

Мишкин И.А.

Многофакторный анализ заболеваемости органов желудочно-кишечного тракта жителей регионов России

Тульский государственный университет, Тула

Mishkin I.A.

Multivariate analysis of the incidence bodies the gastrointestinal tract of the inhabitants of the regions of Russia

Резюме

Аннотация. Использование методов многофакторного анализа позволяет выполнить углубленный анализ данных, используя массивы статистической информации. Предлагаемый метод математического исследования включает построение массива с использованием алгоритма обобщенной оценки показателей здравоохранения с последующим анализом в алгебраической модели конструктивной логики. Применение данного алгоритма в анализе заболеваемости органов пищеварения демонстрирует его высокую эффективность. В работе произведено ранжирование регионов в зависимости от заболеваемости населения, в том числе работников горнодобывающей отрасли, с использованием обобщенной оценки показателей здравоохранения. Составлена комплексная обобщенная оценка по шести исследуемым факторам с учетом их значимости.

Ключевые слова: алгебраическая модель конструктивной логики, заболеваемость населения, многофакторный анализ, горнодобывающая промышленность

Summary

Annotation. Using the methods of multivariate analysis allows to perform an in-depth analysis of the data using arrays of statistical information. The proposed method of mathematical research includes the construction of an array using the algorithm of generalized assessment of health indicators with subsequent analysis in the algebraic model of constructive logic. The use of this algorithm in the analysis of digestive diseases demonstrates its high efficiency. The regions are ranked in the article depending on the morbidity of the population, including workers in the mining industry, using a generalized assessment of health indicators. A comprehensive overall assessment for six of the studied factors based on their importance was conducted.

Keywords: algebraic model of constructive logic, population morbidity, multivariate analysis, mining industry

Введение

В настоящее время активно проектируются математические модели, позволяющие выявлять заболевания на ранних стадиях. Это позволяет своевременно принять меры по их предотвращению [1].

Однако, при исследовании состояния здоровья населения необходимо использовать несколько методов статистического анализа. Это позволяет не только радикально расширить возможности исследователя, но также выполнить углубленный анализ массивов статических данных. Одним из методов оценки значимости исследуемых факторов является использование обобщенной оценки показателей здравоохранения. Однако для более качественного исследования воздействия этих факторов используется алгебраическая модель конструктивной логики (АМКЛ) [2-7].

Материалы и методы

Метод многофакторного анализа включает в себя формирование информационного массива и построение АМКЛ [2,5].

Для выполнения многофакторного анализа массив данных формируется на основе алгоритма обобщенной оценки показателей здравоохранения, предполагающий [8]:

– Создание группы анализируемых факторов. В данном исследовании – это заболеваемость органов пищеварения на 100 тыс. населения [4]:

Y1, X1 – язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки;

Y2, X2 – гастрит и дуоденит;

Y3, X3 – неинфекционный энтерит и колит;

Y4, X4 – болезни желчного пузыря и желчевыводящих путей;

Y5, X5 - болезни поджелудочной железы;

Y6, X6 - болезни печени,

где X_i – региональные факторы, а Y_i - федеральные факторы.

– Установление коэффициентов относительной важности для каждого фактора S_i . В рассматриваемом случае коэффициенты выбраны как отношения абсолютных значений факторов к заболеваниям органов желудочно-кишечного тракта в процентах: $S1=7,23$; $S2=23,26$; $S3=2,3$; $S4=14,34$; $S5=7,66$; $S6=2,92$.

– Нормирование коэффициентов относительной важности: $Q_i = S_i / \sum S_i$.

– Нахождение относительного отклонения каждого фактора: $R_i = (Y_i - X_i) / Y_i$.

– Расчёт долевого вклада каждого фактора с учетом нормированного коэффициента относительной важности: $X_i\% = 100 \times R_i \times Q_i$.

– Подсчет итогового значения обобщенной оценки показателей здравоохранения с сортировкой массива в данных по убыванию: $I_{\text{тог}} = \sum R_i \times Q_i$.

– Создание конечного массива данных для много-

факторного анализа с вычислением значений цели: если $I_{\text{тог}} > 0,05$, то $Y = 1$ (табл. 2), где 0,05 – выбранный порог сравнения. Положительное значение $I_{\text{тог}}$ соответствует ухудшению ситуации с заболеваемостью органов пищеварения, отрицательное значение – улучшению в сравнении с показателями по Российской Федерации: $Y1 = 849,1$; $Y2 = 2730,7$; $Y3 = 270,1$; $Y4 = 1683,2$; $Y5 = 899,4$; $Y6 = 343,0$.

В работе использовалось специальное программное обеспечение для вычисления значений обобщенной оценки $I_{\text{тог}}$ и значимости анализируемых факторов в процентах.

Результаты и обсуждение

Обобщенная оценка показателей здравоохранения позволила распределить регионы в порядке убывания от наиболее до наименее проблемных касательно заболеваемости органов пищеварения. Обобщенная оценка $I_{\text{тог}}$ является комплексной по всем исследуемым факторам с учетом их значимости. Также продемонстрирована доля значимости анализируемых факторов.

