УДК 330.47:519.23
DOI 10.35254/bsu/2025.71.15

Халилов А. Т.,
К. Карасаев атындагы БМУ,
физ.-мат. илим. канд., доцент

Ишенова К. С.,
К. Карасаев атындагы БМУ,
окутуучу

Камбаров А.А.,
К. Карасаев атындагы БМУ,
окутуучу

MICROSOFT EXCEL ПРОГРАММАСЫН КОЛДОНУУ МЕНЕН СТАТИСТИКАЛЫК МААЛЫМАТТАРДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ ЫКМАЛАРЫ

Кыскача мазмуну

Бул макала Microsoft Excel программасын колдонуу менен статистикалык маалыматтарды иштеп чыгуу ыкмаларын изилдөөгө арналган. Иште "Маалыматтарды талдоо" пакетине жана анын "Регрессия" куралына өзгөчө көңүл бурулган. Эки фактордуу статистикалык көрсөткүчтөрдөн турган маселе каралып, жыйынтыктоочу жана көз карандысыз факторлордун ортосундагы байланыш терең талданат. Изилдөө медициналык маалыматтардын мисалында корреляциялык жана регрессиялык анализди колдонууну көрсөтүп, бейтаптардын жүрөк кагышынын жыштыгы менен дем алуу ылдамдыгынын ортосундагы байланышты изилдейт. Жыйынтыктар Excel куралдарын колдонуу менен статистикалык анализ жүргүзүү калькулятор же программанын өзүнчө операторлору менен эсептөөгө караганда алда канча натыйжалуу экенин көрсөтөт. Сунушталган методика атайын математикалык даярдыгы жок, статистикалык маалыматтар менен иштеген ар кандай тармактагы адистерге пайдалуу болушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: корреляциялык анализ, регрессиялык модель, маалыматтарды иштеп чыгуу, математикалык статистика, медициналык изилдөөлөр, гомеостаз, детерминация, Стьюдент-бөлүштүрүүсү, жыйынтыктарды визуалдаштыруу, маалымат технологиялары

Халилов А. Т.,
БГУ им. К. Карасаева,
канд. физ-мат. наук, доцент

Ишенова К. С.,
БГУ им. К. Карасаева,
преподаватель

Камбаров А.А.,
БГУ им. К. Карасаева,
преподаватель

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ MICROSOFT EXCEL

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию методов обработки статистических данных с применением Microsoft Excel. В работе особое внимание уделено пакету «Анализ данных» и его инструменту «Регрессия». Рассматривается задача, состоящая из двухфакторных статистических показателей, и проводится детальный анализ взаимосвязи между конечными и независимыми факторами. Исследование демонстрирует применение корреляционного и регрессионного анализа на примере медицинских данных, изучая связь между частотой сердечных сокращений и скоростью дыхания пациентов. Результаты показывают, что использование инструментов Excel для статистического анализа значительно эффективнее, чем вычисления с помощью калькулятора или отдельных операторов программы. Представленная методика может быть полезна специалистам различных областей, работающим со статистическими данными и не имеющим специальной математической подготовки.

Ключевые слова: корреляционный анализ, регрессионная модель, обработка данных, математическая статистика, медицинские исследования, гомеостаз, детерминация, Стьюдент-распределение, визуализация результатов, информационные технологии

Khalilov A. T.
BSU named after K. Karasaev,
Cand. of physic. and mathem. sciences,
Associate Professor

Ishenova K. S.,
BSU named after K. Karasaev,
Lecturer

Kambarov A.A.,
BSU named after K. Karasaev,
Lecturer

METHODS FOR PROCESSING STATISTICAL DATA USING MICROSOFT EXCEL

Abstract

This article examines statistical data processing methods using Microsoft Excel's “Data Analysis” package and “Regression” tool. This study analyzes two-factor statistical indicators and the in-depth relationship between dependent and independent factors. This study applied correlation and regression analyses to medical data to explore the connection between the heart rate and breathing rate. The results show that Excel tools are more effective than calculators or individual-program operators for statistical analysis. The methodology benefits specialists working in various fields with statistical data who lack special mathematical training. The research shows that identical conclusions can be obtained using specialized packages and mathematical-statistics formulas.

