

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

І. В. Прядко

**Вимоги до написання контрольної роботи
з дисципліни «Економетрика»
для студентів заочної форми навчання**

Методичні вказівки

Випуск 378



Миколаїв – 2022

УДК 330.43(076)

П85

Рекомендовано до друку вченою радою Чорноморського національного університету імені Петра Могили (витяг з протоколу № 5 від 10 червня 2021 р.).

Рецензент:

Ципліцька О. О. – старший науковий співробітник відділу промислової політики ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України».

П85

Прядко І. В. Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни «Економетрика» для студентів заочної форми навчання : метод. вказівки / І. В. Прядко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2022. – 36 с. – (Методична серія ; вип. 378).

Методичні вказівки містять поради до виконання контрольної роботи. Також наведені питання для підготовки до екзамену, приклад екзаменаційного білета й перелік рекомендованої літератури.

УДК 330.43(076)

© Прядко І. В., 2022

© ЧНУ ім. Петра Могили, 2022

ISSN 1811-492X

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Програма навчальної дисципліни	5
Вимоги до написання контрольної роботи.....	6
Критерії оцінювання контрольної роботи	7
Приклад виконання контрольної роботи	8
Питання для підготовки до екзамену.....	30
Приклад екзаменаційного білета.....	32
Перелік рекомендованої літератури.....	33
Додаток А. Зразок титульного аркуша контрольної роботи.....	35

ПЕРЕДМОВА

Економетрика – це дисципліна, яка є завершальною частиною курсу «Економіко-математичні методи і моделі».

Метою дисципліни є формування системи знань з методології та інструментарію побудови і використання різних типів економетричних моделей.

Завданнями дисципліни є:

- ознайомлення студентів із сутністю, пізнавальними можливостями і практичним значенням економетричного моделювання як одного з наукових методів пізнання реальності;
- оволодіти інструментарієм прогнозування в економічній сфері;
- дати уявлення про найбільш поширені економетричні методи, що використовуються в економіко-математичному моделюванні;
- сформувати навички побудови моделі або постановки модельного експерименту на персональній ЕОМ;
- навчити інтерпретувати результати кореляційного моделювання та застосовувати їх для обґрунтування господарських рішень;
- сформувати основу для подальшого самостійного вивчення програмних додатків економіко-математичного моделювання в процесі професійної діяльності.

Передумови вивчення дисципліни: студент має володіти навичками застосування математичного апарату (лінійна алгебра, статистика, теорія ймовірностей).

Очікувані результати навчання: виявляти навички пошуку, збирання та аналізу інформації, здійснення прогнозів для обґрунтування управлінських рішень в галузі управління і адміністрування: в бухгалтерському і управлінському обліку, фінансах, менеджменті та в управлінні підприємствами, які характеризуються комплексністю і невизначеністю умов.

У результаті вивчення дисципліни студент

має знати:

- базові методи і моделі математичного апарату, які застосовуються до проведення досліджень на відповідному рівні;
- основні поняття і теореми економетрії;
- основні методи побудови прогнозів явищ в умовах невизначеності.

має вміти:

- застосовувати набуті навички в процесі аналізу і синтезу;
- застосовувати знання у практичних ситуаціях, які характеризуються комплексністю і невизначеністю умов;
- проводити наукові дослідження на належному рівні.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Заочна форма:

	Теми	Всього	Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	Методи побудови лінійної регресійної моделі	24	2	2	20
2	Узагальнений метод найменших квадратів	20	2	2	16
3	Економетричні моделі динаміки	14	0	0	14
4	Мультиколінеарність	18	2	2	14
5	Методи інструментальних змінних	10	0	0	10
6	Моделі розподіленого лагу	10	0	0	10
7	Моделі на основі структурних рівнянь	10	0	0	10
8	Автокореляція	14	2	2	10
	Всього за курсом	120	8	8	104

ВИМОГИ ДО НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Обсяг практичних занять у студентів заочної форми навчання обмежується 8 годинами. Тож основний наголос доводиться робити на самостійну роботу, а саме виконання контрольної роботи.

Статистичні дані, які використовує студент, мають бути актуальні.

Робота надається в електронному вигляді через систему Moodle.

Контрольна робота починається з титульного аркуша. У додатку А наведений його зразок. Сторінки мають бути пронумеровані.

Основні вимоги до оформлення роботи є загальноприйнятими (ДСТУ 3008:2015). Текст контрольної роботи друкується на одній стороні стандартних аркушів розміром 210 x 297 мм (формат А4).

Шрифт	Times New Roman
Розмір шрифту	14 пунктів
Відстань між рядками	1 інтервал

Параметри сторінки:

Верхній і нижній берег	20 мм
Лівий берег	25 мм
Правий берег	10 мм
Відступ абзацу	12,5 мм

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Оцінка виконаних робіт здійснюється відповідно до критеріїв:

- 1) повнота виконання завдання;
- 2) наявність обґрунтувань та пояснень;
- 3) логічність викладення думок та розуміння матеріалу.
- 4) акуратність виконання;
- 5) своєчасність здачі роботи;

Контрольна робота оцінюється в 60 балів.

Сутність контрольної роботи: студент має самостійно відібрати економічну ознаку та приблизно 5 факторів, які теоретично впливають на результативну зміну. Це можуть бути статистичні дані мікро-, мезо- або макрорівня. Можна використовувати якісні змінні. Далі студент обирає 2–3 фактори, які емпірично найсильніше впливають на результат, і будує з ними регресійну модель без економетричних недоліків (без мультиколінеарності, гетероскедастичності та автокореляції у залишках). Якщо жоден з відібраних факторів не забезпечує «чисту» економетричну модель, студент має побудувати рівняння авторегресії.

За отриманим рівнянням регресії студент робить інтервальний прогноз.

Всі кроки розрахунків мають бути пояснені.

Наприкінці роботи робиться загальний висновок.

Етап роботи	Максимальна кількість балів
Відбір факторів, які мають найбільший вплив на результат	5
Перевірка моделі на мультиколінеарність	5
Перевірка моделі на гетероскедастичність (2 тести)	10 балів за кожний тест; всього 20 балів
Оцінка наявності автокореляції у залишках	10
Побудова рівняння авторегресії, його дослідження	15
Прогноз	5
Загальна кількість балів	60

*максимальну кількість балів студент отримує за наявності висновку за кожним етапом дослідження моделі.

ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Завдання: визначити фактори, які впливають на динаміку курсу Біткоїн.

Розглянемо теоретичну модель залежності курсу Біткоїну від курсів інших криптовалют, світових цін на основні енергоресурси, цін на дорогоцінні метали та основних показників функціонування економіки:

Курс Біткоїна = $f(\text{курс Ethereum, XRP/Ripple, Litecoin, ціни на нафту (Brent), світові ціни на золото та срібло, індекс Dow Jones, індекс NASDAQ, індекс S\&P 500})$.

Теоретично, ціни на основні криптовалюти мають бути пов'язані і підвищення курсу однієї має привести до підвищення вартості іншої. Підвищення ціни бареля нафти зазвичай призводить до зростання на курсу долару у нафтозалежних країн. Таке саме явище можна спостерігати при економічному зростанні, яке характеризується підвищенням індексів Dow Jones, NASDAQ та S&P 500. Оскільки появу криптовалюти можна розглядати як спробу позбутися впливу централізованої банківської системи, то зростання курсу долара може призвести до зростання попиту на децентралізовану грошову одиницю (долар та криптовалюта як товари-субститути).

Таким чином, будемо вважати, що між усіма факторами існує прямий зв'язок.

Як основний метод дослідження обрано кореляційно-регресійний аналіз. Цей метод дозволяє оцінити існуючий взаємозв'язок між результатом та обраними факторами, оцінити якість побудованих економетричних моделей та здійснити екстраполяцію результату.

Проаналізуємо залежність між курсами основних криптовалют.

Таблиця 1

Курс основних криптовалют за період 2014–2019 рр.