Таблица 1. Заболеваемость населения на 100 тыс. человек в 2016 году

| N | $I_{\text{тог}}$ | $X1$ | $X1\%$ | $X2$ | $X2\%$ | $X3$ | $X3\%$ | $X4$ | $X4\%$ | $X5$ | $X5\%$ | $X6$ | $X6\%$ |
|----|------------------|-------|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|
| 69 | 1,19 | 2577 | 25,50 | 7358 | 68,30 | 455,8 | 2,74 | 2993 | 19,33 | 665 | -3,46 | 778 | 6,41 |
| 19 | 0,58 | 1312 | 6,83 | 4789 | 30,38 | 1312 | 15,37 | 2016 | 4,91 | 713,8 | -2,74 | 558 | 3,17 |
| 50 | 0,54 | 1164 | 4,64 | 4563 | 27,05 | 207,3 | -0,93 | 2068 | 5,67 | 1566 | 9,84 | 835 | 7,25 |
| 22 | 0,45 | 536,1 | -4,62 | 5076 | 34,61 | 536,1 | 3,92 | 1341 | -5,05 | 1941 | 15,37 | 404 | 0,90 |
| 20 | 0,41 | 1228 | 5,59 | 4066 | 19,71 | 1228 | 14,14 | 1708 | 0,37 | 815 | -1,25 | 497 | 2,27 |
| 56 | 0,37 | 936,2 | 1,29 | 3597 | 12,78 | 327,4 | 0,85 | 2226 | 8,02 | 1876 | 14,41 | 337 | -0,09 |
| 21 | 0,36 | 1108 | 3,82 | 3838 | 16,34 | 1108 | 12,37 | 1502 | -2,67 | 1265 | 5,39 | 422 | 1,16 |
| 37 | 0,35 | 1630 | 11,52 | 2588 | -2,11 | 203,2 | -0,99 | 3037 | 19,98 | 1335 | 6,42 | 383 | 0,59 |
| 71 | 0,34 | 1294 | 6,56 | 3372 | 9,46 | 259,3 | -0,16 | 1995 | 4,60 | 1779 | 12,98 | 356 | 0,19 |
| 49 | 0,32 | 1356 | 7,48 | 3570 | 12,39 | 578,1 | 4,54 | 1818 | 1,98 | 989,7 | 1,33 | 610 | 3,94 |
| 57 | 0,27 | 1398 | 8,10 | 2644 | -1,28 | 223 | -0,69 | 2497 | 12,01 | 1562 | 9,78 | 258 | -1,26 |
| 47 | 0,26 | 1544 | 10,25 | 3075 | 5,08 | 201,4 | -1,01 | 2589 | 13,37 | 692,1 | -3,06 | 417 | 1,09 |
| 70 | 0,25 | 1033 | 2,71 | 2708 | -0,34 | 213,8 | -0,83 | 2740 | 15,60 | 1553 | 9,65 | 213 | -1,91 |
| 45 | 0,25 | 104,4 | -10,99 | 3198 | 6,90 | 238,1 | -0,47 | 2525 | 12,42 | 2008 | 16,36 | 373 | 0,45 |
| 77 | 0,18 | 479,7 | -5,45 | 2880 | 2,20 | 738,1 | 6,91 | 2370 | 10,14 | 1107 | 3,06 | 411 | 1,00 |
| 27 | 0,17 | 1491 | 9,46 | 2379 | -5,19 | 1491 | 18,01 | 1415 | -3,96 | 527,4 | -5,49 | 650 | 4,53 |
| 26 | 0,16 | 829,2 | -0,29 | 2701 | -0,44 | 829,2 | 8,25 | 2028 | 5,09 | 1246 | 5,11 | 243 | -1,48 |
| 46 | 0,14 | 1318 | 6,92 | 2540 | -2,81 | 348,8 | 1,16 | 2060 | 5,56 | 1006 | 1,57 | 442 | 1,45 |
| 3 | 0,13 | 1282 | 6,39 | 2201 | -7,82 | 267 | -0,05 | 1681 | -0,03 | 1900 | 14,77 | 353 | 0,15 |
| 54 | 0,13 | 952,8 | 1,53 | 3192 | 6,81 | 191,1 | -1,17 | 1712 | 0,42 | 1166 | 3,93 | 435 | 1,35 |
| 9 | 0,12 | 1228 | 5,59 | 2436 | -4,36 | 153,3 | -1,72 | 1462 | -3,26 | 2135 | 18,23 | 194 | -2,19 |
| 48 | 0,12 | 950,1 | 1,49 | 2998 | 3,94 | 236,6 | -0,49 | 2338 | 9,67 | 708,6 | -2,82 | 347 | 0,06 |
| 51 | 0,12 | 966,1 | 1,73 | 2929 | 2,93 | 497,3 | 3,35 | 1773 | 1,33 | 989,7 | 1,33 | 423 | 1,17 |
| 16 | 0,12 | 987,2 | 2,04 | 2448 | -4,18 | 330,5 | 0,89 | 2005 | 4,75 | 1398 | 7,36 | 394 | 0,75 |
| 29 | 0,12 | 432,5 | -6,15 | 3511 | 11,52 | 432,5 | 2,40 | 2195 | 7,55 | 703,7 | -2,89 | 281 | -0,91 |
| 4 | 0,11 | 1097 | 3,65 | 2520 | -3,12 | 238,8 | -0,46 | 1632 | -0,75 | 1544 | 9,52 | 508 | 2,43 |
| 13 | 0,05 | 1061 | 3,13 | 2569 | -2,38 | 351,5 | 1,20 | 2020 | 4,97 | 628,2 | -4,00 | 480 | 2,02 |
