримаємо:

$$\begin{pmatrix} 0 & \cdots & 0 & a_{1(p+1)} & \cdots & a_{1m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & \cdots & 0 & a_{p(p+1)} & \cdots & a_{pm} \\ a_{(p+1)l} & \cdots & a_{(p+1)p} & 0 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mp} & 0 & \cdots & 0 \end{pmatrix}$$

Провівши аналіз наведеної матриці легко зробити наступні висновки: інформаційний вплив, до прикладу, першого телеканалу напряму має залежність від різниці суми елементів першого стовпця та суми елементів першого рядка матриці. Якщо дана різниця є додатною, то відповідно перший телеканал має сильніший інформаційний вплив. Аналогічно і у решти телеканалів першої групи.

Зауваження. Кількість різниць $\left(a_{ij} - a_{ji}\right)$ рівна такому добутку: $m \cdot n$, проте, кількість рівнянь системи (28) значно менша, і вона складає: $m + n$.

Тобто кількість невідомих змінних, які потрібно знайти є більшою ніж кількість рівнянь, система не розв'яжеться. Щоб уникнути цієї проблеми, проводяться обчислення в k точках, щоб була виконана наступна умова: $k(m+n) \geq m \cdot n$, зайві рівняння відкидаються, і зрештою обраховуються невідомі величини $(a_{ij} - a_{ji})$.

Звернемо увагу на ще один момент в цій задачі. Розглянемо перебіг подій [2], який ймовірно може трапитись: нехай, один з мовників з першої групи припиняє своє транслювання. В такому випадку скористаємось ігровим підходом. Розглянемо наступну конфліктну ситуацію. Нехай, серед запрошених на ефір експертів, присутні приховані провокатори. Зрозуміло, що в них є спільна ціль: змоделювати таку полемічну ситуацію, яка, з великою ймовірністю, могла б призвести до, хоча б тимчасового, в кращому разі тотального припинення мовлення цього каналу. Це достатньо поширена ситуація, так як це один з прикладів того, як можна легко позбутись свого конкурента. Логіка проста: телеканал ніби «випадково» закривають за порушення певних норм, утворюється «вільна» аудиторія, котру можна «заманити» на свій телеканал, і таким чином збільшити свій потенціал. В гіршому випадку, якщо телеканал супротивника не закриють, то репутацію зіпсувати можна, і на фоні цієї ситуації, представити свій телеканал в більш «виграшній» позиції, що знову ж таки призведе, до збільшення аудиторії, можливо і незначного. Будемо вважати, що виявити цих провокаторів можна лише на одному телеканалі серед всіх мовників, котрій входять до коаліції.

Тоді, чистою стратегією провокатора є потрапляння його в ефір, і відповідно виграшем – припинення мовлення, яке в свою чергу, змусить частину аудиторії перемикатись на інші телеканали, в пошуках нового «фаворита». Чистою стратегією коаліції, є вибір телеканалу для перевірки на наявність провокатора, а її виграш – збереження своїх глядачів.

Перенумеруємо $n_i(t), i = \overline{1,p}$ в порядку спадання, тобто щоб виконувалась наступна рівність: $n_1(t) > n_2(t) > \cdots > n_p(t)$. Зобразимо цю

матричну гру у вигляді таблиці, де x_i − стратегії провокатора, а y_i − стратегії коаліції.

Таблиця 2.1 Матрична гра в табульованому вигляді

	y_1	y_2	y_3	…	y_p
x_1	0	$n_1(t)$	$n_1(t)$	…	$n_1(t)$
x_2	$n_2(t)$	0	$n_2(t)$	…	$n_2(t)$
x_3	$n_3(t)$	$n_3(t)$	0	…	$n_3(t)$
…	…	…	…	…	…
x_p	$n_p(t)$	$n_p(t)$	$n_p(t)$	…	0

Далі знайдемо ціну гри, застосувавши правило доповнювальної нежорсткості по стовпчиках та за допомогою таблиці 2.1:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{p} x_i n_i(t) - x_1 n_1(t) = v_1 \\ \sum_{i=1}^{p} x_i n_i(t) - x_2 n_2(t) = v_1 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^{p} x_i n_i(t) - x_p n_p(t) = v_1 \end{cases} \quad (29)$$

З системи рівнянь (29) отримуємо наступну рівність:

$$x_1 n_1(t) = x_2 n_2(t) = \dots = x_p n_p(t) = \alpha \quad (30)$$

Далі, користуючись (30) маємо:

$$\sum_{i=1}^{p} x_i n_i(t) - x_1 n_1(t) = \cdots = \sum_{i=1}^{p} x_i n_i(t) - x_p n_p(t) = \alpha(n-1)$$

Оскільки $\sum_{i=1}^{p} x_i = 1$ та $\forall \boldsymbol{i}$ $x_i = \frac{\alpha}{n_i(t)}$, то маємо наступне:

$$\sum_{i=1}^{p} \frac{\alpha}{n_i(t)} = 1 \Rightarrow \alpha \sum_{i=1}^{p} \frac{1}{n_i(t)} = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{\sum_{i=1}^{p} \frac{1}{n_i(t)}}.$$

У такому разі $v_1 = \frac{p-1}{\sum_{i=1}^{p} \frac{1}{n_i(t)}}$. Аналогічно, обчислюємо v_2. Легко пересвідчитися, що $v_1 = v_2 = V_p$.

Знайдемо умову, при яких можливе виконання умови: $V_{k+1} < V_k$, $k+1 \le p$.

$$\frac{k}{\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i(t)} + \frac{1}{n_{k+1}(t)}} < \frac{k-1}{\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i(t)}},$$

$$k \cdot \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i(t)} < (k-1) \cdot \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i(t)} + (k-1) \cdot \frac{1}{n_{k+1}(t)},$$

$$\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i(t)} < (k-1) \cdot \frac{1}{n_{k+1}(t)},$$ звідси маємо $$n_{k+1}(t) < \frac{k-1}{\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i(t)}} = V_k$$

Отже, з перетворень вище, ми отримали наступні результати: якщо значення $n_{k+1}(t)$ стає менше, ніж V_k, то наступна ціна, порахована разом з $n_{k+1}(t)$, зменшується і нема сенсу зосереджувати сили на перевірці каналів $k+1, \ldots p$.