Квартал	Bitcoin	Ethereum	XRP / Ripple	LiteCoin
1	754,97	–	0,027365	24,35
2	457	–	0,008785	12,77
3	641,39	–	0,00378	8,96
4	387,43	–	0,004645	4,47
5	320,43	–	0,024455	2,72

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Продовження табл.

6	244,22	–	0,007772	1,65
7	263,35	–	0,011317	4,09
8	236	0,734307	0,005518	3,01
9	430,72	0,933712	0,00604	3,48
10	416,76	11,4	0,007391	3,25
11	672,52	12,44	0,006651	4,19
12	609,93	13,2	0,008839	3,85
13	963,66	7,98	0,006523	4,33
14	1071,71	50,03	0,021743	6,65
15	2492,6	293,35	0,262855	40,4
16	4341,05	301,55	0,197622	55,14
17	14112,2	755,76	2,3	231,67
18	7003,06	397,25	0,513854	116,9
19	6411,68	455,24	0,465944	81,5
20	6619,85	233,22	0,583511	61,1
21	3746,71	133,42	0,352512	30,46
22	4105,36	141,47	0,309195	60,77
23	10796,9	290,27	0,3959	122,11
24	8299,72	180,21	0,256213	56,09

Як показує аналіз Табл. 1, курс Біткоіну демонструє найбільші темпи росту: за досліджуваний період часу його середня вартість становила 3081,4 дол, що майже в 17 разів вище за середню вартість Ethereum та у 78 разів більше, ніж середній курс LiteCoin. Вражають також середні показники зміни курсу Біткоін – щоквартально його вартість зростала в середньому на 328 дол (11%). Динаміка інших криптовалют демонструє менші темпи приросту: курс Ethereum щоквартально зростав на 11,2 дол (27%) та курс LiteCoin – лише на 1,38 дол (3,7%) щоквартально. Найвищі темпи приросту курсу Ethereum можна пояснити тим, що це порівняно нова криптовалюта. На світовому ринку криптовалют вона з’явилась лише у 4 кварталі 2015 року.

Дослідимо вплив курсів основних криптовалют на курс Біткоіну за допомогою коефіцієнту кореляції:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\overline{xy} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1)$$

Чим більше він наблизитиметься до одиниці, там більшою буде тіснота взаємозв’язку між результатом та факторами. Приблизні розрахунки парного коефіцієнту кореляції подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Розрахунок парної кореляції між y та $x1$

Квартал	y	$x1$	$yx1$	$x1^2$	y^2
1,0	755,0	–	–	–	–
2,0	457,0	–	–	–	–
3,0	641,4	–	–	–	–
4,0	387,4	–	–	–	–
5,0	320,4	–	–	–	–
6,0	244,2	–	–	–	–
7,0	263,4	–	–	–	–
8,0	236,0	0,7	173,3	0,5	55696,0
9,0	430,7	0,9	402,2	0,9	185519,7
10,0	416,8	11,4	4751,1	130,0	173688,9
11,0	672,5	12,4	8366,1	154,8	452283,2
12,0	609,9	13,2	8051,1	174,2	372014,6
13,0	963,7	8,0	7690,0	63,7	928640,6
14,0	1071,7	50,0	53617,7	2503,0	1148562,3
15,0	2492,6	293,4	731204,2	86054,2	6213054,8
16,0	4341,1	301,6	1309043,6	90932,4	18844715,1
17,0	14112,2	755,8	10665436,3	571173,2	199154188,8
18,0	7003,1	397,3	2781965,6	157807,6	49042849,4
19,0	6411,7	455,2	2918853,2	207243,5	41109640,4
20,0	6619,9	233,2	1543881,4	54391,6	43822414,0
21,0	3746,7	133,4	499886,0	17800,9	14037835,8
22,0	4105,4	141,5	580785,3	20013,8	16853980,7
23,0	10796,9	290,3	3134024,9	84256,7	116573697,4
24,0	8299,7	180,2	1495692,5	32475,6	68885352,1
Середнє	3141,6	192,9	1514342,6	77951,6	33991419,6

Розраховуємо кореляцію:

$$r_{yx1} = \frac{1514342,6 - 3141,6 \times 192,9}{\sqrt{(77951,6 - 192,9^2)(33991419,6 - 3141,6^2)}} = 0,891 \quad (2)$$

Результати кореляційного аналізу між курсами криптовалют представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Матриця парних коефіцієнтів кореляції між курсом Біткоїну та іншими криптовалютами

Показник	Bitcoin	Ethereum	XRP / Ripple	LiteCoin
Bitcoin	1,000	–	–	–
Ethereum	0,891	1,000	–	–
XRP / Ripple	0,831	0,879	1,000	–
LiteCoin	0,945	0,940	0,919	1,000

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Як показує матриця парних коефіцієнтів кореляції, між курсом Біткоїну та інших криптовалют існує досить сильний прямий зв'язок: підвищення курсу акції однієї криптовалюти позитивно впливає на ріст курсу Біткоїн. Крім того, найбільший взаємозв'язок спричиняє на результат курс LiteCoin.

Також слід зазначити, що висока залежність між цими валютами на світовому ринку криптовалют, призводить до появи мультиколінеарності між факторами (коефіцієнт кореляції перевищує 0,8). Наявність колінеарності в економетричній моделі призведе до зсуву оцінок параметрів регресії. Тому з метою позбутися мультиколінеарності в моделі нівелюємо дублювання факторів і оберемо курс LiteCoin як фактор, що найбільше впливає на курс Біткоїн (кореляція на рівні 94,5%).

Далі розглянемо ступінь впливу вартості нафти як основного енергоресурсу та цін на дорогоцінні метали на курс Біткоїну.

Таблиця 4

**Динаміка цін на курс Біткоїну, дорогоцінні метали
та нафту протягом 2014–2019 рр.**

Квартал	Bitcoin	Oil (Brent)	Gold	Silver
1	754,97	106,4	1398,9	19,105
2	457	108,07	1431,8	19,119
3	641,39	106,02	1411,5	20,373
4	387,43	85,86	1265,9	16,077
5	320,43	52,99	1336,6	17,192
6	244,22	66,78	1242	16,124
7	263,35	52,21	1154,1	14,746
8	236	49,56	1176,8	15,566
9	430,72	34,74	1146,2	14,229
10	416,76	48,13	1327,7	17,789
11	672,52	42,46	1401,8	20,312
12	609,93	48,3	1319,3	17,762
13	963,66	55,7	1269,5	17,512
14	1071,71	51,73	1324,2	17,191
15	2492,6	52,65	1317,2	16,75
16	4341,05	61,37	1320,6	16,645
17	14112,2	69,05	1401,7	17,204
18	7003,06	75,17	1377,8	16,312
19	6411,68	74,25	1270,1	15,5
20	6619,85	75,47	1250,8	14,229
21	3746,71	61,89	1350	16,022
22	4105,36	72,8	1303,6	15,069
23	10796,9	65,17	1437,8	16,533
24	8299,72	60,23	1514,8	18,067
Середня вартість	3081,39	64,94	1317,12	16,82

Як показує аналіз таблиці 4, за досліджуваний період часу середньоквартальна ціна за барель нафти становила майже 65 дол. Середня вартість золота та срібла – 1317,12 та 16,82 дол відповідно. Оскільки ціна на ресурс є своєрідним відображенням попиту на нього, можна вважати, що попит на криптовалюту у вигляді Біткоїн протягом 2014–2019 років перевищував попит на дорогоцінні метали та на нафту.

Ступінь взаємозв'язку між досліджуваними величинами розраховано за допомогою парних коефіцієнтів кореляції.

Таблиця 5

Кореляційна матриця між курсом Біткоїн та цінами на дорогоцінні метали та нафту

Показник	Bitcoin	Oil (Brent)	Gold	Silver
Bitcoin	1	–	–	–
Oil (Brent)	0,0829149	1	–	–
Gold	0,4272195	0,4056628	1	–
Silver	-0,173112	0,3379501	0,715135	1

Як демонструє кореляційний аналіз жодний з факторів суттєво не впливає на результат. Тому ціни на нафту, золото та срібло не можуть бути факторами економетричної моделі впливу на курс біткоїна.

