Львівський національний університет імені Івана Франка

Кафедра економічної кібернетики

**Індивідуальне завдання №3**

**з нормативної навчальної дисципліни**

**«Прогнозування соціально-економічних процесів»**

**підготовки бакалаврів**

спеціальність 051 “Економіка”

спеціалізація “Економічна кібернетика”

факультет Економічний

Підготувала:

доц. Дацків Н.І.

Львів-2020

Завдання

1. Вибрати вид функціональної залежності, яка найкраще відображає основну тенденцію динамічного ряду
2. Оцінити параметри обраної функції прогнозування
3. Здійснити прогноз розвитку досліджуваного процесу на наступні 10 періодів
4. Оцінити якість побудованого прогнозу
5. Побудувати інтервали довіри
6. Зобразити графічно: досліджуваний (первинний) динамічний ряд, розрахований динамічний ряд на основі трендової моделі включаючи прогнозні значення на 10 періодів та інтервали довіри (і для ретроспекції і для прогнозу)
7. На основі прогнозів розроблених в ІЗ №2 та ІЗ №3 зробити висновки щодо розвитку досліджуваного процесу

# **Методичні рекомендації до виконання індивідуального завдання №3.**

**1. Вибір (ідентифікація) кривих для прогнозування на основі трендових моделей.**

Для побудови трендових моделей для первинних динамічних рядів насамперед потрібно визначити вид кривої, яка б найкраще відобразила основну тенденцію динаміки, тобто підібрати такий вид функціональної залежності і параметри відповідної функції, які найкраще будуть апроксимувати значення заданого динамічного ряду.

Оскільки усі значення обох рядів є рівновіддаленими (з кроком 1 рік), то для визначення виду кривої можна використати скінченні різниці. Так як вони мають поведінку подібну до похідних, то у випадку наближення різного виду модифікацій скінченних різниць до сталого значення (або їх рівності певному сталому значенню) можна зробити висновок, яка функціональна залежність найкраще відображає основну тенденцію ряду. На основі властивостей функцій шляхом логарифмування, заміни змінних та інших еквівалентних перетворень самих функцій та їх скінченних різниць можна вивести наступні правила ідентифікації функціональної залежності на основі даних первинної вибірки (при обрахунках у MS Excel наведені вище формули спрощені з врахуванням того, що Δxt = 1):

1. Якщо , то функціональна залежність лінійна (представлена лінійною функцією виду ).

2. Якщо , то залежність представлена квадратичною функцією виду .

3. Якщо , то залежність представлена многочленом k-го порядку виду .

3. Якщо , то залежність зворотна (представлена обернено пропорційною функцією виду ).

4. Якщо , то залежність представлена експонентою виду .

5. Якщо , то залежність представлена логарифмічною параболою виду .

6. Якщо , то залежність представлена степеневою функцією виду .

7. Якщо , то залежність представлена модифікованою експонентою виду .

8. Якщо , то залежність представлена логістичною функцією виду .

9. Якщо , то залежність представлена кривою Гомперця ().

Результати виконаних перевірок зображені на рис. 1.1 та рис. 1.2.