Висновки до розділу 3

Було запропоновано нову узагальнену модель множинного вибору, базуючись моделі, що були створені для дослідження передвиборчих перегонів. Також було поставлено задачу протидії руйнівним впливам на прикладі забезпечення інформаційної безпеки суспільства при певних структурних змінах.

В моделі розглядалися наступні об’єкти: перша група телеканалів зі спільними інтересами, друга група телеканалів - антагоністи першої, третя група - телеканали, діяльність яких є незначною щодо впливу на першу групу, проте в ході моделювання вважається, що вони належать до другої групи.

Показано залежність ефективності інформаційного впливу від певних параметрів моделі. За допомогою використання ігрового підходу було виявлено умови, що забезпечують збереження коаліції в умовах інформаційної протидії.

4 ЧИСЕЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вхідні дані

У розділах, що були розглянуті вище було подано все необхідне теоретичне підґрунтя, яке необхідно для розв'язання поставленої задачі. Було виведено та наведено всі необхідні величини, рівняння, нерівності. Тому тепер можна перейти до практичного застосовування моделі множинного вибору. Для моделювання ситуації, яка має місце в реальному житті, необхідно зібрати реальні вхідні дані, з якими можна працювати. В нашому випадку реальні дані являють собою чисельність аудиторій певних політичних каналів, які можна зібрати на телевізійних платформах. Ці дані є загальнодоступними.

Для збору даних було обрано платформу YouTube, яка має достатню кількість політичних телевізійних мовників, на основі яких можна легко відстежувати, як зміни чисельності аудиторії каналу так і кількість переглядів та глядачів.

Отже, в медіа просторі відбулась одна з подій, яка призвела до зміни розподілу глядачів по телеканалах, а саме – закриття одного з політичних телеканалів. Відповідно, серед інших мовників, котрі транслювались в ефір і були діючими, було обрано 4 політичні канали, це умовно канал 1, канал 2, канал 3, канал 4. Канали було обрано таким чином, що: перші два мовники – це перша група, тобто це ті телеканали, які мають спільну ідеологію та політичні погляди, відповідно вони собою утворюють першу коаліцію; наступні 2 – це є антагоністи першої групи, їх погляди суперечать поглядам суперників, відповідно вони утворюють собою другу коаліцію. Дані збирались у 15 різних моментів часу, з приблизно однаковим інтервалом, який було обрано невеликими, оскільки кількість глядачів змінюється швидко, тому

в даному випадку краще збирати дані часто, наскільки це можливо. Це надасть змогу отримати більш точні результати моделі.

Таблиця 4.1 - Кількість телеглядачів в 15 різних моментів часу

	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
$t_{0.2}$	13971	17505	22677	28429
$t_{0.4}$	18941	16153	19293	29003
$t_{0.6}$	22450	16500	16378	29444
$t_{0.8}$	24661	15606	13945	29751
t_1	25040	14529	12010	29927
$t_{1.2}$	25845	13328	10584	29970
$t_{1.4}$	25144	12063	9683	29883
$t_{1.6}$	23799	10792	9320	29664
$t_{1.8}$	21971	11577	9508	29315
t_2	19023	8469	10262	28835
$t_{2.2}$	17522	7539	11595	28225
$t_{2.4}$	15232	6837	13520	27486
$t_{2.6}$	13112	6427	16053	26617
$t_{2.8}$	11328	6365	19206	25621
t_3	10042	6713	22994	24495

4.2 Побудова моделі

Опираючись на дані, які було зібрано та записано до таблиці 4.1, за допомогою поліноміальної регресії третього порядку, знайдемо функцію, яка буде описувати чисельність аудиторії в довільні моменти часу для кожного з цих чотирьох телевізійних мовників. Отримаємо наступні результуючі функції:

Перша коаліція:

Перший канал: $N_1(t) = 3413 \cdot t^3 - 22297 \cdot t^2 + 37067 \cdot t + 7312$

Другий канал: $N_2(t) = 1024 \cdot t^3 - 4515 \cdot t^2 + 703 \cdot t + 17308$

Друга коаліція:

Третій канал: $N_3(t) = 287 \cdot t^3 + 5518 \cdot t^2 - 20311 \cdot t + 26516$

Четвертий канал: $N_4(t) = 8 \cdot t^3 - 1672 \cdot t^2 + 3868 \cdot t + 7723$

В такому разі, підставивши отримані результати в систему (7) наша модель буде мати наступний вигляд:

$$\begin{cases} \dfrac{dn_1(T)}{dT} = n_1(T)\Big(\big(a_{31}(T) - a_{13}(T)\big) \cdot n_3(T) + \big(a_{41}(T) - a_{14}(T)\big) \cdot n_4(T)\Big) \\ \dfrac{dn_2(T)}{dT} = n_2(T)\Big(\big(a_{32}(T) - a_{23}(T)\big) \cdot n_3(T) + \big(a_{42}(T) - a_{24}(T)\big) \cdot n_4(T)\Big) \\ \dfrac{dn_3(T)}{dT} = n_3(T)\Big(-\big(a_{31}(T) - a_{13}(T)\big) \cdot n_1(T) - \big(a_{41}(T) - a_{14}(T)\big) \cdot n_2(T)\Big) \\ \dfrac{dn_4(T)}{dT} = n_4(T)\Big(-\big(a_{32}(T) - a_{23}(T)\big) \cdot n_1(T) - \big(a_{42}(T) - a_{24}(T)\big) \cdot 2(T)\Big) \end{cases} \quad (31)$$