Дослідимо динаміку основних індексів економічного зростання.

Таблиця 6

Динаміка основних індексів економічного зростання

Квартал	Dow Jones	NASDAQ	S&P 500
1	15698,85	4103,88	1782,59
2	16580,84	4114,56	1883,95
3	16563,3	4369,77	1930,67
4	17390,52	4630,74	2018,05
5	17164,95	4635,24	1994,99
6	17840,52	4941,42	2085,51
7	17689,86	5128,28	2103,84
8	17663,54	5053,75	2079,36
9	16466,3	4613,95	1940,24
10	17773,64	4775,36	2065,3
11	18432,24	5162,13	2173,6
12	18142,42	5189,14	2126,15
13	19864,09	5614,79	2278,87
14	20940,51	6047,61	2384,2

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Продовження табл.

15	21891,12	6348,12	2470,3
16	23377,24	6727,67	2575,26
17	26149,39	7411,48	2823,81
18	24163,15	7066,27	2648,05
19	25415,19	7671,79	2816,29
20	25115,76	7305,9	2711,74
21	24999,67	7281,74	2704,1
22	26592,91	8095,39	2945,83
23	26864,27	8175,42	2980,38
24	27046,23	8292,36	3037,56
Середній приріст	2,4	3,1	2,3

Протягом 2014–2019 років найбільші темпи приросту демонструє індекс NASDAQ. Втім, усі зазначені показники свідчать про економічне зростання, що шляхом підвищення доходів може сприяти підвищенню цікавості до ринку криптовалют.

Детальний аналіз ступеня впливу зазначених біржових індексів на курс Біткоїн подано в таблиці 7.

Таблиця 7

Кореляційна матриця для визначення взаємозв'язку між курсом Біткоїн та основними біржовими індексами

Показник	Bitcoin	Dow Jones	NASDAQ	S&P 500
Bitcoin	1	–	–	–
Dow Jones	0,85726	1	–	–
NASDAQ	0,82591	0,992970008	1	–
S&P 500	0,8378	0,994741224	0,99732866	1

Як показує аналіз кореляційної матриці, існує дуже високий позитивний взаємозв'язок між курсом Біткоїну та біржовими індексами. При цьому спостерігається наявність високої кореляції між факторами, що свідчить про наявність такого недоліку, як мультиколінеарність. Для того, щоб позбутися ефекту дублювання факторів, залишаємо такий чинник, що більше за інших впливає на результат. Це буде індекс Dow Jones з коефіцієнтом кореляції 0,85726.

Виходячи з викладеного вище, вважаємо, що з поміж усіх відібраних факторів на величину курсу Біткоїн будуть впливати лише курс Litecoin та індекс Dow Jones.

За допомогою економетричного аналізу побудуємо залежність між зазначеними величинами. Залежність між досліджуваним результатом та відібраними факторами подана на Рис. 1 та Рис. 2.

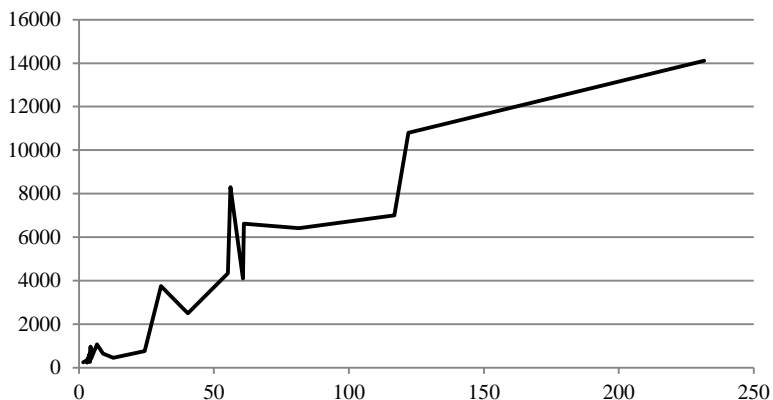


Рисунок 1 – Залежність між курсами Біткоїн та Litecoin

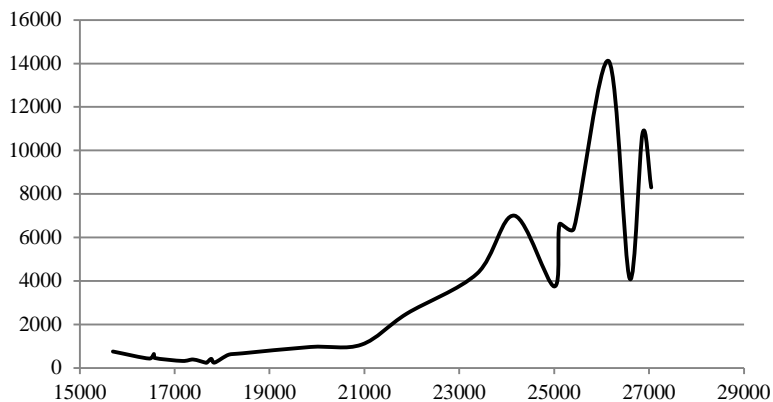


Рисунок 2 – Залежність між курсом Біткоїн та індексом Dow Jones

Як можна побачити з Рис. 1 та Рис. 2, значення результату варіює відносно середніх рівнів факторів. Можна використати лінійну форму рівняння регресії:

$$y = a + b_1 \times x_1 + b_2 \times x_2 \quad (3)$$

Основні розрахунки подано таблиці 8.

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Таблиця 8

Побудова множинного рівняння регресії

Y	x1	x2	x1^2	x2^2	yx1	yx2	x1x2
754,97	24,35	15698,85	592,92	246453891,32	18383,52	11852160,78	382267,00
457,00	12,77	16580,84	163,07	274924255,11	5835,89	7577443,88	211737,33
641,39	8,96	16563,30	80,28	274342906,89	5746,85	10623534,99	148407,17
387,43	4,47	17390,52	19,98	302430185,87	1731,81	6737609,16	77735,62
320,43	2,72	17164,95	7,40	294635508,50	871,57	5500164,93	46688,66
244,22	1,65	17840,52	2,72	318284153,87	402,96	4357011,79	29436,86
263,35	4,09	17689,86	16,73	312931146,82	1077,10	4658624,63	72351,53
236,00	3,01	17663,54	9,06	312000645,33	710,36	4168595,44	53167,26
430,72	3,48	16466,30	12,11	271139035,69	1498,91	7092364,74	57302,72
416,76	3,25	17773,64	10,56	315902278,85	1354,47	7407342,21	57764,33
672,52	4,19	18432,24	17,56	339747471,42	2817,86	12396050,04	77231,09
609,93	3,85	18142,42	14,82	329147403,46	2348,23	11065606,23	69848,32
963,66	4,33	19864,09	18,75	394582071,53	4172,65	19142228,97	86011,51
1071,71	6,65	20940,51	44,22	438504959,06	7126,87	22442153,97	139254,39
2492,60	40,40	21891,12	1632,16	479221134,85	100701,04	54565805,71	884401,25
4341,05	55,14	23377,24	3040,42	546495350,02	239365,50	101481767,70	1289021,01
14112,20	231,67	26149,39	53670,99	683790597,37	3269373,37	369025421,56	6058029,18
7003,06	116,90	24163,15	13665,61	583857817,92	818657,71	169215989,24	2824672,24
6411,68	81,50	25415,19	6642,25	645931882,74	522551,92	162954065,42	2071337,99
6619,85	61,10	25115,76	3733,21	630801400,38	404472,84	166262563,84	1534572,94
3746,71	30,46	24999,67	927,81	624983500,11	114124,79	93666513,59	761489,95
4105,36	60,77	26592,91	3692,99	707182862,27	249482,73	109173469,00	1616051,14
10796,93	122,11	26864,27	14910,85	721689002,63	1318413,12	290051642,69	3280396,01
8299,72	56,09	27046,23	3146,09	731498557,21	465531,29	224476136,06	1517023,04
75399,25	943,91	499826,51	106072,57	10780478019,22	7556753,37	1875894266,56	23346198,52

Таким чином, рівняння регресії виглядатиме таким чином:

$$y = -5944.9 + 48.11X_1 + 0.35X_2 + e$$

Тобто, у разі збільшення курсу LiteCoin на одиницю курс Біткоїн зростає на 48,11 одиниць за фіксованого значення X₂; у випадку зростання індекса Dow Jones на одиницю курс Біткоїн зростає на 0,35 одиниць.