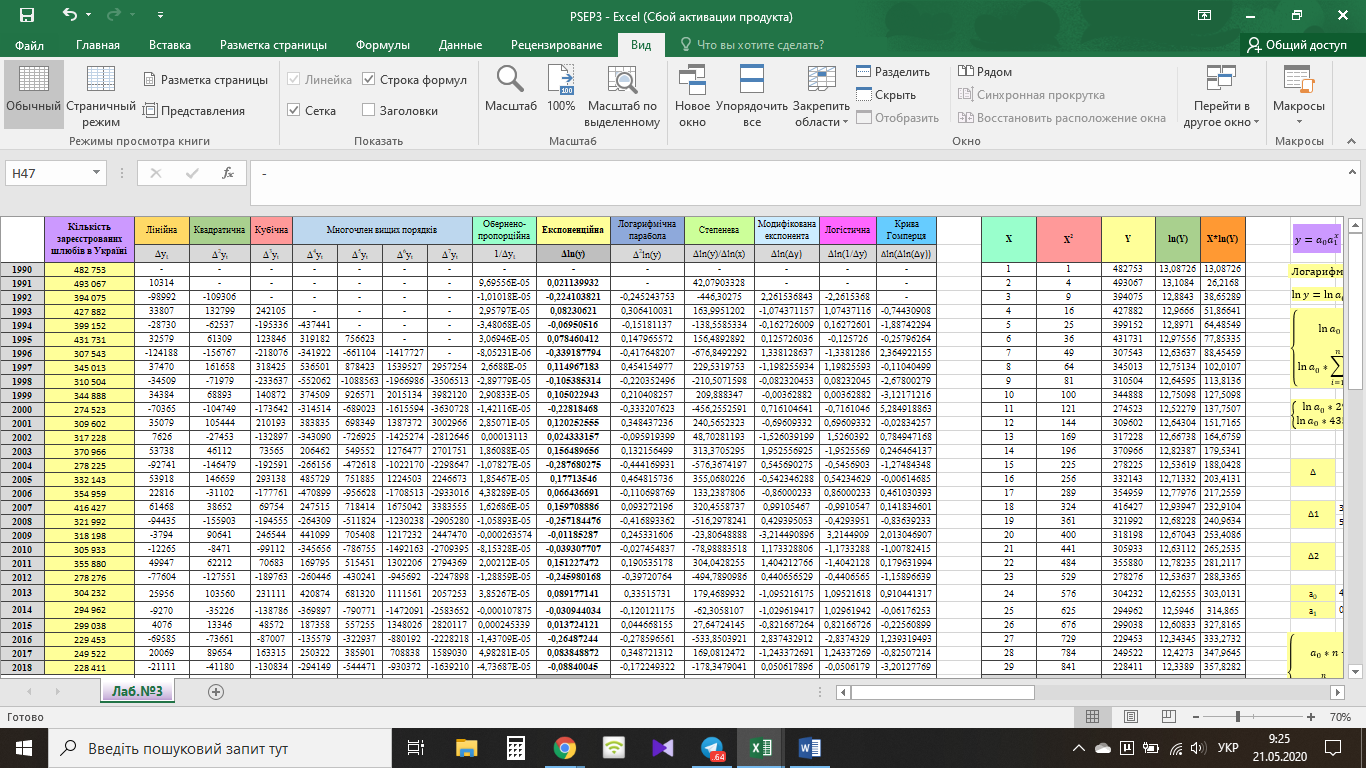


Рис. 1.1. Ідентифікація функціональної залежності для ряду «Кількість

зареєстрованих шлюбів в Україні»

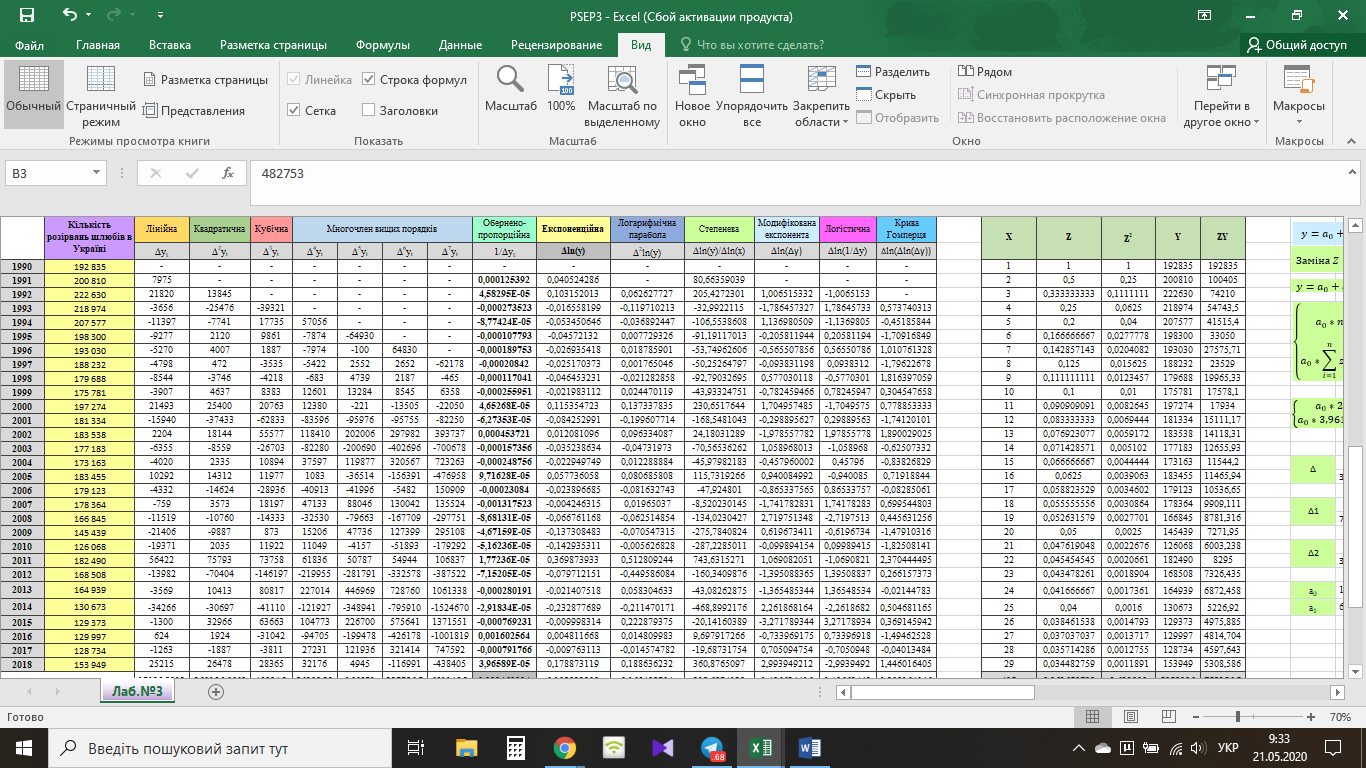


Рис. 1.2. Ідентифікація функціональної залежності для ряду «Кількість розірвань шлюбів в Україні»

Оскільки жодне з наведених правил не виконується, тобто модифікації скінченних різниць не є константами, потрібно оцінити, яка із них є найближчою до константи, тобто визначити ту функцію, при використанні якої середньоквадратичне відхилення скінченних різниць є найменшим.