Нехай, для спрощення загального вигляду системи, а і надалі для спрощеного пошуку невідомих коефіцієнтів, введемо наступні позначення:

$$z_1 = a_{31}(T) - a_{13}(T),\ z_2 = a_{41}(T) - a_{14}(T),$$

$$z_3 = a_{32}(T) - a_{23}(T),\ z_4 = \big(a_{42}(T) - a_{24}(T)\big) \quad (32)$$

В такому разі, наша система (31), з новими позначеннями (32), набуде наступного вигляду:

$$\begin{cases} \dfrac{dn_1(T)}{dT} = n_1(T)\big(z_1 \cdot n_3(T) + z_2 \cdot n_4(T)\big) \\ \dfrac{dn_2(T)}{dT} = n_2(T)\big(z_3 \cdot n_3(T) + z_4 \cdot n_4(T)\big) \\ \dfrac{dn_3(T)}{dT} = n_3(T)\big(-z_1 \cdot n_1(T) - z_2 \cdot n_2(T)\big) \\ \dfrac{dn_4(T)}{dT} = n_4(T)\big(-z_3 \cdot n_3(T) - z_4 \cdot n_4(T)\big) \end{cases} \quad (33)$$

Оскільки функції $n_i(T)$ всі відомі, то в такому разі, ми можемо знайти невідомі коефіцієнти z_1, z_2, z_3, z_4 з системи рівнянь (33). Провівши обрахунки отримали наступні значення:

Таблиця 4.2 – Розрахунки коефіцієнтів впливу для двох телеканалів з першої коаліції

	z_1	z_2	z_3	z_4
t_5	0.224	-0.862	0.137	-0.980
$t_{5.0}$	0.203	-0.783	0.128	-0.866
$t_{5.1}$	0.184	-0.714	0.119	-0.770

В даному випадку будемо розглядати одну коаліцію, і відповідно динаміку її двох телеканалів, та їх взаємодію з суперниками – телеканалами з другої коаліції. В такому разі, параметри z_1 та z_2 з таблиці 4.1 відносяться до першого телевізійного мовника, наступні два параметри : z_3 та z_4 – до другого телевізійного мовника. Коефіцієнт z_1 це різниця між кількістю телеглядачів, які прийшли з третього телеканалу на перший та кількість глядачів, які пішли з першого телеканалу на третій. Якщо дана різниця є додатною, то зрозуміло, що кількість глядачів яка прийшла, є більшою за ту, яка покинула мовник. Тобто інформаційний вплив першого телеканалу з першої коаліції має перевагу над

інформаційною вісткою третього телеканалу з другої коаліції. Якщо ж ця різниця від'ємна – відповідно, глядачів які лишають цей телеканал, є більше ніж тих, хто долучається. В такому разі висновок: інформаційний вплив першого телеканалу не такий сильний, як в суперника, тобто в третього мовника. Аналогічно, z_2 відповідає за взаємодію між першим телеканалом на четвертим телеканалом(супротивником). Тоді коефіцієнт z_3 показує залежність між другим телеканалом, що належить до першої коаліції та між третім телеканалом з другої коаліції – супротивників. І нарешті коефіцієнт z_4 – це залежність між другим та четвертим телеканалом.

Отже інформаційна компанія завершилася в період часу $t = 5$. Тобто, протягом інтервалу часу $t \in [0.2, 5]$ множина «ввільних» глядачів «мігрувала», до того моменту, поки не стала пустою, а це означає, що кожен з них знайшов собі нового телевізійного «фаворита». Тому, обрахувавши коефіцієнти z_1, z_2, z_3, z_4 в наступні моменти часу, можна зробити висновок про інформаційний вплив кожного з цих телеканалів.

Спершу почнемо з z_1, бачимо, що у всі три моменти часу, цей коефіцієнт набуває додатні значень, а це означає, що $a_{31} > a_{13}$, відповідно інформаційний вплив третього телеканалу є сильніший ніж першого. Коефіцієнт z_2 приймає від'ємні значення, тобто $a_{41} < a_{14}$, а отже, інформаційний вплив четвертого телеканалу переважає над першим. Коефіцієнт z_3 набуває від'ємних значень, відповідно $a_{32} > a_{23}$, тобто третій телеканал подавляє своєю інформаційною вісткою другий телеканал. Коефіцієнт z_4 в кожен момент часу є від'ємним, тому $a_{42} < a_{24}$, а це відповідно означає, за аналогією з попередніми, що між другим та четвертим телеканалом, телеглядачі більше обирають четвертий, що і підтверджує його більший інформаційний вплив.

Ми розглянули, як впливає кожен канал-супротивник на перший та другий телеканал з коаліції окремо. Проте, доцільніше, в даному випадку, говорити про загальну динаміку чисельності глядачів на цих двох мовниках,

тобто загальний вплив і третього і четвертого телеканалів разом в порівнянні з першим та другим телеканалами. Для цього необхідно обрахувати наступні величини, які було отримано в системі (33):

$$value_1 = (z_1 \cdot n_3 + z_2 \cdot n_4) \text{ та } value_2 = (z_3 \cdot n_3 + z_4 \cdot n_4)$$

Ці значення показують загальний вплив супротивників на телеканали з першої коаліції. Аналізуємо: якщо ці величини додатні, то перший телеканал виграє в інформаційному супротиві проти коаліції, що складається з третього та четвертого телеканалів. Якщо ці величини від'ємні – то це означає, друга коаліція має потужніші інформаційні вістки, які заохочують долучитись глядачів до цих телеканалів більше, ніж до першого мовника. Подібна ситуація відбувається і з другим мовником. Отже, обрахувавши ці величини, маємо:

Таблиця 4.3 – Розрахунки загальні коефіцієнтів впливу телеканалів з першої коаліції

	$value_1$	$value_2$
t_5	1.13	0.89
$t_{5.1}$	1.09	0.88
$t_{5.2}$	1.06	0.85

На основі отриманих величин з таблиці 4.3 можна зробити наступний висновок: сумарний інформаційний вплив суперників (третього та четвертого телеканалів) не сильніший, а навіть слабший за інформаційний вплив кожного з мовників першої коаліції, в заданий проміжок часу, що становить $t \in [4.9, 5.1]$. Такий результат свідчить лише про те, що чисельність на першому та другому каналах при $t \geq 5$ зростає, оскільки телеглядачі до цих мовників стрімко долучаються, збільшуючи загальну аудиторію на них.