Keywords: correlation analysis, regression model, data processing, mathematical statistics, medical research, homeostasis, determination, Student's distribution, visualization of results, information technology

Азыркы күндө адистерди даярдоого коюлган талаптар бир топ жогору. Ал жерде жалгыз гана жогорку билим талап кылынбастан, андан сырткары, изилдөөчүнүн өзүнүн ишмердүүлүгүндө жаңы компьютердик жана маалыматтык технологияларды колдонуу жөндөмдүүлүгү өзгөчө эске алынат [1].

Ошол эле учурда жүрүп жаткан интеграция процесси жалпы мыйзамдарды, түшүнүктөрдү жана изилдөө ыкмаларын колдонуу аркылуу билимдин ар кандай тармактарын бириктирүүгө алып келди. Биз бул жерде математикалык статистика менен медицинанын багыттарын байланыштырган маселеге токтолуп өтөлү.

Медициналык жана биологиялык тармактарда кездешкен сапаттуу кубулуштарды көп сандагы маалыматтар аркылуу сүрөттөө мүмкүн экени жалпыга маалым. Ошондуктан, айрыкча илимий жана практикалык медициналык изилдөөлөрдө маалыматтарды талдоонун жана иштеп чыгуунун ар кандай ыкмалары, негизинен, математикалык статистикага негизделип кеңири колдонулат [2]. Бул статистикалык ыкмалар эксперименталдык маалыматтарды сандык түрдө баалоого, жаңы мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоого жана алдын ала коюлган божомолдордун ишенимдүүлүгүн текшерүүгө шарт түзөт.

Маалыматтарды анализдөөдө эң негизги талап — бул статистикалык методдорду туура жана так пайдалануу. Бул өз кезегинде изилдөөчүнүн статистика жаатындагы тийиштүү даярдыгын талап кылат. Эгерде изилдөөчү тарабынан туура эмес же жарым-жартылай гана чыгарылган тыянактар берилсе, ал жыйынтыктардын ишенимдүүлүгүнө шек жаратып, кээ бир учурларда бүтүндөй изилдөөнү жараксыз деп эсептөөгө алып келиши мүмкүн [3].

Азыр изилдөөчүлөр маалыматтардын статистикалык талдоо үчүн зарыл болгон бардык эсептөөлөрүн чанда гана кол менен жүргүзүшпөсө, көпчүлүк учурда компьютердик программалардын ар кандай пакеттерин колдонушат. Компьютерди колдонуу, бир жагынан, күнүмдүк иштен четтеп, көңүлдү чыгармачыл компоненттин өзүнө (көйгөйлөрдү коюу, аларды чечүүнүн ыкмаларын тандоо, натыйжаларды чечмелөө) буруууга шарт түзөт, андан сырткары компьютердик технологияларды терең өздөштүрүүнү жана ага тиешелүү билимдерди жана көндүмдөрдү жогорулатуу талап кылынат.

Азыркы тапта статистикалык маалыматтар менен иштөөгө байланышкан программалардын саны аябай көп, алардын ичинен көбүрөөк колдонулган программалык продуктар STADIA (Россия) интегралдык статистикалык пакети [4], [5] жана STATISTICA (өндүрүүчү StatSoft Inc., АКШ) системасы [6,5] болуп саналат. Биз изилдөө жүргүзүүдө бул продуктылардын статистикалык маалыматтарды талдоо жана изилдөөдө бай каражаттарга ээ экендигине карабастан, Microsoft Excel электрондук жадыбалын тандап алдык. Ал тандоо макаланын жыйынтыктарын алууда Microsoft Excel электрондук жадыбалынын каражаттарын колдонуунун ыңгайлуулугу, оңойлугу жана жетиштүүлүгү менен негизделген.

Excel прикладдык программасынын жардамы менен корреляциялык анализ бөлүмүнөн прикладдык маселени чечүүнүн жолдорунун алгоритмдик схемасын карап көрөлү.

Мында Y өзгөрмөсү (жыйынтыктоочу фактор) жалгыз гана X өзгөрмөсүнөн (факторунан) көз каранды болсун дейли. Мында X өзгөрмөсү берилген маанилерди алат

деп болжолдонот, ал эми Y көз каранды өзгөрмөсү өлчөө каталарынан, эсепке алынбаган факторлордун таасиринен же башка себептерден пайда болгон факторлордун жыйындысы болуп эсептелет. Y кокустук чоңдугуна $x=x_1,..., x_n$ өзгөрүлмөлөрүнө туура келген n көз карандысыз байкоо жүргүзүлүп төмөнку натыйжаларды берди: $Y=y_1,..., y_n$. Y көз каранды өзгөрүлмөсүнүн X көз каранды эмес өзгөрүмөсүнүн ортосундагы канчалык денгээлде экендигин, б.а. r корреляция коэффициентин эсептөө талап кылынан. Корреляция коэффициентинин маанисине жараша математикалык статистиканын ыкмаларын колдонуу менен регрессиялык анализ жүргүзөбүз.