Для ряду загальної площі житлового фонду основну тенденцію динаміки найкраще описує **експоненційна** функціональна залежність (σ=0,158675684), для ряду чисельності постійного населення – **обернено-пропорційна** залежність (σ= 0,000469094). Отже, для побудови прогнозу на основі трендових моделей найкраще обрати саме ці функції (вигляду – для першого ряду і – для другого).

**2. Визначення параметрів кривих.**

Для оцінювання параметрів обраних кривих доцільно застосувати метод найменших квадратів. Система рівнянь для знаходження параметрів кривих у загальному випадку для лінійної функції має вигляд:

Проте таку систему рівнянь можна застосувати лише до визначення параметрів функцій виду , тому для застосування МНК потрібно звести наявні функції до такого виду.

**2.1. Оцінювання параметрів кривої для експоненти (ряд загальної площі житлового фонду).**

Загальний вигляд кривої - . Для застосування МНК до цієї функції потрібно звести її до лінійної шляхом логарифмування. Прологарифмувавши обидві частини, отримаємо: .

Для визначення параметрів ln(a0) і ln(a1), а звідси і самих параметрів a0 та a1 (де , ) уже можна застосувати МНК.

Після підстановки відомих параметрів система набуде вигляду:

Застосувавши метод Крамера для розв’язку цієї системи рівнянь, після потенціювання розв’язків, отримуємо наступні результати: a0 = 429631, a1 = 0,982727. Підставляємо ці параметри у загальний вигляд функції та отримуємо наступну трендову модель: .

**2.2. Оцінювання параметрів кривої для обернено-пропорційної функції (ряд чисельності постійного населення).**

Загальний вигляд кривої - . Для того, щоб застосувати МНК, потрібно здійснити заміну . Функція набуде вигляду , а система рівнянь для МНК набуде вигляду:

Після підстановки відомих параметрів:

Після розв’язку системи отримаємо наступні значення: a0 = 165850,2, a1 = 62764,02 , а трендова модель буде виглядати наступним чином:

**.**

**3. Оцінка якості та достовірності прогнозу. Побудова довірчих інтервалів.**

На основі наведених вище трендових моделей для обох рядів були побудовані ряди на основі тренду для ретроспективних даних і прогноз на 10 років.

На основі цих даних були розраховані абсолютні та відносні відхилення прогнозованих значень від фактичних. Додатково для знаходження коефіцієнта невідповідності прогнозу було побудовано еталонний прогноз для обох рядів (на основі середнього темпу росту та на основі середнього абсолютного приросту відповідно для першого та другого рядів), після чого було обчислено абсолютні відхилення еталонного прогнозу для ретроспекції від фактичних значень. Результати проміжних обчислень для обох рядів наведені на рис. 2.1 та рис. 2.2. Розрахунок здійснювався за наступними формулами:

1) Абсолютне відхилення:

2) Відносна помилка прогнозу:

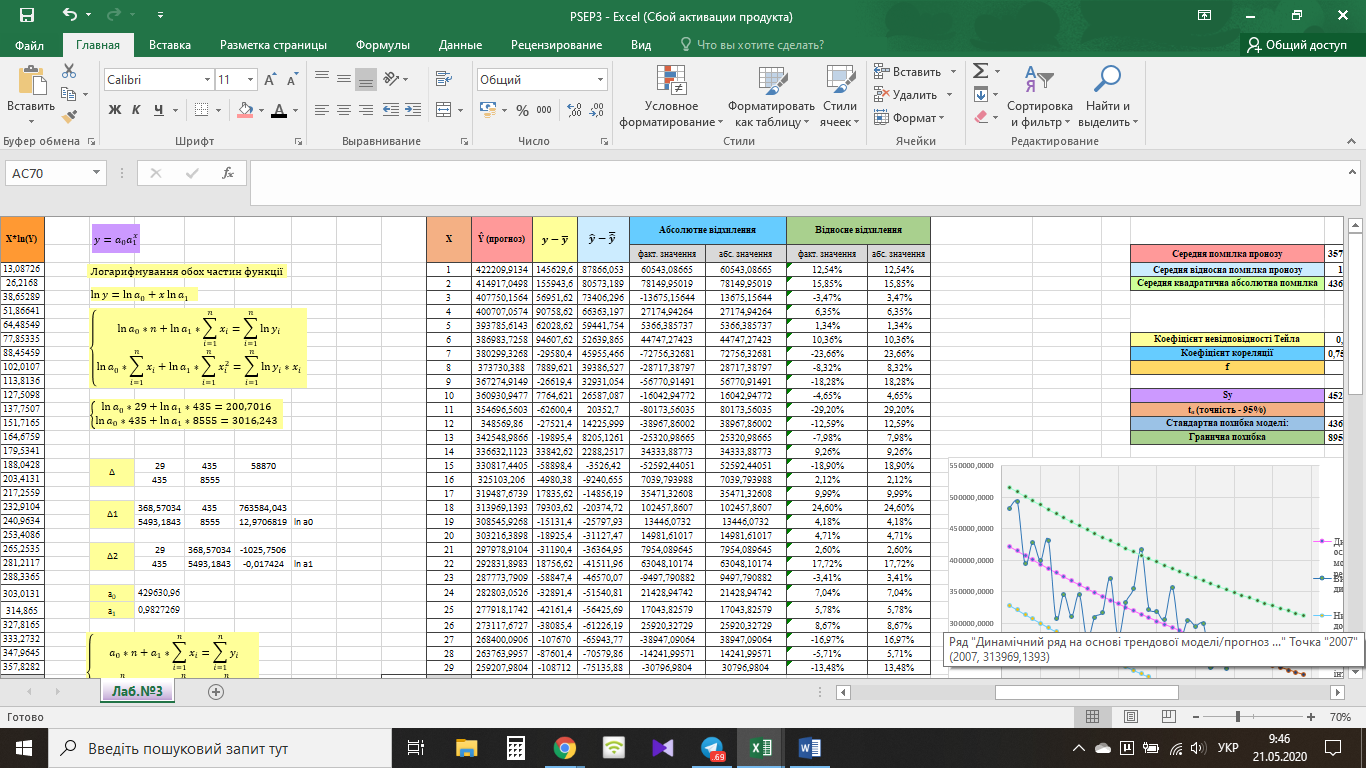


Рис. 2.1. Розрахунок абсолютних, відносних відхилень (кількість

зареєстрованих шлюбів в Україні)

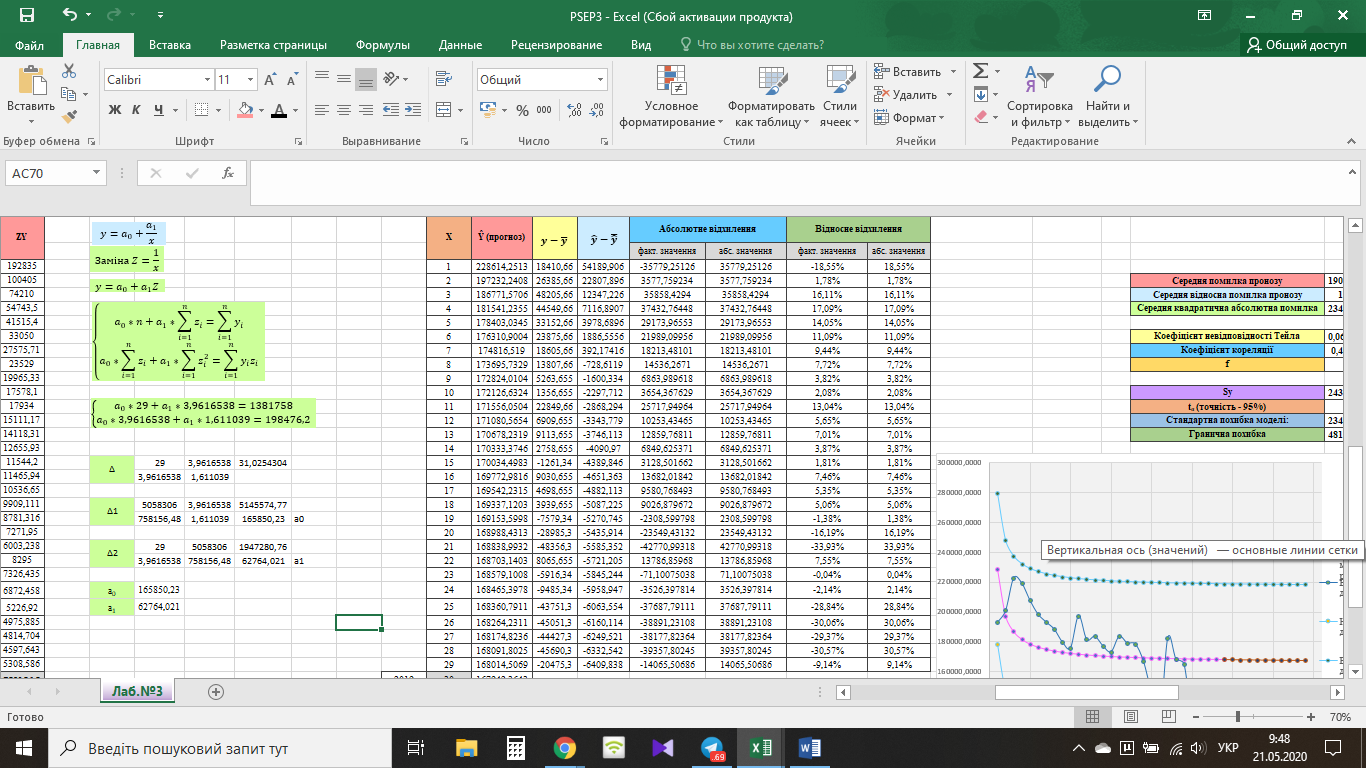


Рис. 2.2. Розрахунок абсолютних, відносних відхилень (кількість розірвань шлюбів в Україні)

На основі обчислених абсолютних та відносних відхилень, а також знайдено відхилення фактичних значень ряду від середнього та прогнозних значень від середнього прогнозного (для подальшого обчислення коефіцієнтів кореляції та невідповідності Тейла).