Зобразимо те, як відбувається зміна чисельність аудиторії на першому та другому телеканалах, в залежності від різних моментів часу, на графіках та

проаналізуємо отримані розв'язки, порівнюючи їх з теоретичними значеннями, які були отримані раніше.

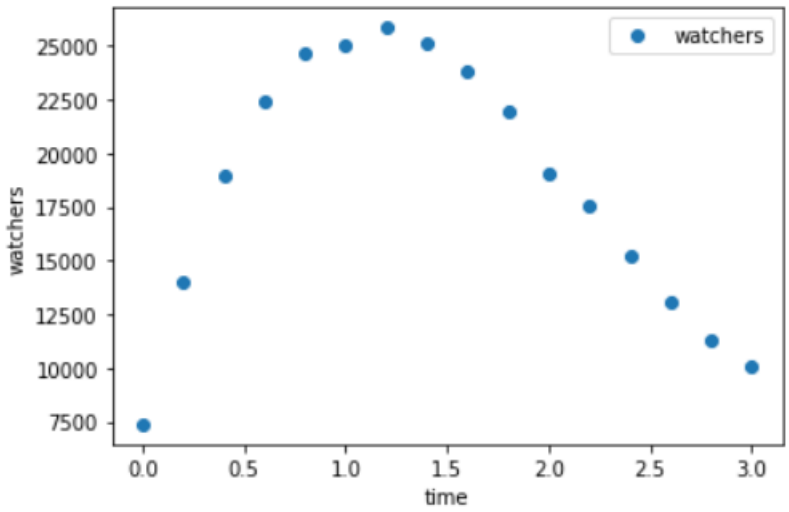

Рисунок 1.1 – Початковий розподіл кількості телеглядачів на першому телеканалі

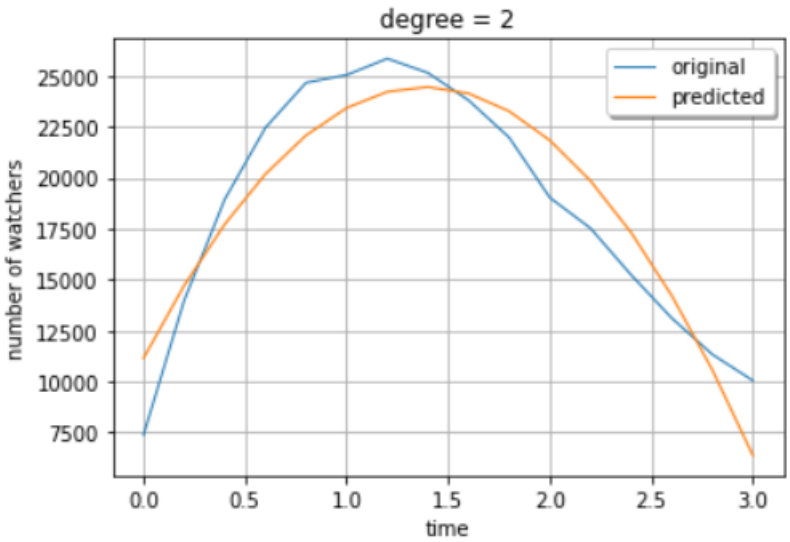

Рисунок 1.2 – Побудова функції N1 за допомогою поліноміальної регресії другого порядку

Бачимо, з рисунків 1.1 та 1.2 що поліноміальна регресія дає не настільки точні результати, які можна було б отримати. Можемо значну різницю між реальними даними кількості глядачів в різні моменти часу, та між даними, які

триманий поліному другого степеня передбачив. Тому, скористаємось поліноміальною регресією третього степеня.

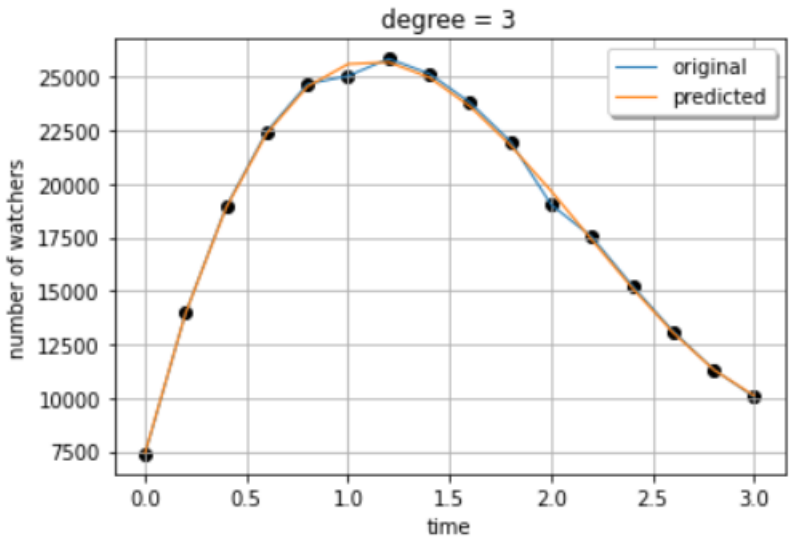

Рисунок 1.3 – Побудова функції N1 за допомогою поліноміальної регресії третього порядку

Можна помітити, що тепер, згідно з рисунку 1.3 точність такої моделі значно зросла. Спрогнозовані дані практично еквівалентні вихідним даним. Обрахувавши точність такої моделі, отримали: r2 = 0.97.

Тому скористаємось саме цією моделлю, і спрогнозуємо кількість переглядів в момент завершення інформаційної компанії.