| 65 | 0,04 | 982,1 | 1,96 | 3111 | 5,62 | 350,9 | 1,19 | 1434 | -3,68 | 712 | -2,77 | 468 | 1,84 |
| 81 | 0,04 | 1094 | 3,62 | 2152 | -8,54 | 212,7 | -0,85 | 1508 | -2,59 | 1609 | 10,47 | 481 | 2,03 |
| 2 | 0,04 | 1120 | 4,00 | 2980 | 3,68 | 235,7 | -0,51 | 1637 | -0,68 | 658,6 | -3,55 | 420 | 1,14 |
| 63 | 0,03 | 673,1 | -2,60 | 2912 | 2,68 | 283,5 | 0,20 | 2154 | 6,95 | 595,8 | -4,48 | 377 | 0,50 |
| 11 | 0,03 | 936,4 | 1,29 | 3434 | 10,38 | 317 | 0,69 | 1208 | -7,02 | 701,3 | -2,92 | 395 | 0,77 |
| 78 | 0,03 | 639 | -3,10 | 3526 | 11,74 | 371,1 | 1,49 | 1326 | -5,27 | 808,2 | -1,35 | 275 | -1,01 |
| 58 | 0,02 | 1020 | 2,51 | 2883 | 2,25 | 147,1 | -1,81 | 1450 | -3,44 | 945,2 | 0,68 | 495 | 2,23 |
| 36 | 0,02 | 610,2 | -3,52 | 3041 | 4,58 | 361 | 1,34 | 1682 | -0,02 | 825,8 | -1,09 | 389 | 0,68 |
| 62 | 0,01 | 799 | -0,74 | 2524 | -3,06 | 415,6 | 2,15 | 2076 | 5,79 | 742,5 | -2,32 | 310 | -0,49 |
| 72 | 0,01 | 664,1 | -2,73 | 3573 | 12,44 | 216,9 | -0,78 | 1253 | -6,36 | 877,7 | -0,32 | 277 | -0,97 |
| 55 | 0,00 | 997,6 | 2,19 | 1973 | -11,19 | 164,5 | -1,56 | 1945 | 3,86 | 1323 | 6,25 | 349 | 0,09 |
| 75 | -0,02 | 597,2 | -3,72 | 3463 | 10,81 | 251,5 | -0,27 | 1527 | -2,30 | 525,3 | -5,52 | 299 | -0,65 |
| 85 | -0,03 | 707,8 | -2,08 | 2638 | -1,37 | 426,7 | 2,31 | 1442 | -3,57 | 787,5 | -1,65 | 602 | 3,82 |
| 64 | -0,03 | 1107 | 3,81 | 3000 | 3,97 | 245,1 | -0,37 | 1487 | -2,90 | 426,8 | -6,97 | 294 | -0,72 |
| 23 | -0,04 | 1031 | 2,68 | 2543 | -2,76 | 1031 | 11,22 | 1326 | -5,27 | 387,3 | -7,56 | 212 | -1,93 |
| 61 | -0,04 | 754,8 | -1,39 | 2574 | -2,31 | 281,6 | 0,17 | 1949 | 3,93 | 573,4 | -4,81 | 371 | 0,41 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----|-------|
| 30 | -0,05 | 749,8 | -1,47 | 2673 | -0,86 | 276,9 | 0,10 | 1753 | 1,03 | 608,4 | -4,29 | 375 | 0,48 |
| 14 | -0,05 | 969,4 | 1,77 | 2148 | -8,60 | 308,6 | 0,57 | 1986 | 4,46 | 740,9 | -2,34 | 270 | -1,08 |
| 38 | -0,05 | 683,4 | -2,44 | 2170 | -8,28 | 1154 | 13,04 | 1475 | -3,07 | 397,7 | -7,40 | 538 | 2,88 |
| 59 | -0,06 | 1134 | 4,21 | 2429 | -4,45 | 329,7 | 0,88 | 1637 | -0,68 | 527,8 | -5,48 | 333 | -0,15 |
| 1 | -0,06 | 1053 | 3,01 | 2828 | 1,44 | 221,1 | -0,72 | 1005 | -10,01 | 952,9 | 0,79 | 303 | -0,59 |
| 42 | -0,06 | 823,6 | -0,38 | 1488 | -18,35 | 386,6 | 1,72 | 2713 | 15,20 | 400,7 | -7,36 | 536 | 2,84 |
| 76 | -0,06 | 757,9 | -1,35 | 2285 | -6,58 | 374 | 1,53 | 2450 | 11,32 | 287,8 | -9,03 | 182 | -2,38 |
| 68 | -0,08 | 514,2 | -4,94 | 2670 | -0,90 | 304,6 | 0,51 | 1921 | 3,51 | 540,4 | -5,30 | 289 | -0,80 |
| 28 | -0,09 | 985,8 | 2,02 | 2172 | -8,25 | 985,8 | 10,56 | 945,1 | -10,90 | 724,3 | -2,58 | 382 | 0,58 |
| 18 | -0,09 | 611,6 | -3,50 | 2912 | 2,68 | 136,9 | -1,97 | 1683 | -0,01 | 579,9 | -4,72 | 211 | -1,95 |
| 12 | -0,12 | 1460 | 9,02 | 1826 | -13,35 | 252,2 | -0,26 | 1748 | 0,95 | 339,1 | -8,27 | 312 | -0,46 |
| 15 | -0,13 | 793,8 | -0,82 | 2692 | -0,57 | 346,4 | 1,13 | 1481 | -2,98 | 334 | -8,34 | 272 | -1,05 |
| 73 | -0,13 | 799,9 | -0,73 | 2679 | -0,77 | 229,6 | -0,60 | 1267 | -6,15 | 663,9 | -3,48 | 269 | -1,09 |