1) Середня помилка пронозу:

2) Середня відносна помилка прогнозу:

3) Середня квадратична абсолютна помилка прогнозу:

4) Коефіцієнт невідповідності Тейла:

5) Коефіцієнт кореляції (в MS Excel для перевірки також використано формулу КОРРЕЛ() ):

Результати обчислень наведені на рис. 3.1 та рис. 3.2.

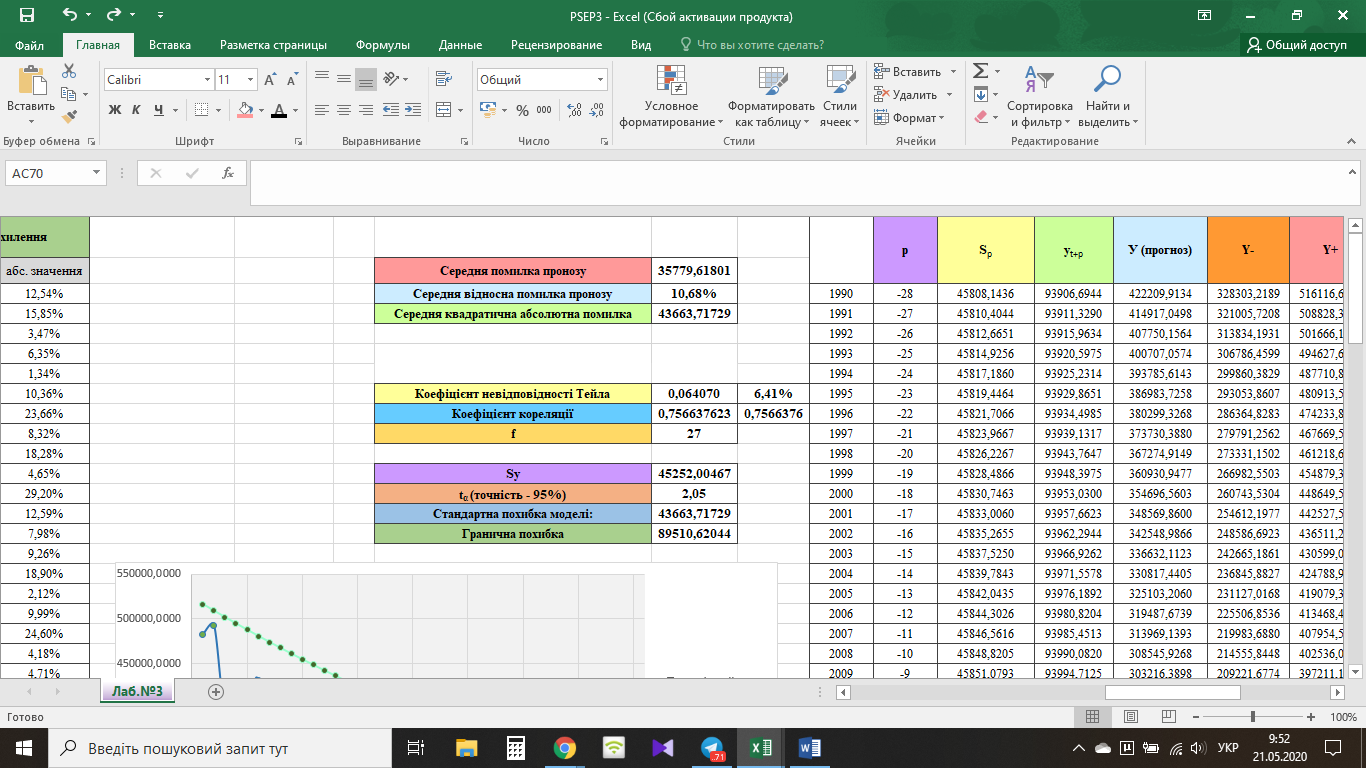


Рис. 3.1. Абсолютні та порівняльні показники оцінки якості прогнозу для кількості зареєстрованих шлюбів в Україні