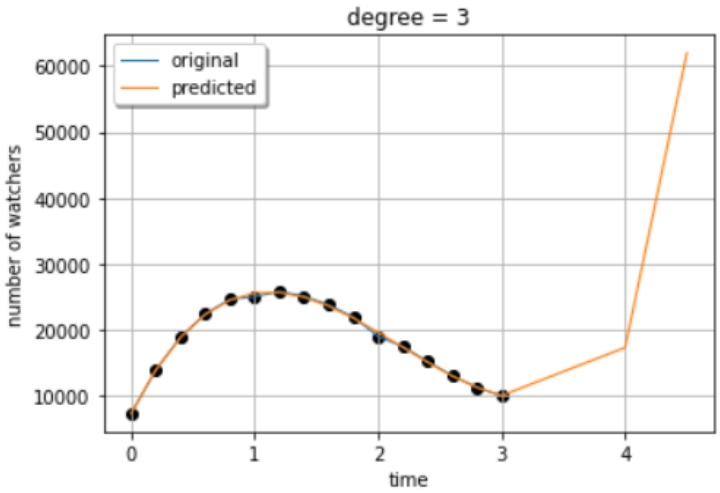

Рисунок 1.4 – Динаміка чисельності телеглядачів на першому телеканалі.

На рисунку 1.4 зображена крива, яка показує у кожен момент часу, чисельність аудиторії на першому телевізійному мовнику, який належить до першої коаліції. Функція, яка описує дану криву, була знайдена за допомогою поліноміальної регресії, як було зазначено вище, на основі зібраних даних в часовий проміжок $t \in [0.2, 3]$. Оскільки при $t = 5$ множина вільних людей стала пустою, то проаналізуємо поведінку кривої після цього часового моменту. Як і передбачувалось, графік зростає, тобто чисельність аудиторії стрімко збільшується, що в свою чергу означає, що серед мовників двох коаліцій, аудиторія звернула увагу більше на мовник з першої коаліції, обравши її, як свого «фаворита». Це теоретично підтверджуються тим що, значення $value_1$, яке було обраховано раніше є додатнім.

Перейдемо до аналізу рисунків, які стосуються другого телеканалу з першої коаліції. Нагадаємо, що цей канал має спільні ідеологічні засади на цінності, що і канал, графік якого ми розглядали до цього.

Зобразимо те, як відбувається зміна чисельність аудиторії на першому та другому телеканалах, в залежності від різних моментів часу, на графіках та проаналізуємо отримані розв'язки, порівнюючи їх з теоретичними значеннями, які були отримані раніше.

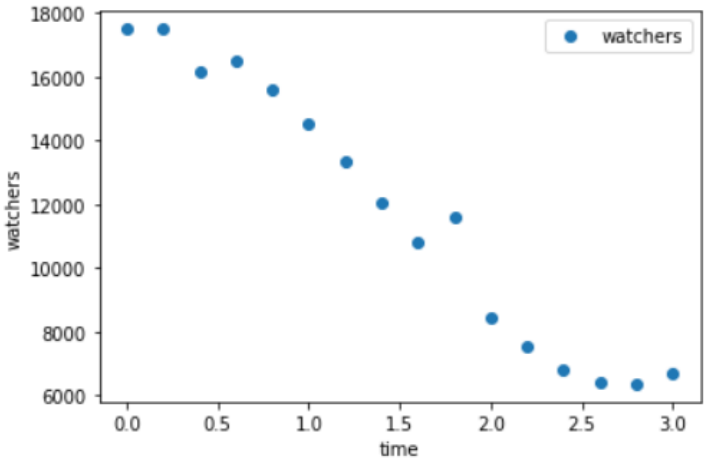

Рисунок 1.5 – Початковий розподіл кількості телеглядачів на другому телеканалі

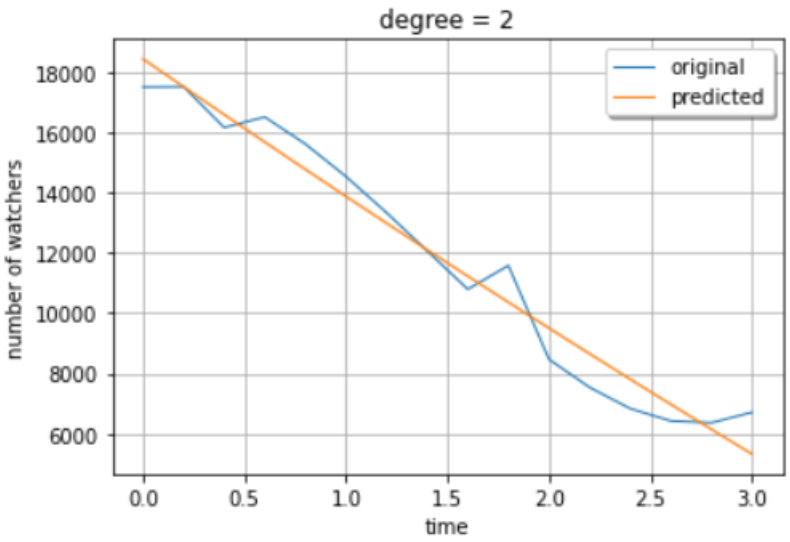

Рисунок 1.6 – Побудова функції N2 за допомогою поліноміальної регресії другого порядку

На рисунках 1.5, 1.6 отримали аналогічну ситуацію. Тому, в даному випадку скористаємось також поліноміальною регресією третього степеня.