| 6 | -0,13 | 813,1 | -0,53 | 2173 | -8,23 | 342,4 | 1,07 | 1331 | -5,21 | 791,6 | -1,59 | 445 | 1,51 |
| 5 | -0,13 | 1689 | 12,39 | 2259 | -6,96 | 182,9 | -1,29 | 769 | -13,50 | 441 | -6,77 | 545 | 2,99 |
| 33 | -0,14 | 604,9 | -3,60 | 2219 | -7,56 | 261,4 | -0,13 | 1253 | -6,35 | 1127 | 3,36 | 383 | 0,59 |
| 34 | -0,14 | 697,7 | -2,23 | 2251 | -7,08 | 178,1 | -1,36 | 1419 | -3,90 | 953,5 | 0,80 | 335 | -0,12 |
| 53 | -0,14 | 593,3 | -3,77 | 2509 | -3,28 | 160 | -1,62 | 1419 | -3,90 | 866,1 | -0,49 | 264 | -1,17 |
| 43 | -0,14 | 664,8 | -2,72 | 1894 | -12,35 | 581,9 | 4,60 | 1507 | -2,60 | 751,8 | -2,18 | 401 | 0,85 |
| 83 | -0,15 | 1116 | 3,94 | 1919 | -11,98 | 127,2 | -2,11 | 1234 | -6,63 | 800,1 | -1,47 | 562 | 3,24 |
| 66 | -0,15 | 624,7 | -3,31 | 2600 | -1,93 | 231,9 | -0,56 | 1439 | -3,60 | 529,2 | -5,46 | 321 | -0,33 |
| 32 | -0,15 | 1155 | 4,51 | 1756 | -14,38 | 178,1 | -1,36 | 1806 | 1,81 | 520,1 | -5,60 | 323 | -0,29 |
| 40 | -0,15 | 590,2 | -3,82 | 1523 | -17,82 | 117,3 | -2,25 | 2430 | 11,03 | 712,3 | -2,76 | 357 | 0,20 |
| 39 | -0,16 | 431,5 | -6,16 | 1987 | -10,98 | 288,1 | 0,27 | 1534 | -2,21 | 1187 | 4,24 | 256 | -1,28 |
| 79 | -0,16 | 434,7 | -6,11 | 2246 | -7,15 | 117,2 | -2,26 | 1417 | -3,94 | 1140 | 3,55 | 320 | -0,34 |
| 74 | -0,17 | 702,1 | -2,17 | 2257 | -6,99 | 111,5 | -2,34 | 1689 | 0,08 | 597 | -4,46 | 265 | -1,15 |
| 80 | -0,19 | 945 | 1,41 | 2185 | -8,06 | 146,6 | -1,82 | 1345 | -4,99 | 527,5 | -5,49 | 367 | 0,36 |
| 60 | -0,19 | 531,8 | -4,68 | 2026 | -10,40 | 308,4 | 0,57 | 1295 | -5,73 | 967,7 | 1,01 | 334 | -0,13 |
| 24 | -0,20 | 479,9 | -5,45 | 2181 | -8,12 | 479,9 | 3,10 | 1423 | -3,85 | 561,8 | -4,98 | 288 | -0,81 |
| 52 | -0,20 | 1886 | 15,30 | 1605 | -16,62 | 320,2 | 0,74 | 956,6 | -10,73 | 362,1 | -7,93 | 264 | -1,17 |
| 35 | -0,21 | 732,6 | -1,72 | 1891 | -12,40 | 122,7 | -2,17 | 1428 | -3,77 | 932,5 | 0,49 | 244 | -1,46 |
| 7 | -0,22 | 1235 | 5,69 | 1759 | -14,35 | 351,4 | 1,20 | 1063 | -9,16 | 689,7 | -3,09 | 175 | -2,48 |
| 44 | -0,23 | 489,7 | -5,30 | 1910 | -12,12 | 211,7 | -0,86 | 1476 | -3,06 | 910,9 | 0,17 | 251 | -1,36 |
| 17 | -0,23 | 717,9 | -1,94 | 2663 | -0,99 | 204 | -0,98 | 830,1 | -12,59 | 594,4 | -4,50 | 191 | -2,25 |
| 41 | -0,23 | 472,4 | -5,56 | 1605 | -16,62 | 98,8 | -2,53 | 1330 | -5,22 | 1521 | 9,17 | 162 | -2,68 |
| 8 | -0,24 | 1154 | 4,50 | 2227 | -7,43 | 190 | -1,18 | 695,1 | -14,59 | 616,5 | -1,18 | 246 | -1,43 |
| 82 | -0,25 | 1025 | 2,60 | 2133 | -8,83 | 159,2 | -1,64 | 1117 | -8,36 | 408,6 | -7,24 | 237 | -1,56 |
| 31 | -0,30 | 448,5 | -5,91 | 2047 | -10,09 | 148,5 | -1,79 | 848,8 | -12,32 | 1073 | 2,56 | 173 | -2,50 |
| 10 | -0,31 | 651,6 | -2,91 | 1846 | -13,06 | 185,3 | -1,25 | 948 | -10,85 | 793,1 | -1,57 | 223 | -1,77 |
| 84 | -0,32 | 717 | -1,95 | 1162 | -23,15 | 175,2 | -1,40 | 1721 | 0,56 | 561,6 | -4,99 | 241 | -1,51 |
| 67 | -0,35 | 379,2 | -6,93 | 2020 | -10,48 | 312,1 | 0,62 | 889,9 | -11,71 | 700,2 | -2,94 | 129 | -3,15 |
| 25 | -0,43 | 641,8 | -3,06 | 1386 | -19,84 | 641,8 | 5,48 | 727 | -14,12 | 299,1 | -8,86 | 169 | -2,57 |