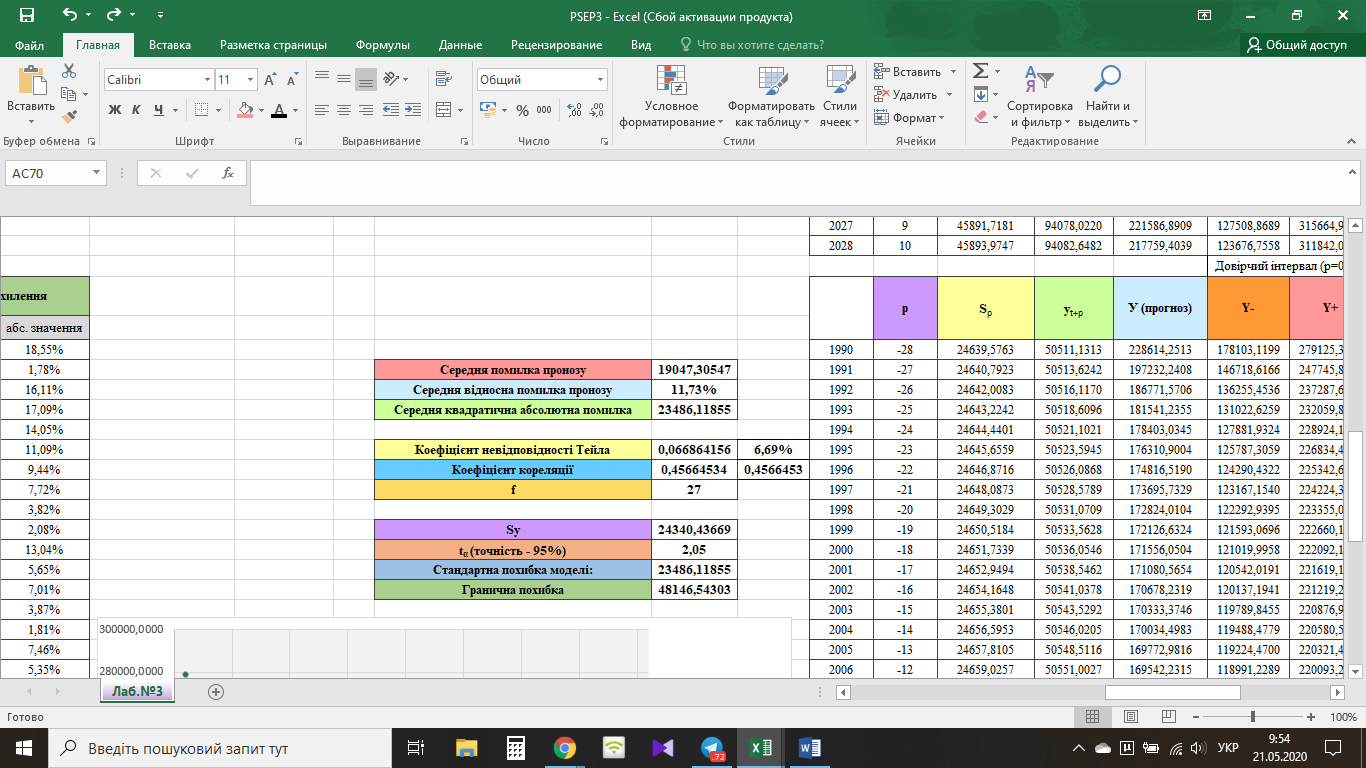
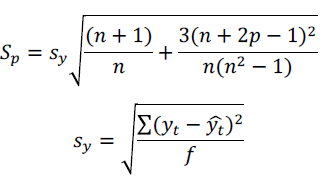


Рис. 3.2. Абсолютні та порівняльні показники оцінки якості прогнозу для кількості розірвань шлюбів в Україні

Як видно з обчислених показників якості, прогнози мають високу точність (коефіцієнт невідповідності Тейла становить 0,064070 = 6,41% для ряду кількості зареєстрованих шлюбів та 0,066864 = 6,69% для ряду кількості розірвань шлюбів), а кореляційний зв’язок між фактичним та прогнозованим значенням рядів є середнім та прямим для обох рядів (коефіцієнти кореляції становлять відповідно 0,76 та 0,46).

Для побудови довірчих інтервалів використовуємо формулу:

, де p – величина горизонту прогнозування



Число ступенів вільності f=n-2=27 для двох рядів.

Для обох рядів табличне значення t-критерію Стьюдента при 28 ступенями свободи при коефіцієнті значущості α=0,05 становить 2,05: .