Берилген маселени талдоону төмөнкү тартип менен жүргүзөлү:

1. Ылдыйкы формула аркылуу тандоонун r - корреляция коэффициентин табабыз [7]

$$r = \frac{Q_{xy}}{\sqrt{Q_y Q_y}} \quad , \qquad (1)$$

бул жерде

$$Q_{xy} = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \underline{x}\right)^2 \left(y_i - \underline{y}\right)^2, \; Q_x = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \underline{x}\right)^2, \; Q_y = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \underline{y}\right)^2, \qquad (2)$$

$\underline{x}, \underline{y}$ – орточо тандалма,

$$\underline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n} x_i, \; \underline{y} = \frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n} y_i \; .$$

2. Корреляция коэффициенти ρ тууралуу гипотезаны текшерүү. Тандалган корреляция коэффициентинин r маанилүүлүгүн аныктоо зарыл болгондо, б.а. статистикасы r болгон критерийди колдонуп

$H_0 : \rho = 0$ гипотезаны текшерүү керек. Критерийдин мааниси □ га барабар болгон учурунда критерийдин критикалык чөйрөсү төмөнкү барабарсыздыктар менен аныкталат.

$$r > \frac{t_{1-\alpha}(n-2)}{\sqrt{n-2+t_{1-\alpha}^2(n-2)}} \qquad (3)$$

алтернативдүү гипотеза $H_1^{(1)}: \rho > 0$ болгон учурунда;

$$r > \frac{t_{\alpha}(n-2)}{\sqrt{n-2+t_{\alpha}^2(n-2)}} \qquad (4)$$

алтернативдүү гипотеза $H_1^{(2)}: \rho < 0$ болгон учурунда;

$$|r| > \frac{t_{1-\alpha/2}(n-2)}{\sqrt{n-2+t_{1-\alpha/2}^2(n-2)}} \qquad (5)$$

алтернативдүү гипотеза $H_1^{(3)}: \rho \neq 0$ болгон учурунда.

(3) - (5) барабарсыздыктарында $t_p(n-2)$ − бул p тартибиндеги $n-2$ эркин даражалуу Стьюдент бөлүштүрүүсүнүн квантили. Эгерде H_0 гипотезасы аткарылса, анда изилденүүчү мүнөздөмөлөрү корреляциясыз жана маселе толук чечилиди деп эсептөөгө болот. Ал гипотеза аткарылбаган учурда, сызыктуу регрессиялык анализ жүргүзүлүшү талап кылынат.

3. Сызыктуу регрессиялык анализ. Y жана x өзгөрмөлөрдүн ортосундагы байланышты сызыктуу регрессиялык модель катары жазууга болот

$$Y=\beta_0+\beta_1 x\,, \quad (6)$$

бул жерде β_0 жана β_1 − сызыктуу регрессиянын параметрлери. Сызыктуу регрессиялык талдоонун маселелери болуп, (x_i, y_i), $i=1,\dots,n$ байкоолорунун жыйынтыктары үчүн төмөнкүлөр эсептелинет:

- β_0 жана β_1 белгисиз параметрлеринин баалоолорун алуу;
- (6) моделдин маанилүүлүгү жөнүндөгү гипотезаны текшерүү;
- β_0 жана β_1 моделдик параметрлери жөнүндөгү гипотезаны текшерүү;
- моделдин детерминация коэффициентин эсептөө;
- модель байкоонун жыйынтыктары менен канчалык деңгээлде шайкеш келерин текшерүү (б.а. байкоонун жыйынтыктарынын моделинин адекваттуулугун тастыктоо).