Примечание: перечень регионов России: 1. Белгородская обл., 2. Брянская обл., 3. Владимирская обл., 4. Воронежская обл., 5. Ивановская обл., 6. Калужская обл., 7. Костромская обл., 8. Курская обл., 9. Липецкая обл., 10. Московская обл., 11. Орловская обл., 12. Рязанская обл., 13. Смоленская обл., 14. Тамбовская обл., 15. Тверская обл., 16. Тульская обл., 17. Ярославская обл., 18. Город Москва, 19. Респ. Карелия, 20. Респ. Коми, 21. Архангельская обл. без АО, 22. Ненецкий авт. окр., 23. Вологодская обл., 24. Калининградская обл., 25. Ленинградская обл., 26. Мурманская обл., 27. Новгородская обл., 28. Псковская обл., 29. Город Санкт - Петербург, 30. Респ. Адыгея, 31. Респ. Кабардино-Балкарская Респ., 32. Респ. Крым, 33. Краснодарский край, 34. Астраханская обл., 35. Волгоградская обл., 36. Ростовская обл., 37. Город Севастополь, 38. Респ. Дагестан, 39. Респ. Ингушетия, 40. Кабардино-Балкарская Респ., 41. Карачаево-Черкесская Респ., 42. Респ. Северная Осетия – Алания, 43. Чеченская Респ., 44. Ставропольский край, 45. Респ. Башкортостан, 46. Респ. Марий Эл, 47. Респ. Мордовия, 48. Респ. Татарстан, 49. Удмуртская Респ., 50. Чувашская Респ., 51. Пермский край, 52. Кировская обл., 53. Нижегородская обл., 54. Оренбургская обл., 55. Пензенская обл., 56. Самарская обл., 57. Саратовская обл., 58. Ульяновская обл., 59. Курганская обл., 60. Свердловская обл., 61. Тюменская обл. без АО, 62. Ханты-Мансийский авт. округ - Югра, 63. Ямало-Ненецкий авт. округ, 64. Челябинская обл., 65. Респ. Алтай, 66. Респ. Бурятия, 67. Респ. Тыва, 68. Респ. Хакасия, 69. Алтайский край, 70. Забайкальский край, 71. Красноярский край, 72. Иркутская обл., 73. Кемеровская обл., 74. Новосибирская обл., 75. Омская обл., 76. Томская обл., 77. Респ. Саха (Якутия), 78. Камчатский край, 79. Приморский край, 80. Хабаровский край, 81. Амурская обл., 82. Магаданская обл., 83. Сахалинская обл., 84. Еврейская автономная обл., 85. Чукотский авт. окр.