Для кращого розуміння величини впливу факторів перейдемо до використання відносних величин вимірювання взаємозв'язків в багатofакторній економетричній моделі – коефіцієнтів часткової кореляції.

$$r_{yx1} \cdot x_2 = \frac{ryx1 - r_{yx2} \cdot r_{x1x2}}{\sqrt{(1 - r^2_{yx2}) \times (1 - r^2_{x1x2})}} = 0.91 \quad (4)$$

$$r_{yx2} \cdot x_1 = \frac{ryx2 - r_{yx1} \cdot r_{x1x2}}{\sqrt{(1 - r^2_{yx1}) \times (1 - r^2_{x1x2})}} = 0.75 \quad (5)$$

Таким чином, можна зробити висновок, що за наявності в моделі ще одного фактору саме курс LiteCoin спричиняє більший вплив на курс Біткоїн порівняно з індексом Dow Jones.

З ймовірністю 95% приймаємо гіпотезу щодо адекватності всього рівняння ($F = 213.2$, критичне значення критерію Фішера становить 3.47).

Статистичну значимість параметрів рівняння регресії підтверджує тест Стьюдента:

0,35	48,11	-5944,97
(0,07)	(4,87)	(1262,35)

За рівня значимості 5% та ступеня вільності 21 всі параметри регресії перевищують число Стьюдента, що дорівнює 2.08.

Якість моделі підтверджує високе значення коефіцієнта детермінації R^2 , який дорівнює 0,95. Це означає, що 95% варіації результату пояснюється варіацією відібраних факторів. На долю інших факторів припадає лише 5%.

Оцінимо модель на наявність гетероскедастичності (табл. 9 та табл. 10) та автокореляції у залишках (табл. 11).

Таблиця 9

**Оцінка моделі на гетероскедастичність за допомогою тесту
Гольдфельда – Квандта (по фактору курсу LiteCoin)**

<i>LiteCoin</i>	<i>Bitcoin</i>	<i>Оціночне Yпо групам</i>	<i>E по групам</i>	<i>E^2 по групам</i>	
1,65	244,22	170,06	74,16	5499,50	
2,72	320,43	334,22	-13,79	190,18	
3,01	236	378,71	-142,71	20366,87	
3,25	416,76	415,53	1,23	1,50	
3,48	430,72	450,82	-20,10	404,01	
3,85	609,93	507,59	102,34	10474,44	
4,09	263,35	544,41	-281,06	78992,53	
4,19	672,52	559,75	112,77	12717,50	
4,33	963,66	581,23	382,43	146255,08	
4,47	387,43	602,71	-215,28	46343,62	Σ321245,23
30,46	3746,71	3863,76	-117,05	13700,71	
40,40	2492,60	4391,66	-1899,06	3606429,94	
55,14	4341,05	5174,48	-833,43	694609,19	
56,09	8299,72	5224,94	3074,78	9454300,21	
60,77	4105,36	5473,48	-1368,12	1871763,36	
61,10	6619,85	5491,01	1128,84	1274279,99	
81,50	6411,68	6574,43	-162,75	26486,55	
116,90	7003,06	8454,47	-1451,41	2106602,80	

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Продовження табл.

122,11	10796,93	8731,17	2065,76	4267363,24	
231,67	14112,20	14549,76	-437,56	191456,07	Σ23506992,06

Таблиця 10

**Оцінка моделі на гетероскедастичність за допомогою тесту
Гольдфельда – Квандта (по фактору індекс Dow Jones)**

<i>Dow Jones</i>	<i>Bitcoin</i>	<i>Оціночне Y по групам</i>	<i>E по групам</i>	<i>E^2 по групам</i>	
15698,85	754,97	699,26	55,71	3103,71	
16466,3	430,72	541,80	-111,08	12339,26	
16563,3	641,39	521,90	119,49	14277,66	
16580,84	457	518,30	-61,30	3757,96	
17164,95	320,43	398,46	-78,03	6088,84	
17390,52	387,43	352,18	35,25	1242,49	
17663,54	236	296,17	-60,17	3619,93	
17689,86	263,35	290,77	-27,42	751,63	
17773,64	416,76	273,58	143,18	20501,43	
17840,52	244,22	259,86	-15,64	244,46	Σ65927,36
21891,12	2492,6	2555,34	-62,74	3936,18	
23377,24	4341,05	4480,97	-139,92	19579,00	
24163,15	7003,06	5499,32	1503,74	2261246,77	
24999,67	3746,71	6583,23	-2836,52	8045870,01	
25115,76	6619,85	6733,66	-113,81	12952,17	
25415,19	6411,68	7121,64	-709,96	504047,75	
26149,39	14112,2	8072,98	6039,22	36472167,65	
26592,91	4105,36	8647,67	-4542,31	20632586,66	
26864,27	10796,93	8999,28	1797,65	3231528,60	
27046,23	8299,72	9235,06	-935,34	874858,83	Σ72058773,63

Під час розрахунку співвідношення сум квадратів залишків отримаємо 73,2 та 1093 відповідно. Ці значення суттєво перевищують критичне значення критерію Фішера. Це свідчить про те, що існує взаємозв'язок між кожним з факторів та відповідним залишком. З ймовірністю 95% робимо висновок про наявність гетероскедастичності залишків за кожним із обраних факторів.

Оскільки всі дані представленої моделі залежать від фактора часу, перевіримо чи існує взаємозв'язок між залишками кожного з рівнів ряду. Висуваємо гіпотезу H_0 про відсутність автокореляції залишків.

Оцінювання моделі тестом Дарбіна – Уотсона

<i>Et</i>	<i>Et-1</i>	$(Et-Et-1)^2$	<i>Et</i> ²
105,2402088	–	–	11075,5
59,71463951	105,2402088	2072,5775	3565,838
433,4680335	59,71463951	139691,6	187894,5
109,7635017	433,4680335	104784,62	12048,03
204,8818332	109,7635017	9047,497	41976,57
-53,22572941	204,8818332	66619,514	2832,978
-99,44165207	-53,2257294	2135,9115	9888,642
-65,73912955	-99,4416521	1135,86	4321,633
519,9569298	-65,7391295	343039,87	270355,2
65,43993778	519,9569298	206585,7	4282,385
48,46091067	65,43993778	288,28736	2348,46
102,3475248	48,46091067	2903,7672	10475,02
-161,7694437	102,3475248	69757,773	26169,35
-537,1886654	-161,769444	140939,59	288571,7
-1068,445789	-537,188665	282234,13	1141576
-442,5392424	-1068,44579	391759,01	195841
-122,1260949	-442,539242	102664,59	14914,78
-1023,378904	-122,126095	812256,63	1047304
-344,1368868	-1023,3789	461369,72	118430,2
948,9428326	-344,136887	1672055,2	900492,5
-409,9624931	948,9428326	1846623,7	168069,2
-2059,95415	-409,962493	2722472,5	4243411
1586,725031	-2059,95415	13298269	2517696
2202,966797	1586,725031	379753,91	4853063
		Σ23058461	Σ16076604

За формулою Дарбіна – Уотсона розрахуємо значення показника:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (Et - Et-1)^2}{\sum_{t=1}^n Et^2} = 1.43 \quad (6)$$

Отримане значення критерію попадає в проміжок зони невизначеності. На практиці це свідчить про наявність автокореляції у залишках. Відхиляємо гіпотезу H_0 .