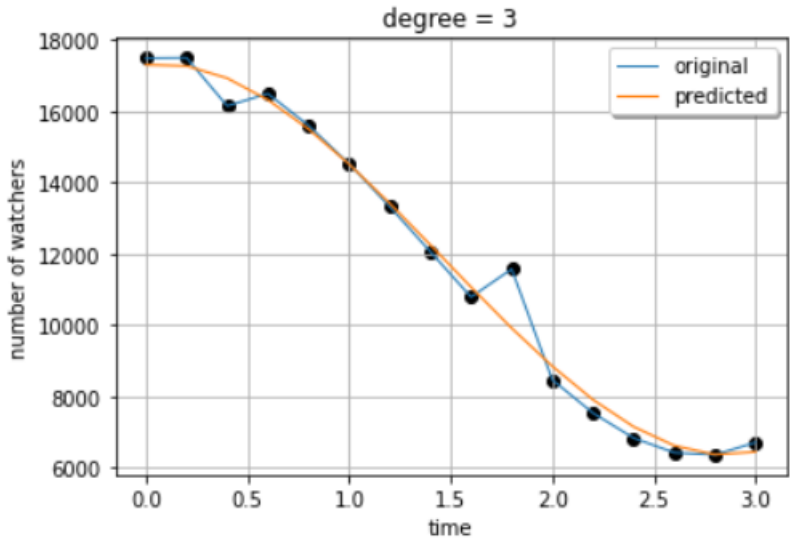

Рисунок 1.7 – Побудова функції N2 за допомогою поліноміальної регресії третього порядку

Можна помітити, з рисунку 1.7 що тепер, точність такої моделі значно зросла. Обрахувавши точність такої моделі, отримали: r2 = 0.95.

Тому скористаємось саме цією моделлю, і спрогнозуємо кількість переглядів в момент завершення інформаційної компанії.

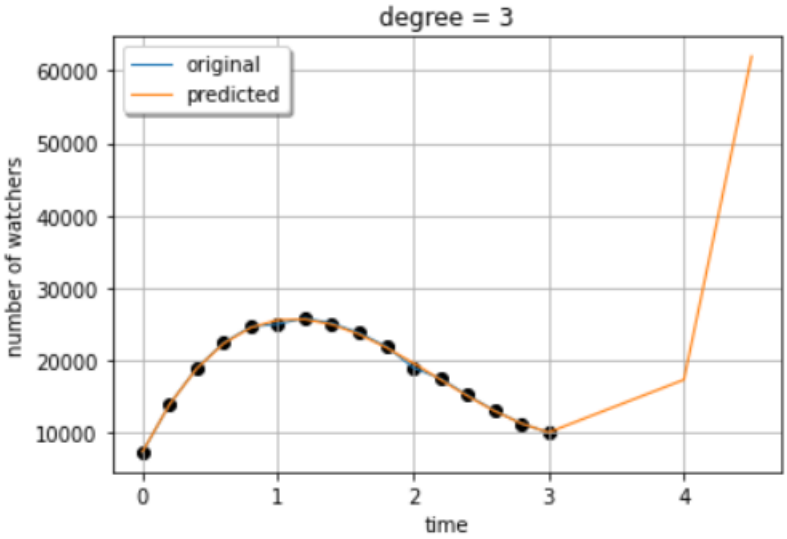

Рисунок 1.8 – Динаміка чисельності телеглядачів на другому телеканалі.

На рисунку 1.8 було передбачено, динаміку чисельності глядачів, після моменту закінчення інформаційної кампанії. Результати, що були отримані раніше підтверджуються – інформаційна протидія першого телеканалу сильніша ніж інформаційна протидія другої коаліції, оскільки видно що графік на цьому часовому інтервалі росте – тобто аудиторії збільшується.

Висновки до розділу 4

Було зібрано дані кількості телеглядачів по чотирьох телеканалах, серед яких було виокремлено дві коаліції: перший та други телеканал – перша група, третій та четвертий телеканал – друга група. На основі зібраних даних було побудовано функцію, що передбачає чисельність глядачів в будь який момент часу. Для цього було проаналізовано методи, які працюють з прогнозуванням даних, і визначено, що найбільш оптимальною моделлю для даної задачі, яка

дає достатньо високу точність (приблизно 95%) виявилась поліноміальна регресія третього порядку. Для даної моделі було побудовано графіки, які показували фактичні та спрогнозовані дані, які передбачила створена модель.

Далі було проаналізовано вплив телеканалів з другої коаліції на телеканали з першої, а саме обраховано коефіцієнти впливу z_1, z_2, z_3, z_4, в три близькі між собою моменти часу, саме тоді, коли множина вільних людей стала порожньою, що призвело в свою чергу до завершення так званої інформаційної компанії. Згідно з отриманих даних було зроблено висновок, що першому та другому каналам слід звернути увагу на посилення протидії інформаційному впливу четвертого каналу, так як його інформаційна повістка цікавить глядачів більше, в порівнянні з першим та другим телеканалами.

Крім того було обраховано коефіцієнти загального інормаційного впливу другої коаліції на перший та другий телеканали (це відповідно значенняv_1, v_2,). Оскільки отримані значення були додатними, з цього робимо висновок – в інформаційній протидії перший та другий телеканали виграють другу коаліцію, до якої входять третій та четвертий телеканали.

Були побудовано графіки для першого та другого телеканалів зі спрогнозованою кількістю глядачів на момент завершення інформаційної компанії. Вони підтвердили аналітично отримані результати – в інформаційному протиборстві друга коаліція, в порівнянні з першою, виявилась слабшою. Це призвело до того, що кількість глядачів на першому та другому телеканалах стрімко зростала.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було розглянуто два випадки динамічних змін в телевізійній сфері, що можуть створити ризики для інформаційної безпеки суспільства. Перша з них – це закриття мовкниів, що в свою чергу призводить до зміни інформаційної оповістки в прямому телевізійному ефірі. Друга – це нейтралізація дій, що спрямовані на тимчасове закриття певного телеканалу.

Розглядалась актуальна ситуація, коли частина глядацької аудиторії залишається без свого мовника. Для неї були проаналізовані моделі, що описують передвиборчі перегони, відповідно, базуючись на них, було розроблено узагальнену модель множинного вибору. За допомогою неї, було змодельовано процес переходу «вільної» аудиторії до інших, існуючих, мовників. Додатково, з групи мовників, що виходять в ефір, було створено коаліцію та визначено фактори, що визначають значущість її впливу в умовах інформаційного боротьби.