Сформированный массив данных представлен в табл. 2, где Y=1 и Y=0, что соответствует достижению и не достижению цели соответственно.

Номера строк соответствуют номерам регионов в табл. 1 и 2, число строк соответствует значениям мощности W результирующих составляющих. Результиру-

ющие составляющие объединены между собой знаком дивьюнкции.

Сгенерированный массив данных с применением АМКЛ использовался для построения математической модели [2,5,8,9].

Файл: E:\DUstat\ Base.txt

Таблица 2. Результирующие составляющие многофакторного анализа, полученные с помощью АМКЛ

| N | У | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 0 | 1052,9 | 2828,3 | 221,1 | 1005,3 | 952,9 | 302,8 |
| 2 | 0 | 1120,3 | 2980,2 | 235,7 | 1637,1 | 658,6 | 420,2 |
| 3 | 1 | 1282 | 2201,2 | 267 | 1681 | 1900,1 | 352,9 |
| 4 | 1 | 1096,5 | 2519,6 | 238,8 | 1632,2 | 1544,4 | 507,5 |
| 5 | 0 | 1688,7 | 2258,9 | 182,9 | 769 | 441 | 545,4 |
| 6 | 0 | 813,1 | 2172,8 | 342,4 | 1330,6 | 791,6 | 445,2 |
| 7 | 0 | 1234,9 | 1758,8 | 351,4 | 1062,7 | 689,7 | 175 |
| 8 | 0 | 1154,4 | 2227,3 | 190 | 695,1 | 616,5 | 246,2 |
| 9 | 1 | 1228 | 2435,6 | 153,3 | 1462,4 | 2135 | 194,4 |
| 10 | 0 | 651,6 | 1846,2 | 185,3 | 948 | 793,1 | 222,9 |
| 11 | 0 | 936,4 | 3434 | 317 | 1207,8 | 701,3 | 395 |
| 12 | 0 | 1460,3 | 1826,2 | 252,2 | 1747,5 | 339,1 | 311,7 |
| 13 | 0 | 1061,1 | 2569,2 | 351,5 | 2020,2 | 628,2 | 479,6 |
| 14 | 0 | 969,4 | 2148,2 | 308,6 | 1985,6 | 740,9 | 269,9 |
| 15 | 0 | 793,8 | 2692,4 | 346,4 | 1481 | 334 | 271,9 |
| 16 | 1 | 987,2 | 2447,5 | 330,5 | 2005,1 | 1398,3 | 393,8 |
| 17 | 0 | 717,9 | 2663,3 | 204 | 830,1 | 594,4 | 190,6 |
| 18 | 0 | 611,6 | 2912,3 | 136,9 | 1682,5 | 579,9 | 211,1 |
| 19 | 1 | 1311,8 | 4789 | 1311,8 | 2016 | 713,8 | 558 |
| 20 | 1 | 1228,2 | 4066 | 1228,2 | 1708,2 | 815 | 496,7 |
| 21 | 1 | 1108,3 | 3837,6 | 1108,3 | 1502,3 | 1264,7 | 421,7 |
| 22 | 1 | 536,1 | 5075,5 | 536,1 | 1341,3 | 1941,2 | 403,8 |
| 23 | 0 | 1030,5 | 2543,4 | 1030,5 | 1325,9 | 387,3 | 212,1 |
| 24 | 0 | 479,9 | 2180,8 | 479,9 | 1422,5 | 561,8 | 288 |
| 25 | 0 | 641,8 | 1386,3 | 641,8 | 727 | 299,1 | 168,9 |
| 26 | 1 | 829,2 | 2701 | 829,2 | 2028,1 | 1245,6 | 243 |
| 27 | 1 | 1490,5 | 2378,8 | 1490,5 | 1415,2 | 527,4 | 649,8 |
| 28 | 0 | 985,8 | 2172 | 985,8 | 945,1 | 724,3 | 382 |
| 29 | 1 | 432,5 | 3511 | 432,5 | 2194,5 | 703,7 | 281,1 |
| 30 | 0 | 749,8 | 2672,5 | 276,9 | 1752,7 | 608,4 | 375,4 |
| 31 | 0 | 448,5 | 2047,1 | 148,5 | 848,8 | 1073,1 | 173,3 |
| 32 | 0 | 1155 | 1756,4 | 178,1 | 1806 | 520,1 | 323,3 |
| 33 | 0 | 604,9 | 2218,5 | 261,4 | 1253,3 | 1127,1 | 382,9 |
| 34 | 0 | 697,7 | 2251,2 | 178,1 | 1419,2 | 953,5 | 335,2 |
| 35 | 0 | 732,6 | 1890,9 | 122,7 | 1427,5 | 932,5 | 243,7 |
| 36 | 0 | 610,2 | 3041,1 | 361 | 1681,8 | 825,8 | 389,2 |
| 37 | 1 | 1630,2 | 2588 | 203,2 | 3036,8 | 1334,5 | 382,7 |
| 38 | 0 | 683,4 | 2170 | 1153,6 | 1475 | 397,7 | 538,2 |