Запропонована модель через наявність гетеросткедастичності та автокореляції у залишках не здатна адекватно оцінити тісноту впливу факторів на результат.

Таким чином, вище наведений емпіричний аналіз спростував існування впливу на курс Біткоіна всіх зазначених факторів. Це означає, що курс Біткоіна з високим ступенем ймовірності є незалежним від стандартних показників, які характеризують економічне зростання.

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Розглянемо залежність курсу Біткоін від фактору часу. Для цього складемо рівняння тренду. Оскільки перші різниці рівнів часового ряду не є сталі, для вибору рівняння регресії краще підходить нелінійна форма.

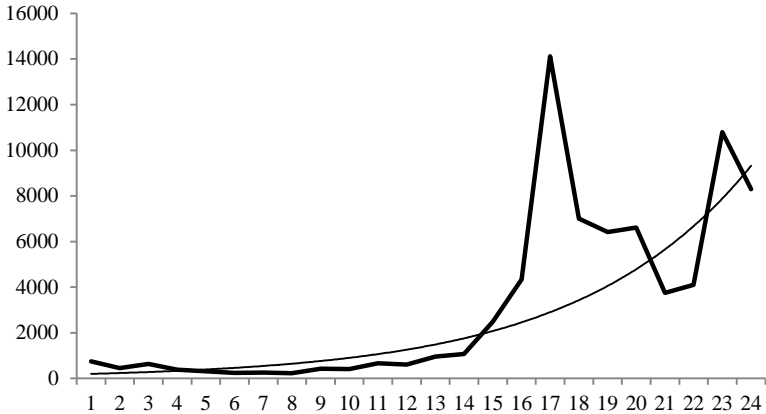


Рисунок 3 – Залежність курсу Біткоін від часу

З огляду на форму кривої, кращою формою рівняння тренду буде експоненціальна $y = ae^{bt}$. Для цього складемо систему рівнянь вигляду:

$$\begin{cases} \ln y = \ln a + b \sum t \\ \sum t \ln y = \ln a \sum t + b \sum t^2 \end{cases} \quad (7)$$

Попередні розрахунки для отримання рівняння регресії подано в табл. 12.

Таблиця 12

Розрахунки для складання рівняння тренду

t	Y_t	$\ln Y_t$	$t \ln Y_t$	t^2
1	754,97	6,63	6,63	1
2	457	6,12	12,25	4
3	641,39	6,46	19,39	9
4	387,43	5,96	23,84	16
5	320,43	5,77	28,85	25
6	244,22	5,50	32,99	36
7	263,35	5,57	39,01	49
8	236	5,46	43,71	64
9	430,72	6,07	54,59	81

Продовження табл.

10	416,76	6,03	60,33	100
11	672,52	6,51	71,62	121
12	609,93	6,41	76,96	144
13	963,66	6,87	89,32	169
14	1071,71	6,98	97,68	196
15	2492,6	7,82	117,32	225
16	4341,05	8,38	134,01	256
17	14112,2	9,55	162,43	289
18	7003,06	8,85	159,37	324
19	6411,68	8,77	166,55	361
20	6619,85	8,80	175,96	400
21	3746,71	8,23	172,80	441
22	4105,36	8,32	183,04	484
23	10796,9	9,29	213,60	529
24	8299,72	9,02	216,58	576
Σ300	Σ 75399,3	Σ 173,379	Σ 2358,82	Σ 4900

Рівняння регресії має вигляд: $Ln y = 5.141655 + 0.166597t$. Або після потенціювання рівняння тренду у формі експоненти виглядає таким чином:

$$\hat{y} = 170.9985e^{0.166t} \quad (8)$$

Параметр a характеризує початковий рівень часового ряду. Параметр b – це середній за одиницю часу коефіцієнт росту рівнів ряду. Таким чином, за період з 2014 по 2019 роки курс Біткоїн щоквартально зростає на 16,6% в середньому.

Оскільки взаємозв'язок між фактором часу і курсом Біткоіну є скоріше нелінійним, знайдемо емпіричне кореляційне відношення η . Головною відмінністю його від лінійного коефіцієнта кореляції Пірсона є те, що він не вказує напрямку взаємозв'язку. У визначенні цього питання нам допоможе графік (Рис. 3). Допоміжні розрахунки для визначення кореляційного відношення подані в табл. 13.

Таблиця 13

Розрахунок кореляційного відношення впливу фактора часу на курс Біткоїн

$Ln Y$ оціночне	$(Ln Yt - Y_{середнє})^2$	Et^2	$(Ln Y_{оціночне} - Y_{середнє})$
5,31	0,36	1,74	3,67
5,47	1,21	0,42	3,06
5,64	0,58	0,68	2,50

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Продовження табл.

5,81	1,60	0,02	2,01
5,97	2,12	0,04	1,56
6,14	2,98	0,41	1,17
6,31	2,72	0,54	0,84
6,47	3,10	1,02	0,56
6,64	1,34	0,33	0,34
6,81	1,42	0,60	0,17
6,97	0,51	0,21	0,06
7,14	0,66	0,53	0,01
7,31	0,12	0,19	0,01
7,47	0,06	0,25	0,06
7,64	0,36	0,03	0,17
7,81	1,33	0,32	0,34
7,97	5,43	2,50	0,56
8,14	2,66	0,51	0,84
8,31	2,38	0,21	1,17
8,47	2,48	0,11	1,56
8,64	1,01	0,17	2,01
8,81	1,20	0,24	2,50
8,97	4,26	0,10	3,06
9,14	3,24	0,01	3,67
Σ173,38	Σ 43,11	Σ 11,19	Σ 31,92

Таким чином, виходить:

$$\eta = \frac{\sqrt{\sum(\bar{y} - \hat{y}_t)^2}}{\sqrt{\sum(y_t - \bar{y})^2}} = \sqrt{\frac{31,92}{43,11}} = 0,86 \quad (9)$$

За шкалою Чедока та за визначенням переважної тенденції між фактором та результатом можемо зробити висновок, що між часом та курсом Біткоін існує досить сильний прямий зв'язок: щоквартально курс Біткоін зростає.

Оцінимо якість моделі за допомогою коефіцієнта детермінації R^2 .

$$R^2 = 1 - \frac{\sum Et^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2} = 1 - \frac{11,19}{43,11} = 0,74 \quad (10)$$

Отже, варіація курсу Біткоін на 74% залежить від варіації часу, вплив інших не включених до моделі факторів становить 26%. Отже, якість моделі є висока.

Дослідимо статистичну значимість параметрів рівняння регресії (8). Знайдемо значення таких показників:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum Et^2}{n-p-1}}, \quad (11)$$

де p – кількість факторів у рівнянні

$$S_b = S_y \times \frac{\sqrt{\sum t^2}}{n\sigma_t} \quad (12)$$

$$S_a = \frac{S_y}{\sqrt{n}\sigma_t} \quad (13)$$

якщо $\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum t^2}{n} - \bar{t}^2} = 47.9$, тоді $S_y = 0.71$, $S_b = 0.021$, $S_a = 0.3$

t -статистика для параметрів рівняння регресії:

$$t_a = \frac{a}{S_a} = \frac{5.141655}{0.3} = 17.1 \quad (14)$$

$$t_b = \frac{b}{S_b} = \frac{0.0166597}{0.021} = 7.9 \quad (15)$$

Оскільки критичне значення Стьюдента за рівня значимості 0,05 і ступенях вільності $n-p-1$ дорівнює 2,07, то з ймовірністю 95% параметри рівняння регресії є статистично значимі. Це означає, що фактор часу дійсно впливає на курс Біткоіна.