Розраховані нижні і верхні межі довірчих інтервалів з точністю 95% наведені в таблиці 1.1 та в таблиці 1.2.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **p** | **S**p | **y**t+p | **У (прогноз)** | **Y-** | **Y+** |
|
| 1990 | -28 | 45808,1436 | 93906,6944 | 422209,9134 | 328303,2189 | 516116,6078 |
| 1991 | -27 | 45810,4044 | 93911,3290 | 414917,0498 | 321005,7208 | 508828,3788 |
| 1992 | -26 | 45812,6651 | 93915,9634 | 407750,1564 | 313834,1931 | 501666,1198 |
| 1993 | -25 | 45814,9256 | 93920,5975 | 400707,0574 | 306786,4599 | 494627,6549 |
| 1994 | -24 | 45817,1860 | 93925,2314 | 393785,6143 | 299860,3829 | 487710,8457 |
| 1995 | -23 | 45819,4464 | 93929,8651 | 386983,7258 | 293053,8607 | 480913,5908 |
| 1996 | -22 | 45821,7066 | 93934,4985 | 380299,3268 | 286364,8283 | 474233,8253 |
| 1997 | -21 | 45823,9667 | 93939,1317 | 373730,3880 | 279791,2562 | 467669,5197 |
| 1998 | -20 | 45826,2267 | 93943,7647 | 367274,9149 | 273331,1502 | 461218,6796 |
| 1999 | -19 | 45828,4866 | 93948,3975 | 360930,9477 | 266982,5503 | 454879,3452 |
| 2000 | -18 | 45830,7463 | 93953,0300 | 354696,5603 | 260743,5304 | 448649,5903 |
| 2001 | -17 | 45833,0060 | 93957,6623 | 348569,8600 | 254612,1977 | 442527,5223 |
| 2002 | -16 | 45835,2655 | 93962,2944 | 342548,9866 | 248586,6923 | 436511,2810 |
| 2003 | -15 | 45837,5250 | 93966,9262 | 336632,1123 | 242665,1861 | 430599,0385 |
| 2004 | -14 | 45839,7843 | 93971,5578 | 330817,4405 | 236845,8827 | 424788,9983 |
| 2005 | -13 | 45842,0435 | 93976,1892 | 325103,2060 | 231127,0168 | 419079,3952 |
| 2006 | -12 | 45844,3026 | 93980,8204 | 319487,6739 | 225506,8536 | 413468,4943 |
| 2007 | -11 | 45846,5616 | 93985,4513 | 313969,1393 | 219983,6880 | 407954,5906 |
| 2008 | -10 | 45848,8205 | 93990,0820 | 308545,9268 | 214555,8448 | 402536,0088 |
| 2009 | -9 | 45851,0793 | 93994,7125 | 303216,3898 | 209221,6774 | 397211,1023 |
| 2010 | -8 | 45853,3379 | 93999,3427 | 297978,9104 | 203979,5676 | 391978,2531 |
| 2011 | -7 | 45855,5965 | 94003,9727 | 292831,8983 | 198827,9255 | 386835,8710 |
| 2012 | -6 | 45857,8549 | 94008,6025 | 287773,7909 | 193765,1884 | 381782,3934 |
| 2013 | -5 | 45860,1132 | 94013,2321 | 282803,0526 | 188789,8205 | 376816,2847 |
| 2014 | -4 | 45862,3714 | 94017,8614 | 277918,1742 | 183900,3128 | 371936,0356 |
| 2015 | -3 | 45864,6295 | 94022,4905 | 273117,6727 | 179095,1822 | 367140,1632 |
| 2016 | -2 | 45866,8875 | 94027,1194 | 268400,0906 | 174372,9712 | 362427,2100 |
| 2017 | -1 | 45869,1454 | 94031,7480 | 263763,9957 | 169732,2477 | 357795,7438 |
| 2018 | 0 | 45871,4032 | 94036,3765 | 259207,9804 | 165171,6039 | 353244,3569 |
| 2019 | 1 | 45873,6608 | 94041,0047 | 254730,6615 | 160689,6568 | 348771,6661 |
| 2020 | 2 | 45875,9184 | 94045,6326 | 250330,6796 | 156285,0470 | 344376,3123 |
| 2021 | 3 | 45878,1758 | 94050,2604 | 246006,6990 | 151956,4386 | 340056,9594 |
| 2022 | 4 | 45880,4331 | 94054,8879 | 241757,4068 | 147702,5189 | 335812,2947 |
| 2023 | 5 | 45882,6903 | 94059,5152 | 237581,5130 | 143521,9978 | 331641,0281 |
| 2024 | 6 | 45884,9474 | 94064,1422 | 233477,7496 | 139413,6074 | 327541,8919 |
| 2025 | 7 | 45887,2044 | 94068,7690 | 229444,8709 | 135376,1019 | 323513,6400 |
| 2026 | 8 | 45889,4613 | 94073,3956 | 225481,6525 | 131408,2568 | 319555,0481 |
| 2027 | 9 | 45891,7181 | 94078,0220 | 221586,8909 | 127508,8689 | 315664,9130 |
| 2028 | 10 | 45893,9747 | 94082,6482 | 217759,4039 | 123676,7558 | 311842,0521 |
|  |  |  |  |  | Довірчий інтервал (p=0,95) | |

Таблиця 1.1. Побудова довірчих інтервалів для кількості зареєстрованих шлюбів в Україні