| 39 | 0 | 431,5 | 1986,6 | 288,1 | 1533,7 | 1186,6 | 255,9 |
| 40 | 0 | 590,2 | 1523,1 | 117,3 | 2430,4 | 712,3 | 356,6 |
| 41 | 0 | 472,4 | 1604,8 | 98,8 | 1329,6 | 1520,5 | 161,6 |
| 42 | 0 | 823,6 | 1487,5 | 386,6 | 2712,9 | 400,7 | 535,6 |
| 43 | 0 | 664,8 | 1893,7 | 581,9 | 1507,1 | 751,8 | 400,7 |
| 44 | 0 | 489,7 | 1909,7 | 211,7 | 1476,2 | 910,9 | 250,9 |
| 45 | 1 | 104,4 | 3197,9 | 238,1 | 2524,5 | 2008,2 | 373,2 |
| 46 | 1 | 1318 | 2540,3 | 348,8 | 2059,9 | 1005,6 | 441,6 |
| 47 | 1 | 1543,6 | 3075,2 | 201,4 | 2588,9 | 692,1 | 416,7 |
| 48 | 1 | 950,1 | 2997,6 | 236,6 | 2338,2 | 708,6 | 347,1 |
| 49 | 1 | 1356,3 | 3570,1 | 578,1 | 1817,5 | 989,7 | 610,4 |
| 50 | 1 | 1163,6 | 4563,2 | 207,3 | 2067,5 | 1566 | 834,7 |
| 51 | 1 | 966,1 | 2929 | 497,3 | 1773,2 | 989,7 | 422,6 |
| 52 | 0 | 1886,1 | 1604,9 | 320,2 | 956,6 | 362,1 | 263,5 |
| 53 | 0 | 593,3 | 2508,8 | 160 | 1419,3 | 866,1 | 264 |
| 54 | 1 | 952,8 | 3192,1 | 191,1 | 1711,7 | 1165,8 | 434,8 |
| 55 | 0 | 997,6 | 1972,9 | 164,5 | 1944,8 | 1322,8 | 349,2 |
| 56 | 1 | 936,2 | 3596,8 | 327,4 | 2226,4 | 1876,1 | 337 |
| 57 | 1 | 1398 | 2644 | 223 | 2496,7 | 1562,4 | 257,8 |
| 58 | 0 | 1019,5 | 2883,1 | 147,1 | 1450 | 945,2 | 494,5 |
| 59 | 0 | 1134,2 | 2429,3 | 329,7 | 1636,9 | 527,8 | 332,6 |
| 60 | 0 | 531,8 | 2025,9 | 308,4 | 1295 | 967,7 | 334,2 |
| 61 | 0 | 754,8 | 2574,3 | 281,6 | 1949,4 | 573,4 | 370,5 |
| 62 | 0 | 799 | 2523,6 | 415,6 | 2075,5 | 742,5 | 310,1 |
| 63 | 0 | 673,1 | 2912 | 283,5 | 2153,7 | 595,8 | 376,7 |
| 64 | 0 | 1107,4 | 2999,8 | 245,1 | 1486,6 | 426,8 | 293,9 |
| 65 | 0 | 982,1 | 3111,2 | 350,9 | 1433,8 | 712 | 468 |
| 66 | 0 | 624,7 | 2600,2 | 231,9 | 1439,1 | 529,2 | 320,7 |
| 67 | 0 | 379,2 | 2020,4 | 312,1 | 889,9 | 700,2 | 129,3 |
| 68 | 0 | 514,2 | 2669,6 | 304,6 | 1921,1 | 540,4 | 288,6 |
| 69 | 1 | 2577,2 | 7357,8 | 455,8 | 2992,5 | 665 | 777,6 |
| 70 | 1 | 1032,8 | 2707,7 | 213,8 | 2739,7 | 1553,4 | 213,3 |
| 71 | 1 | 1293,8 | 3371,9 | 259,3 | 1995,1 | 1779,1 | 356,2 |
| 72 | 0 | 664,1 | 3573,4 | 216,9 | 1252,7 | 877,7 | 277,1 |
| 73 | 0 | 799,9 | 2678,7 | 229,6 | 1266,8 | 663,9 | 269,2 |
| 74 | 0 | 702,1 | 2257 | 111,5 | 1688,9 | 597 | 265 |
| 75 | 0 | 597,2 | 3463,2 | 251,5 | 1527,1 | 525,3 | 298,6 |
| 76 | 0 | 757,9 | 2284,6 | 374 | 2449,8 | 287,8 | 181,7 |
| 77 | 1 | 479,7 | 2879,5 | 738,1 | 2370 | 1106,6 | 411,1 |
| 78 | 0 | 639 | 3526,2 | 371,1 | 1326,1 | 808,2 | 274,6 |
| 79 | 0 | 434,7 | 2246,1 | 117,2 | 1416,6 | 1140,1 | 319,7 |
| 80 | 0 | 945 | 2184,8 | 146,6 | 1345,1 | 527,5 | 367,4 |
| 81 | 0 | 1094,3 | 2151,9 | 212,7 | 1508 | 1608,9 | 480,5 |
| 82 | 0 | 1025 | 2132,6 | 159,2 | 1117,2 | 408,6 | 237,1 |
| 83 | 0 | 1115,8 | 1919 | 127,2 | 1234,2 | 800,1 | 562,3 |
| 84 | 0 | 717 | 1162,4 | 175,2 | 1721 | 561,6 | 240,8 |
| 85 | 0 | 707,8 | 2637,7 | 426,7 | 1441,5 | 787,5 | 602,1 |

Цель: У.