4. Кичи квадраттар ыкмасын (ККЫ) колдонуу менен сызыктуу моделди баалоонун параметрлеринин баалоосун табуу. ККЫ – (6) моделинин β_0 жана β_1 параметрлеринин баалоосу $\underline{\beta_0}, \underline{\beta_1}$ төмөнкү формула менен эсептелет:

$$\underline{\beta_1}=\frac{Q_{xy}}{Q_x}\,, \qquad \underline{\beta_0}=\underline{y}-\underline{\beta_1}\,\underline{x}\,. \quad (7)$$

5. Моделдин мааниси жөнүндө гипотезаны текшерүү. Эгерде параметр $\beta_1=0$ болсо, сызыктуу регрессиянын модели (6) анчалык деле маанилүү эмес деп эсептелет. H_0: $\beta_1=0$ гипотезасын текшерүдө β_1 параметри үчүн ишеним аралыгын же статистиканы колдонобуз

$$F=\frac{Q_{xy}^2(n-2)}{Q_e Q_x}.$$

$$Q_e=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-(\underline{\beta_0}+\underline{\beta_1 x_i})\right]^2 \quad (8)$$

Эгерде H_0: $\beta_1=0$ гипотезасы туура болсо, анда бул статистика 1 жана n - 2 эркиндик даражалуу Фишердик бөлүштүрүүгө ээ.

6. Моделдин параметрлери жөнүндө гипотезаларды текшерүү. $H_0: \beta_0 = 0$ жана $H_0: \beta_1 = 0$ гипотезаларынын β_0 жана β_1 параметрлерин аныктоо үчүн ишеним интервалдарын колдонууга болот:

$$\underline{\beta_0} - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2)s\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2/nQ_x} < \beta_0 < \underline{\beta_0} + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2)s\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2/nQ_x}\,, \quad (9)$$

$$\underline{\beta_1} - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2)s\sqrt{1/Q_x} < \beta_1 < \underline{\beta_1} + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2)s\sqrt{1/Q_x}\;. \quad (9)$$

Бул жерде $s^2 = Q_e/(n-2)$ – дисперсия калдыгы.

7. Детерминация коэффициентин эсептөө. Сызыктуу регрессиянын пайдалуу мүнөздөмөсү болуп детерминациянын коэффициенти R^2 эсептелет. Ал $y = \underline{y}$ горизонталдык огуна карата байкоо регрессиясы менен сүрөттөлгөн $(x_i, y_i),\ i = 1, \dots, n$ байкоо натыйжаларынын чачырандысынын ошол бөлүгүнө барабар

$$y = \underline{\beta_0} - \underline{\beta_1}\,\underline{x}\,. \quad (10)$$

Y тин x ка болгон регрессия учурунда сызыктуу регрессиясында R^2 менен тандоо коэффициентинин корреляциясы r дин ортосунда төмөнкүдөй байланыш бар

$$R^2 = r^2. \quad (11)$$

8. Моделдин адекваттуулугун текшерүү. Моделдин адекваттуулугун графикалык тандоо жана калдыктар аркылуу визуалдык түрдө баалоого болот.

Декарттык тик бурчтуу координаталар системасында тандоо графигин тургузуу үчүн байкоонун жыйынтыктарына дал келген (x_i, y_i) чекиттери, ошондой эле (10)-формула менен эсептелген болжолдуу Y маанилерине туура келген $(x_i, \underline{\beta_0} - \underline{\beta_1}\,x_i)$ чекиттери колдонулат. Ал эми калдыктардын графигин алуу үчүн, байкоо жүргүзүлгөн y_i мааниси менен ошол эле x_i үчүн болжолдонгон $\underline{\beta_0} - \underline{\beta_1}\,x_i$ ортосундагы айырманы эсептеп, $(x_i, y_i - \underline{\beta_0} - \underline{\beta_1}\,x_i)$ түрүндөгү чекиттер табылышы керек.

Эгер ар бир i маани үчүн реалдуу (байкалган) жана моделден алынган (болжолдонгон) Y маанилери бири-бирине жакын жайгашса, ал эми эсептелген калдыктар анча чоң болбосо (мисалы, y_i маанисинен төмөн тартипте болсо), анда модел изилдөөнүн жыйынтыктарын жеткиликтүү түрдө чагылдырып жатат деп айтууга болот.

Бул аналитикалык структураны Excel программасында ишке ашыруу үчүн төмөнкү төрт негизги этап аткарылышы керек:

- маселеде берилген маалыматтарды изилдөөгө дайындоо;

- *маалыматтарды алдын ала талдоо*;

- тиешелүү статистикалык ыкманы тандоо жана колдонуу;

- алынган жыйынтыктарды түшүндүрүү жана талдоо.

Биз бул макалада кардиология бөлүмүндө каралып жаткан, жүрөктүн кагышын саны (ЖКС - мүнөтүнө согуунун саны) жана дем алуу ылдамдыгы (ДАЫ - мүнөтүнө дем алуунун саны) маалыматтары бар топту талдан (анализдеп) көрөлү.