Побудуємо довірчі межі для параметра b регресії:

$$b \pm t_{\text{критичне}} \times S_b$$

$$0.0166597 - 2.07 \times 0.021 \text{ та } 0.0166597 + 2.07 \times 0.021$$

Таким чином, довірчі межі для сили регресії знаходяться в інтервалі від 0.12 до 0.21. Це ще раз підтверджує те, що з ймовірністю 95% параметр b є статистично значимим.

Перевіримо адекватність рівняння регресії за допомогою тесту Фішера:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n-p-1}{p} = 62.7 \quad (16)$$

Критичне значення F для одного фактора та 22 спостережень дорівнює 4.3. Це означає, що з ймовірністю 95% модель є адекватна.

Протестуємо модель на наявність гетероскедастичності за допомогою тесту Спірмена. Допоміжні розрахунки подані в таблиці 14.

Таблиця 14

Рангова кореляція Спірмена

t	E	$Rang\ t$	$Rang\ modul\ E$	$d = Rang\ t - Rang\ modul\ E$	d^2
1	1,31843	1	23	-22	484
2	0,64983	2	16	-14	196
3	0,82219	3	21	-18	324
4	0,15149	4	2	2	4
5	-0,205	5	4	1	1
6	-0,6432	6	15	-9	81
7	-0,7344	7	19	-12	144
8	-1,0106	8	22	-14	196
9	-0,5756	9	14	-5	25

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Продовження табл.

10	-0,7751	10	20	-10	100	
11	-0,4632	11	10	1	1	
12	-0,7275	12	18	-6	36	
13	-0,4367	13	8	5	25	
14	-0,497	14	12	2	4	
15	0,18047	15	3	12	144	
16	0,56866	16	13	3	9	
17	1,58099	17	24	-7	49	
18	0,7137	18	17	1	1	
19	0,45887	19	9	10	100	
20	0,32423	20	6	14	196	
21	-0,4116	21	7	14	196	
22	-0,4867	22	11	11	121	
23	0,31362	23	5	18	324	
24	-0,116	24	1	23	529	Σ3290

Розрахуємо коефіцієнт кореляції Спірмена:

$$r = 1 - 6 \times \frac{\sum d^2}{n^3 - n} = -0.43 \quad (17)$$

Зв'язок між залишками та фактором слабкий і обернений. Далі розрахуємо t-статистику для цього коефіцієнту:

$$t_p = t \times \sqrt{\frac{1-p^2}{n-2}} = 0.4 \quad (18)$$

Оскільки отримане значення за модулем менше за значення t_p з ймовірністю 95%, приймаємо гіпотезу про відсутність гетероскедастичності.

Тест Гольдфелда – Квандта також підтверджує гомоскедастичність моделі.

Таблиця 15

Тест Гольдфелда – Квандта

t	ln Y_t	Ln Y оцін	Et²	
1	6,63	6,38	0,06	
2	6,12	6,27	0,02	
3	6,46	6,17	0,09	
4	5,96	6,06	0,01	
5	5,77	5,95	0,03	
6	5,50	5,84	0,12	
7	5,57	5,73	0,03	
8	5,46	5,63	0,03	
9	6,07	5,52	0,30	Σ0,68
–	–	–	–	
16	8,38	8,79	0,17	
17	9,55	8,79	0,58	
18	8,85	8,79	0,00	

Продовження табл.

19	8,77	8,80	0,00	
20	8,80	8,80	0,00	
21	8,23	8,80	0,33	
22	8,32	8,81	0,24	
23	9,29	8,81	0,23	
24	9,02	8,81	0,04	Σ1,60

Оскільки відношення квадратів сум залишків нижньої та верхньої вибірок менше за критичне значення критерію Фішера ($1,6/0,68 = 2,3 < 5,32$), то з ймовірністю 95% немає причин відхилити гіпотезу про відсутність гетероскедастичності.

Оскільки ми розглядаємо курс Біткоіна як функцію від фактора часу, варто дослідити модель на наявність автокореляції у залишках.

Таблиця 16

Тест Дарбіна – Уотсона

<i>Et</i>	<i>Et-1</i>	$(Et-Et-1)^2$	Et^2
1,32	-	-	1,74
0,65	1,32	0,45	0,42
0,82	0,65	0,03	0,68
0,15	0,82	0,45	0,02
-0,20	0,15	0,13	0,04
-0,64	-0,20	0,19	0,41
-0,73	-0,64	0,01	0,54
-1,01	-0,73	0,08	1,02
-0,58	-1,01	0,19	0,33
-0,78	-0,58	0,04	0,60
-0,46	-0,78	0,10	0,21
-0,73	-0,46	0,07	0,53
-0,44	-0,73	0,08	0,19
-0,50	-0,44	0,00	0,25
0,18	-0,50	0,46	0,03
0,57	0,18	0,15	0,32
1,58	0,57	1,02	2,50
0,71	1,58	0,75	0,51
0,46	0,71	0,06	0,21
0,32	0,46	0,02	0,11
-0,41	0,32	0,54	0,17
-0,49	-0,41	0,01	0,24
0,31	-0,49	0,64	0,10
-0,12	0,31	0,18	0,01
Σ0,00	Σ 0,12	Σ 5,66	Σ 11,19

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Знайдемо відношення $\frac{5,66}{11,19} = 0,5$

Верхні та нижні границі критерію Дарбіна – Уотсона за таблицею значень дорівнюють 1,27 та 1,45 відповідно. Наше фактичне значення попадає у проміжок, де гіпотеза про відсутність автокореляції у залишках відхиляється. З ймовірністю 95% присутня додатна автокореляція залишків.

Наявність додатної автокореляції залишків може бути пов'язана з наявністю інерції в курсі Біткоіна. Це підтверджує рисинок 4.

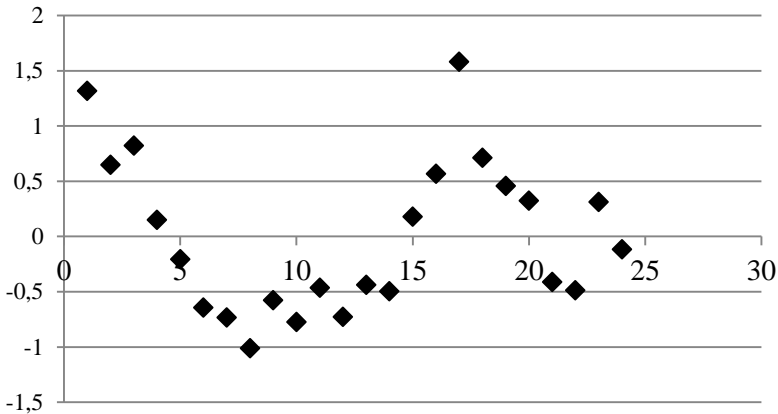


Рисунок 4 – Залежність залишків регресії від фактора часу

Таким чином, рівняння тренду $\hat{y} = 170.9985e^{0.166t}$, яке з поміж усіх видів форм рівнянь регресії виявилось таким, що має найвищий коефіцієнт детермінації, є не придатним до процесу екстраполяції через наявність у ньому автокореляції у залишках.

Факт наявності автокореляції є природним з огляду на те, що ціна на Біткоін часто формується під впливом попиту на цю криптовалюту. Оскільки цей ефект відбувається з певним запізненням, розглянемо модель авторегресії, тобто курс біткоіна буде розглядатись як функція від ціни на нього в попередньому часовому проміжку.