Значение цели: 1.

Маска: N.

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1. W = 7. (3573.4 < X2 <= 7357.8)

Строки: 19; 20; 21; 22; 50; 56; 69;

2. W = 6. (1608.9 < X5 <= 2135)

Строки: 3; 9; 22; 45; 56; 71;

3. W = 6. (1234.9 < X1 < 1460.3)

Строки: 3; 19; 46; 49; 57; 71;

4. W = 4. (2153.7 < X4 < 2430.4)

Строки: 29; 48; 56; 77;

5. W = 4. (420.2 < X6 < 445.2)

Строки: 21; 46; 51; 54;

6. W = 4. (1520.5 < X5 < 1608.9)

Строки: 4; 50; 57; 70;

7. W = 3. (1460.3 < X1 < 1688.7)

Строки: 27; 37; 47;

8. W = 3. (1985.6 < X5 < 2020.2)

Строки: 16; 19; 71;

9. W = 3. (2020.2 < X5 < 2075.5)

Строки: 26; 46; 50.

Анализируемые факторы представлены в нечетанном виде, что подтверждает правильность их отбора.

Для перечисленных регионов наиболее мощной результирующей составляющей является фактор X2 с диапазоном ($3573.4 < X2 \leq 7357.8$).

Фактор X5 описывает регионы, указанные в результирующих составляющих 2,6,8,9 интервалами с наибольшими промежутками. Наблюдается пересечение интервалов результирующих составляющих 2 и 8. Это пересечение характеризуется интервалом 1985,6 – 2135 и мощностью 9.

Фактор X1 описывает регионы, перечисленные в результирующих составляющих 3 и 7 с двумя неперекрывающимися интервалами.

Фактор X6 описывает регионы, перечисленные в результирующей составляющей 6.

В данном исследовании методика многофакторного анализа представлена на примере анализа заболеваемости органов пищеварения. При наличии более сложных аналитических примеров, результат работы может быть

представлен набором факторов в сочетанном виде. Для интерпретации результата будет необходимым выделение главных результирующих составляющих [10-12].

Заключение

Продемонстрированная в работе методика многофакторного исследования позволяет выполнить углубленный анализ показателей здравоохранения, что подтверждается рассмотренным примером, а разработанные для АМКЛ методики и программные средства помогают представить результат в сравнительно легко интерпретируемой форме.

Финансирование. Результаты исследования опубликованы при финансовой поддержке ТулГУ в рамках научного проекта №8711.■

Мишкин Илья Александрович, студент, ilya.mischkin@yandex.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет

Литература:

1. Тычков А. Ю. Применение технологии виртуального проектирования для разработки медицинских диагностических систем // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Технические науки. 2016. Вып. 3. №39. С. 53 – 61.
2. Лебедев М.В., Аверьянова Д.А., Храмушин В.А., Ластовецкий А.Г. Травматизм в дорожно-транспортных происшествиях: аналитические исследования с использованием алгебраической модели конструктивной логики. Учебное пособие. М.: РИО ЦНИИО-ИЗ, 2014. 120 с.
3. Храмушин В.А., Хадарцев А.А., Храмушин О.В., Честнова Т.В. Обзор аналитических работ с использованием алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2011.
4. Храмушин О.В. Способ выделения главных результирующих составляющих в алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. Тула: ТулГУ, 2012. №1.
5. Щеглов В. Н. Алгебраические модели конструктивной логики для управления и оптимизации химико-технологических систем // Автореферат кандидата технических наук. Л.: Технологический институт им. Ленсовета. 1983. 20 с.
6. Щеглов В.Н., Храмушин В.А. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики // Вестник новых медицинских технологий. 1999. №2. С. 131–132.
7. Щеглов В. Н., Бучель В. Ф., Храмушин В.А. Логические модели структур заболеваний за 1986-1999 годы участников ликвидации аварии на ЧАЭС и/или мужчин, проживающих в пораженной зоне и имеющих злокачественные новообразования органов дыхания // Радиация и риск. 2002. Вып. 13. С. 56–59.
8. Александрова Г.А., Поликарпов А.В., Галубев Н.А., Оськов Ю.И., Кадулина Н.А., Беляева И.М., Гладких Т.Е., Щербакова Г.А., Семенова Т.А. Заболеваемость всего населения. Статистические материалы. Часть II. М. 2017. 243 с.
9. Храмушин В.А. Сравнительный анализ алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. №1.
10. Храмушин В.А., Махалкина В.В. Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Тула, 2009. №3. С.39 – 40.
11. Храмушин В.А., Честнова Т.В., Китанина К.Ю., Храмушин О.В. Совершенствование методики обобщенной оценки показателей здравоохранения // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Вып. XVII. №1. С.139 – 140.
12. Храмушин В.А., Храмушин О.В., Минаков Е.И. Алгоритм и программа анализа результирующих импликант алгебраической модели конструктивной логики. В сб. статей XXXVI научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ТулГУ «Общественное здоровье и здравоохранение: профилактическая и клиническая медицина». Тула, 2010. С.138–148.