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **p** | **S**p | **y**t+p | **У (прогноз)** | **Y-** | **Y+** |
|
| 1990 | -28 | 24639,5763 | 50511,1313 | 228614,2513 | 178103,1199 | 279125,3826 |
| 1991 | -27 | 24640,7923 | 50513,6242 | 197232,2408 | 146718,6166 | 247745,8650 |
| 1992 | -26 | 24642,0083 | 50516,1170 | 186771,5706 | 136255,4536 | 237287,6876 |
| 1993 | -25 | 24643,2242 | 50518,6096 | 181541,2355 | 131022,6259 | 232059,8451 |
| 1994 | -24 | 24644,4401 | 50521,1021 | 178403,0345 | 127881,9324 | 228924,1366 |
| 1995 | -23 | 24645,6559 | 50523,5945 | 176310,9004 | 125787,3059 | 226834,4949 |
| 1996 | -22 | 24646,8716 | 50526,0868 | 174816,5190 | 124290,4322 | 225342,6057 |
| 1997 | -21 | 24648,0873 | 50528,5789 | 173695,7329 | 123167,1540 | 224224,3118 |
| 1998 | -20 | 24649,3029 | 50531,0709 | 172824,0104 | 122292,9395 | 223355,0813 |
| 1999 | -19 | 24650,5184 | 50533,5628 | 172126,6324 | 121593,0696 | 222660,1952 |
| 2000 | -18 | 24651,7339 | 50536,0546 | 171556,0504 | 121019,9958 | 222092,1050 |
| 2001 | -17 | 24652,9494 | 50538,5462 | 171080,5654 | 120542,0191 | 221619,1116 |
| 2002 | -16 | 24654,1648 | 50541,0378 | 170678,2319 | 120137,1941 | 221219,2697 |
| 2003 | -15 | 24655,3801 | 50543,5292 | 170333,3746 | 119789,8455 | 220876,9038 |
| 2004 | -14 | 24656,5953 | 50546,0205 | 170034,4983 | 119488,4779 | 220580,5188 |
| 2005 | -13 | 24657,8105 | 50548,5116 | 169772,9816 | 119224,4700 | 220321,4932 |
| 2006 | -12 | 24659,0257 | 50551,0027 | 169542,2315 | 118991,2289 | 220093,2342 |
| 2007 | -11 | 24660,2408 | 50553,4936 | 169337,1203 | 118783,6268 | 219890,6139 |
| 2008 | -10 | 24661,4558 | 50555,9844 | 169153,5998 | 118597,6154 | 219709,5842 |
| 2009 | -9 | 24662,6707 | 50558,4750 | 168988,4313 | 118429,9563 | 219546,9063 |
| 2010 | -8 | 24663,8856 | 50560,9656 | 168838,9932 | 118278,0276 | 219399,9588 |
| 2011 | -7 | 24665,1005 | 50563,4560 | 168703,1403 | 118139,6843 | 219266,5963 |
| 2012 | -6 | 24666,3153 | 50565,9463 | 168579,1008 | 118013,1545 | 219145,0470 |
| 2013 | -5 | 24667,5300 | 50568,4365 | 168465,3978 | 117896,9613 | 219033,8343 |
| 2014 | -4 | 24668,7446 | 50570,9265 | 168360,7911 | 117789,8646 | 218931,7176 |
| 2015 | -3 | 24669,9593 | 50573,4165 | 168264,2311 | 117690,8146 | 218837,6475 |
| 2016 | -2 | 24671,1738 | 50575,9063 | 168174,8236 | 117598,9174 | 218750,7299 |
| 2017 | -1 | 24672,3883 | 50578,3960 | 168091,8025 | 117513,4065 | 218670,1984 |
| 2018 | 0 | 24673,6027 | 50580,8855 | 168014,5069 | 117433,6213 | 218595,3924 |
| 2019 | 1 | 24674,8171 | 50583,3750 | 167942,3643 | 117358,9893 | 218525,7393 |
| 2020 | 2 | 24676,0314 | 50585,8643 | 167874,8761 | 117289,0118 | 218460,7404 |
| 2021 | 3 | 24677,2456 | 50588,3535 | 167811,6059 | 117223,2524 | 218399,9594 |
| 2022 | 4 | 24678,4598 | 50590,8426 | 167752,1703 | 117161,3277 | 218343,0129 |
| 2023 | 5 | 24679,6739 | 50593,3315 | 167696,2309 | 117102,8994 | 218289,5624 |
| 2024 | 6 | 24680,8880 | 50595,8203 | 167643,4880 | 117047,6677 | 218239,3084 |
| 2025 | 7 | 24682,1020 | 50598,3091 | 167593,6753 | 116995,3662 | 218191,9844 |
| 2026 | 8 | 24683,3159 | 50600,7976 | 167546,5552 | 116945,7575 | 218147,3528 |
| 2027 | 9 | 24684,5298 | 50603,2861 | 167501,9150 | 116898,6289 | 218105,2011 |
| 2028 | 10 | 24685,7436 | 50605,7744 | 167459,5641 | 116853,7897 | 218065,3386 |
|  |  |  |  |  | Довірчий інтервал (p=0,95) | |

Таблиця 1.2. Побудова довірчих інтервалів для кількості розірвань шлюбів в Україні

**4. Графічна інтерпретація трендової моделі та довірчих інтервалів.**

Рис. 5.1. Ряд кількості зареєстрованих шлюбів в Україні

Рис. 5.2. Ряд кількості розірвань шлюбів в Україні

**Висновки**

З розрахунків можна зробити наступні висновки:

1) Для ряду кількості зареєстрованих шлюбів в Україні:

а) згідно з прогнозом протягом 2019-2028 рр. значення рівнів ряду за інших однакових умов з імовірністю 95% не буде нижчим за 160690 тис. осіб та не вищим за 311842 тис. осіб;

б) спадання рівнів ряду можна описати експоненціальною функціональною залежністю (з плином часу показники спадають, динаміка уповільнюється).

2) Для ряду кількості розірвань шлюбів в Україні:

а) згідно з прогнозом протягом 2019-2028 рр. значення рівнів ряду за інших однакових умов з імовірністю 95% не буде нижчим за 116854 тис. ос. та не вищим за 218526 тис. ос.;

б) спадання рівнів ряду можна описати обернено-пропорційною функціональною залежністю (з плином часу показники спадають, динаміка уповільнюється).