Для з'ясування розміру лагу доцільно розрахувати коефіцієнти автокореляції з максимальним лагом $\frac{n}{4}$:

r_{YtYt-1}	0,68
r_{YtYt-2}	0,52
r_{YtYt-3}	0,48
r_{YtYt-4}	0,36

Оскільки максимальне значення коефіцієнта автокореляції 0,68, побудуємо модель залежності $y_t = f(y_{t-1})$ з лагом в одному квартал (табл. 17):

Таблиця 17

Побудова рівняння авторегресії

<i>Y_t</i>	<i>Y_{t-1}</i>	<i>Y_t*Y_{t-1}</i>	<i>Y_{t-1}²</i>
754,97	-	-	-
457,00	754,97	345021,29	569979,70
641,39	457,00	293115,23	208849,00
387,43	641,39	248493,73	411381,13
320,43	387,43	124144,19	150102,00
244,22	320,43	78255,41	102675,38
263,35	244,22	64315,34	59643,41
236,00	263,35	62150,60	69353,22
430,72	236,00	101649,92	55696,00
416,76	430,72	179506,87	185519,72
672,52	416,76	280279,44	173688,90
609,93	672,52	410190,12	452283,15
963,66	609,93	587765,14	372014,60
1071,71	963,66	1032764,06	928640,60
2492,60	1071,71	2671344,35	1148562,32
4341,05	2492,60	10820501,23	6213054,76
14112,20	4341,05	61261765,81	18844715,10
7003,06	14112,20	98828583,33	199154188,84
6411,68	7003,06	44901379,74	49042849,36
6619,85	6411,68	42444359,85	41109640,42
3746,71	6619,85	24802658,19	43822414,02
4105,36	3746,71	15381593,37	14037835,82
10796,93	4105,36	44325284,54	16853980,73
8299,72	10796,93	89611495,86	116573697,42
Σ74644,28	Σ 67099,53	Σ 438856617,61	Σ 510540765,63

Таким чином рівняння авторегресії виглядає:

$$y_t = 1196.4 + 0.7 \times y_{t-1} \quad (20)$$

У разі збільшення вартості Біткоїну в попередньому кварталі на одиницю, вартість у поточному кварталі зростає на 0,7 одиниць. Аналітично підтверджується тенденція до переважного зростання курсу Біткоїну.

Якість моделі є задовільна: F=17.98 при F табличному 4,3; $t_b = 4,2$ при критичному $t=2,07$. Таким чином, з ймовірністю 95% модель є адекватною і параметр b є статистично значимий.

**Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання**

Перевірка моделі авторегресії на наявність гетероскедастичності та автокореляції у залишках дали такі значення (таблиця 18 та таблиця 19).

Таблиця 18

Тест Уайта

E^2	$Y_t - I$	$(Y_t - I)^2$
-	-	-
1611967,301	754,97	569979,701
767310,0283	457	208849
1586162,374	641,39	411381,132
1318040,803	387,43	150102,005
1385827,784	320,43	102675,385
1220042,8	244,22	59643,4084
1311807,167	263,35	69353,2225
867528,5502	236	55696
1171015,039	430,72	185519,718
666785,9479	416,76	173688,898
1121044,018	672,52	452283,15
437057,6125	609,93	372014,605
642397,4139	963,66	928640,596
295396,2452	1071,71	1148562,32
1943196,992	2492,6	6213054,76
97355121,59	4341,05	18844715,1
16851646,04	14112,2	199154189
88017,08193	7003,06	49042849,4
846776,8613	6411,68	41109640,4
4406406,47	6619,85	43822414
76987,89688	3746,71	14037835,8
45119938,81	4105,36	16853980,7
230325,847	10796,93	116573697

Будуємо модель залежності квадрату залишків від фактору та його квадрата: $e^2 = -291574.24 + 5808.6y_{t-1} - 0.4(y_{t-1})^2$

Далі розраховуємо добуток кількості спостережень та коефіцієнта детермінації $n \times R^2 = 23 \times 0.12 = 2.8$. Критичне значення $\chi^2 = 11,6$. Таким чином, з ймовірністю 95% немає підстав відхилити гіпотезу про відсутність гетероскедастичності.

Тест Дарбіна – Уотсона

Et	Et-1	Et^2	(Et-Et-1)^2
-1269,63	–	1611967,30	–
-875,96	-1269,63	767310,03	154976,38
-1259,43	-875,96	1586162,37	147046,97
-1148,06	-1259,43	1318040,80	12403,23
-1177,21	-1148,06	1385827,78	849,86
-1104,56	-1177,21	1220042,80	5278,95
-1145,34	-1104,56	1311807,17	1663,50
-931,41	-1145,34	867528,55	45765,78
-1082,13	-931,41	1171015,04	22717,23
-816,57	-1082,13	666785,95	70524,70
-1058,79	-816,57	1121044,02	58672,49
-661,10	-1058,79	437057,61	158157,60
-801,50	-661,10	642397,41	19710,38
543,50	-801,50	295396,25	1809026,77
1393,99	543,50	1943196,99	723320,20
9866,87	1393,99	97355121,59	71789761,41
-4105,08	9866,87	16851646,04	195215262,24
296,68	-4105,08	88017,08	19375423,96
920,20	296,68	846776,86	388787,25
-2099,14	920,20	4406406,47	9116468,48
277,47	-2099,14	76987,90	5648280,57
6717,14	277,47	45119938,81	41469359,56
-479,92	6717,14	230325,85	51797679,06
Σ0,00	Σ 479,92	Σ 181320800,67	Σ 398031136,55

Фактичне число за критерієм становить 2,2. Верхня та нижня границі критерію за таблицею розподілу становлять 1,27 та 1,45 відповідно. Наше фактичне значення попадає у проміжок, у якому автокореляція у залишках відсутня. Але оскільки ми розглядаємо модель авторегресії, доцільно буде перевірити результат за критерієм

h-Дарбіна: $h = (1 - \frac{d}{2}) \times \sqrt{\frac{n}{1-n \times v}}$, де d – фактичне число критерію

Дарбіна – Уотсона, v – квадрат стандартної похибки при лаговій змінній. Якщо h належить проміжку від -1,96 до 1,96, то автокореляція у залишках відсутня. Наше фактичне значення $h = -0,012$. Отже, з ймовірністю 95% приймаємо гіпотезу про відсутність автокореляції у залишках.

***Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання***

Таким чином, модель авторегресії $y_t = 1196.4 + 0.7 \times y_{t-1}$ є моделлю із якістю, що дозволяє зробити прогноз курсу Біткоїна.

Здійсномо екстраполяцію курсу Біткоїна на два наступні квартали. Слід пам'ятати, що чим більше прогнозне значення відхиляється від середнього рівня фактора, тим менш достовірним буде прогноз.

Оскільки кожне значення курсу криптовалюти залежить від його значення в попередньому кварталі, курс Біткоїна в I кварталі 2020 року буде такий:

$$y_t = 1196.4 + 0.7 \times y_{t-1} = 1196.4 + 0.7 \times 8299.72 = 7025.7$$

Для більш достовірного результату обчислимо прогнозні межі. Для цього потрібна стандартна похибка результату $S_y = \sqrt{\frac{\sum(y_t - \hat{y}_t)^2}{n-2}} = 2938.42$.

Далі до прогнозу в точці по черзі додаємо та віднімаємо критичне значення Ст'юдента, помножене на стандартну похибку результату: $7025.7 \pm 2.07 \times 2938.42$.

Таким чином, у I кварталі 2020 року з ймовірністю 95% слід очікувати на курс Біткоїна, який знаходиться у межах від 943,18 до 13108,25 долари за одиницю.

Аналогічно розраховується прогноз на II квартал наступного року. За умови збереження існуючої тенденції курс Біткоїна буде знаходитись у межах від 188,23 до 12073,6 дол. Таким чином, протягом двох наступних кварталів курс Біткоїна дещо знизиться.