У другій ситуації використано ігровий підхід для запобігання деструктивним інформаційним впливам на діяльність певних телеканалів коаліції. Визначено умови, за яких існує можливість мінімізувати негативний вплив на функціонування всієї групи телевізійних мовників, що входять до складу коаліції.

Проведено комп’ютерний експеримент з розрахунком вищевказаних ситуацій та підтверджено, що створена модель та запропонований ігровий підхід дають можливість їх практичного застосовувати для розв’язування реальних задач.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1) Лекції теорії ігор [Електронний ресурс] Режим доступа: http://emm.tneu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/10/Lektsiyi-Teoriya-igor.pdf– 14 – Дата звернення 10.04.2022

2) Розен В. В., Математические модели принятия решений в экономике // М,:Книжный дом "Университет Высшая школа,–2002. — с.288 — Дата звернення 29.04.2022

3) Теорія ігор: основи та застосування [Електронний ресурс] Режим доступа:http://ut.nmu.org.ua/ua/informationtostudent/Методические%20указания/Теория%20принятия%20решений.pdf –Дата звернення 15.05.2022

4) Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник. К.: Видавничий дім «Слово», 2006.– 816с – Дата звернення 10.04.2022

5) Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами [Текст] / М.В. Губко, Д.А. Новиков. – 2-е изд. – М.: 2005. – 168с. – Дата звернення 19.04.2022

6) Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике [Текст] / С. Карлин – М.: Мир, 1964. – 835 с– Дата звернення 20.05.2022

7) All you need to know about Polynomial Regression [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/07/all-you-need-to-know-about-polynomial-regression/ – Дата звернення 30.05.2022

8) Возняк Л.С., Шарин С.В., Чисельні методи.Методичний посібник для студентів природничих спеціальностей // Видавництво «Плай», 2001. – 64с [Електронний ресурс] Режим доступу:

https://kmfa.pnu.edu.ua/wpcontent/uploads/sites/64/2018/03/Chys_metody_Voznjak_Sharyn.pdf – Дата звернення 23.05.2022

9) Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.В., Чирун Л.Б., Чисельні методи в комп'ютерних науках. Том 1. // Видавництво «Новий Світ – 2000» , 2017 – 469 [Електронний ресурс] Режим доступу:

http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Andrunik_P1_2017_470.pdf – Дата звернення 20.05.2022

10) Чилачава Т. Нелинейная математическая модель динамики избирателей проправительственной и оппозиционной партий (двух избирательных субъектов) [Текст] / Сухумский государственный университет, 2012. – Дата звернення 15.02.2022

11) Misra A.K. A simple mathematical model for spread of two political parties//NonlinearAnalysis: ModellingandControl. 2012. Vol. 17, No 3. P.343–354. – Дата звернення 15.02.2022

12) Турченко Ю. ЗМІ як впливовий чинник реалізації політичної процесу *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2020. № 4. – URL: http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1632 DOI: 10.32702/2307-2156-2020.4.2 – Дата звернення 20.04.2022

13) Панченко О. А. Засоби масової комунікації як платформа державної інформаційної політики. 2009. № 4. – URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/70984/12Turchenko.pdf?sequence=1 – Дата звернення 16.04.2022

Додаток А. Програмний код

```
from sklearn.preprocessing import PolynomialFeatures
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LinearRegression
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
data={"time":[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3],
"watchers": [7375, 13971,18941,22450,24661, 25040, 25845, 25144, 23799, 21971, 19023, 17522, 15232, 13112, 11328, 10042]}
frame = pd.DataFrame(data)
X = frame.iloc[:, :-1].values
y = frame.iloc[:, 1].values
frame.plot(x='time', y='watchers', style='o')
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('watchers')
plt.show()
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=0)
regressor = LinearRegression()
regressor.fit(X_train, y_train)
y_pred = regressor.predict(X_test)
pf = PolynomialFeatures()
X_poly=pf.fit_transform(X)
regressor.fit(X_poly, y)
yp = regressor.predict(X_poly)
x_ax =[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
plt.plot(x_ax, y, linewidth=1, label="original")
plt.plot(x_ax, yp, linewidth=1.1, label="predicted")
plt.title("degree = 2")
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('number of watchers')
plt.legend(loc='best',fancybox=True, shadow=True)
```

```
plt.grid(True)
plt.show()
pf = PolynomialFeatures(degree = 3)
X_poly = pf.fit_transform(X)
regressor.fit(X_poly, y)
yp_3 = regressor.predict(X_poly)
x_ax =[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
plt.plot(x_ax, y, linewidth=1, label="original")
plt.plot(x_ax, yp_3, linewidth=1.1, label="predicted")
plt.title("degree = 3")
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('number of watchers')
plt.scatter(x_ax, y,  c='black')
plt.legend(loc='best',fancybox=True, shadow=True)
plt.grid(True)
plt.show()
a = regressor.coef_
b = regressor.intercept_
def channel_1(t):
    return  a[3]*(t**3) + a[2]*(t**2) + a[1]*(t) + b
channel_1(5)
x_ax =[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
x = [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3, 4, 4.5]
yp = [ 7412.79179567, 13961.60835913, 18890.45367094, 22363.16138196,
       24543.56514306, 25595.49860511, 25682.79541898, 24969.28923553,
       23618.81370564, 21795.20248018, 19662.28921002, 17383.90754601,
       15123.89113905, 13046.07363998, 11314.28869969, 10092.36996904,17360, 61947]
plt.plot(x_ax, y, linewidth=1, label="original")
plt.plot(x, yp, linewidth=1.1, label="predicted")
plt.title("degree = 3")
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('number of watchers')
```

```
plt.scatter(x_ax, y,  c='black')
plt.legend(loc='best',fancybox=True, shadow=True)
plt.grid(True)
plt.show()
data={"time":[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3],
"watchers": [17495,17505, 16153, 16500, 15606, 14529,13328,12063,10792 ,11577,8469, 7539,6837,6427,6365,6713]}
frame = pd.DataFrame(data)
X = frame.iloc[:, :-1].values
y = frame.iloc[:, 1].values
frame.plot(x='time', y='watchers', style='o')
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('watchers')
plt.show()
regressor = LinearRegression()
regressor.fit(X_train, y_train)
y_pred = regressor.predict(X_test)
pf = PolynomialFeatures()
X_poly = pf.fit_transform(X)
regressor.fit(X_poly, y)
yp = regressor.predict(X_poly)
x_ax =[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
plt.plot(x_ax, y, linewidth=1, label="original")
plt.plot(x_ax, yp, linewidth=1.1, label="predicted")
plt.title("degree = 2")
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('number of watchers')
plt.legend(loc='best',fancybox=True, shadow=True)
plt.grid(True)
plt.show()
pf = PolynomialFeatures(degree = 3)
X_poly = pf.fit_transform(X)
regressor.fit(X_poly, y)
```

```
yp_3 = regressor.predict(X_poly)
x_ax =[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
plt.plot(x_ax, y, linewidth=1, label="original")
plt.plot(x_ax, yp_3, linewidth=1.1, label="predicted")
plt.title("degree = 3")
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('number of watchers')
plt.scatter(x_ax, y,  c='black')
plt.legend(loc='best',fancybox=True, shadow=True)
plt.grid(True)
plt.show()
c = regressor.coef_
d = regressor.intercept_
def channel_2(t):
    return  c[3]*(t**3) + c[2]*(t**2) + c[1]*(t) + d
channel_2(4.5)
x_ax =[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
x = [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3, 4, 4.5]
yp = [17308.50309598, 17276.68885449, 16932.81037152, 16326.06305073,
      15505.64229578, 14520.74351036, 13420.56209812, 12254.29346273,
      11071.13300786,  9920.27613718,  8850.91825435,  7912.25476304,
       7153.48106692,  6623.79256966,  6372.38467492,  6448.45278638, 13416,22354.75]
plt.plot(x_ax, y, linewidth=1, label="original")
plt.plot(x, yp, linewidth=1.1, label="predicted")
plt.title("degree = 3")
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('number of watchers')
plt.scatter(x_ax, y,  c='black')
plt.legend(loc='best',fancybox=True, shadow=True)
plt.grid(True)
plt.show()
x = [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.5]
```

```
y = [26516, 22677,19293, 16378, 13945, 12010, 10584, 9683, 9320, 9508,10262]
mymodel = numpy.poly1d(numpy.polyfit(x, y, 3))
myline = numpy.linspace(0, 5)
plt.xlim([0, 3])
plt.ylim([0, 30000])
plt.scatter(x, y)
plt.plot(myline, mymodel(myline))
plt.show()
x = [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
y = [26516, 22677,19293, 16378, 13945, 12010, 10584, 9683, 9320, 9508,10262, 11594, 13520, 16053, 19206, 22994]
mymodel = numpy.poly1d(numpy.polyfit(x, y, 3))
myline = numpy.linspace(0, 5)
plt.xlim([0, 3])
plt.ylim([0, 30000])
plt.scatter(x, y)
plt.plot(myline, mymodel(myline))
plt.show()
def channel_3(t):
    return mymodel[0]*(t**3) + mymodel[1]*(t**2) + mymodel[2]*t + mymodel[3]
channel_3(3)
x = [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3]
y = [27723,28429,29003,29443,29751,29927,29970,29883,29664,29315,28835, 28225, 27486, 26617, 25620, 24495]
mymodel = numpy.poly1d(numpy.polyfit(x, y, 3))
myline = numpy.linspace(0, 5)
plt.xlim([0, 3])
plt.ylim([22000, 35000])
plt.scatter(x, y)
plt.plot(myline, mymodel(myline))
plt.show()
def channel_4(t):
    return mymodel[0]*(t**3) + mymodel[1]*(t**2) + mymodel[2]*t + mymodel[3]
```

```
channel_3(4)
def new(t):
    N = 30000
    #channel_1
    n_1 = 3413*(t**3) + -22297*(t**2)+37067*(t)+  7412
    n_1_poh = (3413)*3*(t**2)+ (-22297)*2*t  + 37067
    n_1 = n_1/N
    n_1_poh = n_1_poh/(N)
    #channel_12
    n_2 = 1024*(t**3)  -4515*(t**2)+703.*(t) +17308
    n_2_poh = (1024)*3*(t**2) +  2*(-4515*t)+ 703
    n_2 = n_2/(N)
    n_2_poh = n_2_poh/(N)
    #channel_3
    n_3 = (287.)*(t**3) + (5518)*(t**2) + (-20311)*t + (26516)
    n_3_poh = (287.)*3*(t**2) + (5518)*2*t  + (-20311)
    n_3 = n_3/(N)
    n_3_poh = n_3_poh/(N)
    #channel_4
    n_4 = ( 8)*(t**3) + (-1672)*(t**2) + ( 3868)*t + (7723)
    n_4_poh = (8)*3*(t**2) +(-1672)*2*(t) + ( 3868)
    n_4 = n_4/(N)
    n_4_poh = n_4_poh/(N)
    z_2 = (n_1*(n_1_poh/n_1) + n_3*(n_3_poh/n_3))/(n_4*n_1 - n_2*n_3)
    z_1 = ((n_1_poh/n_1) - z_2*n_4)/n_3
    z_4 = (n_1*(n_2_poh/n_2) + n_3*(n_4_poh/n_4))/(n_4*n_1 - n_2*n_3)
    z_3 = ((n_2_poh/n_2) - z_4*n_4)/n_3
    #print(n_1, n_2, n_3, n_4)
    #print(z_1, z_2, z_3, z_4)
    print(z_1*n_3+ z_2*n_4)
    print(z_3*n_3+ z_4*n_4)
new(5)
```