З огляду на проведений емпіричний аналіз, визначено, що не існує фактора, який би здійснював статистично значимий вплив на курс Біткоїна. Таким чином, можна вважати, що процес формування курсу криптовалюти є стохастичним за своєю сутністю.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Предмет економетрики.
2. Тестування наявності гетероскедастичності. Тест Голдфелда – Квандта.
3. Історія виникнення та становлення дисципліни «Економетрика».
4. Тест Глейзера для визначення форми гетероскедастичності.
5. Поняття моделі. Класифікація моделей.
6. Використання УМНК для оцінки параметрів у разі гетероскедастичності.
7. Статистична база економетричних моделей.
8. Коефіцієнт еластичності та його інтерпретація для лінійних і нелінійних регресій.
9. Приклади економетричних моделей.
10. Автокореляція рівнів часового ряду і виявлення його структури. Корелограма.
11. Ступені вільності: сутність та принципи визначення.
12. Моделювання тенденції часового ряду.
13. Сутність простої лінійної регресії, її математична та економічна інтерпретація.
14. Моделювання сезонних і циклічних коливань у часових рядах.
15. Графічний та аналітичний метод визначення параметрів лінійної регресії.
16. Стаціонарні часові ряди: сутність та види моделей.
17. Метод найменших квадратів та його припущення.
18. Нестационарні часові ряди та їх види. Методи перетворення нестационарних рядів у стаціонарні.
19. Суми квадратів відхилень та ступені вільності. Види дисперсій (ANOVA).
20. Тест Уайта на гетероскедастичність.
21. Коефіцієнти кореляції та детермінації: сутність та розрахунок.
22. Сутність гомо- та гетероскедастичності.
23. Оцінка адекватності лінійної регресії: тест Фішера.
24. Джерела кореляції між факторною ознакою x та похибкою e .
25. Оцінка значимості параметрів лінійної регресії: тест Ст'юдента.
26. Бінарні змінні: сутність та властивості.
27. Інтервали довіри для параметрів лінійної регресії.

***Вимоги до написання контрольної роботи з дисципліни
«Економетрика» для студентів заочної форми навчання***

28. Тест Чоу для порівняння двох регресій.
29. Точкова та інтервальна оцінка прогнозного значення результативної ознаки: множинна регресія.
30. Автокореляція в залишках. Причини та наслідки.
31. Нелінійна регресія: сутність та види.
32. Тестування автокореляції залишків: критерій Дарбіна – Уотсона.
33. Методи побудови нелінійної регресії.
34. Оцінювання параметрів рівняння регресії за наявності автокореляції в залишках.
35. Відбір факторів для побудови множинної регресії та вибір форми її рівняння.
36. Сутність методу інструментальних змінних.
37. Оцінка параметрів рівняння множинної регресії – застосування МНК.
38. Метод інструментальних змінних: оператор оцінювання Бартлета.
39. Множинна кореляція.
40. Оператор оцінювання Вальда.
41. Звичайний та скоригований коефіцієнт детермінації.
42. Елементи часового ряду, їх коротка характеристика.
43. Тест Спірмена на визначення гетероскедастичності.
44. Перевірка значимості коефіцієнта кореляції: тест Ст'юдента.
45. Побудова інтервалів довіри для прогнозних значень y : проста лінійна регресія.
46. Частковий F-критерій: спосіб обчислення та застосування.
47. Визначення мультиколінеарності та її природа.
48. Дитму-тест для порівняння двох регресій.
49. Теоретичні наслідки мультиколінеарності в загальному випадку.
50. Практичні наслідки мультиколінеарності.
51. Методи тестування мультиколінеарності.
52. Засоби вилучення мультиколінеарності.
53. Часткові коефіцієнти кореляції.
54. Метод Бокса-Дженкінса для оцінювання параметрів ARMA-моделей. Інформаційні критерії.
55. Лаг та лагові змінні: сутність та характеристика параметрів. Середній та медіанний лаги.
56. Види дистрибутивно-лагових моделей. Їх недоліки та переваги.
57. Лаги Алмон: алгоритм, переваги та недоліки.
58. Метод Койка: нескінченні лагові моделі.

ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ПЕТРА МОГИЛИ
Кафедра економіки та підприємництва

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)
Спеціальності: 071 «Облік і оподаткування»,
072 «Фінанси, банківська справа та страхування», 073 «Менеджмент»,
076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»

Семестр П'ятий Навчальна дисципліна Економетрика

Затверджено на засіданні кафедри економіки та підприємництва.
Протокол № 1 від 23.08.20__.

1. Метод найменших квадратів: сутність та основні припущення.
2. Інтервали довіри для параметрів регресії та прогнозних значень залежної змінної.
3. Задача: скласти рівняння регресії.

Номер області	Площа квартири, м ²	Вартість квартири, тис. дол., у
1	83	137
2	88	142
3	75	128
4	89	140
5	85	133
6	79	153
7	81	142
8	97	154
9	79	132
10	90	150
11	84	132
12	112	166

Завідувач кафедри
економіки та підприємництва

_____ Л. В. Назарова

Екзаменатор, старший викладач кафедри
економіки та підприємництва

_____ І. В. Прядко

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основні:

1. Антонова Л. В. Економетрика : навч. пос. / Л. В. Антонова, О. О. Ляховець. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2016. – 232 с.
2. Бессалов А. В. Эконометрика : учеб. пособие / А. В. Бессалов. – К. : Кондор, 2017. – 196 с.
3. Грубер Й. Эконометрия : учеб. пособие для вузов. Т. 2 : Эконометрические прогнозные и оптимизационные модели / Й. Грубер. – К. : Нічлава, 2016. – 308 с.
4. Ragsdale C. T. Spreadsheet Modeling and Decision Analysis : A practical introduction to management science / C. T. Ragsdale. – USA : South-Western College Publishing, 2011. – 794 p.

Додаткові:

5. <http://rada.gov.ua/>.
6. <http://www.minfin.gov.ua/>.
7. <http://www.bank.gov.ua/>.
8. <http://sta-sumy.gov.ua/>.
9. <https://usr.minjust.gov.ua/>.
10. <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
11. <http://kurs.com.ua/nikolaev>.
12. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики : учебник для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
13. Грубер Й. Эконометрия : учебн. пособие Т. 1 : Введение в эконометрику / Й. Грубер. – К., 1996. – 397 с.
14. Доугерти К. Введение в эконометрику / К. Доугерти ; Пер. с англ. – М. : ИНФРА-М, 1999. – 402 с.
15. Доугерти К. Введение в эконометрику : учебник / К. Доугерти. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 419с.
16. Економетрія : навч. посібник / В. І. Жлуктенко, Н. К. Водзянова, С. С. Савіна, О. В. Колодінська ; за ред. С. І. Наконечного. – К. : Вид-во Європейського університету, 2005. – 551 с.

17. Катышев П. К. Сборник задач к начальному курсу эконометрики / П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. – М. : Дело, 1999. – 72 с.

18. Лугінін О. Є. Економетрія : навч. посібник для вузів / О. Є. Лугінін. – 2-е вид., перероб. та доп. – К. : ЦУЛ, 2008. – 278 с.

19. Наконечний С. І. Економетрія : Підручник / С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко, Т. П. Романюк. – 2-е вид. доп. та перероб. – К. : КНЕУ, 2000. – 296 с.

20. Паклин Н. Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям : учеб. пособ. / Н. Б. Паклин, В. И. Орешков. – 2-е изд., дополн. и перераб. – СПб. : Питер, 2010.

21. Толбатов, Ю. А. Економетрика : підручник для вузів / Ю. А. Толбатов. – К. : Четверта хвиля, 1997. – 320 с.

Додаток

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ПЕТРА МОГИЛИ

Навчально-науковий інститут післядипломної освіти

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з «Економетрики»

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності 071 «Облік і оподаткування»

(прізвище та ініціали)

Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Викладач: _____ Прядко І. В.
(підпис)

Миколаїв – 20____

Навчальне видання

**Ірина Валеріївна
ПРЯДКО**

**Вимоги до написання контрольної роботи
з дисципліни «Економетрика»
для студентів заочної форми навчання**

Методичні вказівки

Випуск 378

Редатор *А. Бурмус*

Технічний редактор *О. Петроченко*. Комп'ютерна верстка *Д. Кардаш*.
Друк *С. Волинець*. Фальцювально-палітурні роботи *О. Мішалкіна*.

Підп. до друку 19.01.2022.

Формат 60x84¹/₁₆. Папір офсет.

Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.

Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 1,07.

Тираж 5 пр. Зам. № 6498.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.

54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десанників, 10.

Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.