Таблица 1.

ЖКС	80	84	88	90	92	96	99	102	105	108	111	113	115	118	120
ДАЫ	15	16	15	16	16	18	16	17	16	18	20	19	20	20	19

Изилденип жаткан маселеде бул топтогу орулуулардын ЖКС менен ДАЫсынын ортосундагы канчалык деңгээлде байланыш бар экендигин жана ал байланыш кандай экендигин аныктоо талап кылынат. Бул учура математикалык сатистиканын сызыктуу коррелляциялык байланыш бөлмүнүн ыкмалары колдонулат.

Этап 1. Маселеде берилген маалыматтарды изилдөөгө дайындоо.

1 - этапта баштапкы маалыматтар Excel программалык продуктысынын барагына таблица түрүндө киргизебиз.

Этап 2. Маалыматтарды алдын ала талдоо.

2 - этапта r - тандоонун корреляция коэффициентин эсептөө жана ρ - корреляция коэффициенти жөнүндө гипотезаларды текшерүү керек (эксплуатациялык шилтеменин 1 - 2 пункттарын караңыз). Айта кетсек, бул жерде r корреляция коэффициенти эки түрдө эсептелиши мүмкүн:

1) Excel программалык продуктысындагы функцияларнын курамынан КОРРЕЛны колдонуп;

2) Excel программалык продуктысын колдонбой туруп, төмөнкүдөй кылып (1) формуланы түз эсептеп чыгаруу:

- $\underline{x}, \underline{y}$ – орточо тандалма маанилерин эсептеп чыгабыз;
- Ар бир i үчүн $(x_i - \underline{x})(y_i - \underline{y}), (x_i - \underline{x})^2, (y_i - \underline{y})^2$ туюнтмаларынын маанилерин эсептеп чыгабыз;

• Табылган маанилерди колдонуп (1) формуланы эсептейбиз.

Биз карап жаткан маселе үчүн r = 0,87 маанисин алабыз. Тандоонун корреляция коэффициенти r > 0 болгондуктан, $H_1^{(1)}: \rho > 0$ альтернативалуу гипотезасынын алдындагы $H_0 : \rho = 0$ гипотезасын текшерүү зарылчылыгы бар. Ал үчүн (3) барабарсыздыкты колдонуу керек. Excel программасындагы СТЬЮДРАСПОБР функциясын колдонуу менен Стьюдент бөлүштүрүүсүнүн квантилин эсептейбиз. Анда $\alpha = 0{,}05$ мааниси үчүн (3) барабарсыздыктын оң жагын төмөнкү формула менен эсептейбиз

=СТЬЮДРАСПОБР(0,05;13)/КОРЕНЬ(13+ СТЬЮДРАСПОБР(0,05;13)^2).

Excel де өйдөңкү формуланы кийиргенден кийин жыйынтыгына 0,44 маанисин алабыз. Тандоонун мааниси r = 0,87 мааниси H_0 (0,87>0,44) гипотезасын кабыл алуу аймагында жатпагандыктан, $H_1^{(1)}$ гипотезасын кабыл алышыбыз керек.

Этап 3. Тиешелүү статистикалык ыкманы тандоо жана колдонуу.

Кабыл алынган $H_1^{(1)}: \rho > 0$ альтернатива-гипотезасынын негизинде жалпы кан айлануу системасы (ЖКС) менен дем алуу ылдамдыгынын (ДАЫ) ортосундагы өз ара байланышты сызыктуу регрессия ыкмасы аркылуу изилдейбиз. Бул үчүн 4төн 8ге чейинки кадамдарды, тагыраагы, операциялык кадамдардын ырааттуулугун карап чыгуу керек. Изилдөөнү эки усул аркылуу жүргүзүүгө болот:

1) Excel программасындагы “Маалыматтарды талдоо” куралынын ичиндеги “Регрессия” бөлүмүн колдонуу;

2) Жогоруда айтылгандай, тандалган маалыматтар үчүн корреляция коэффициенти r маанисин эсептегендей, (7)ден (11)ге чейинки формулаларды колдонуп, эсептөөлөрдү кол менен жүргүзүү.

Excel'деги “Регрессия” куралы аркылуу талдоо жүргүзгөндө, натыйжада үч негизги таблица түзүлөт: «Регрессиялык статистика», «Дисперсиялык талдоо» жана «Регрессия параметрлери».

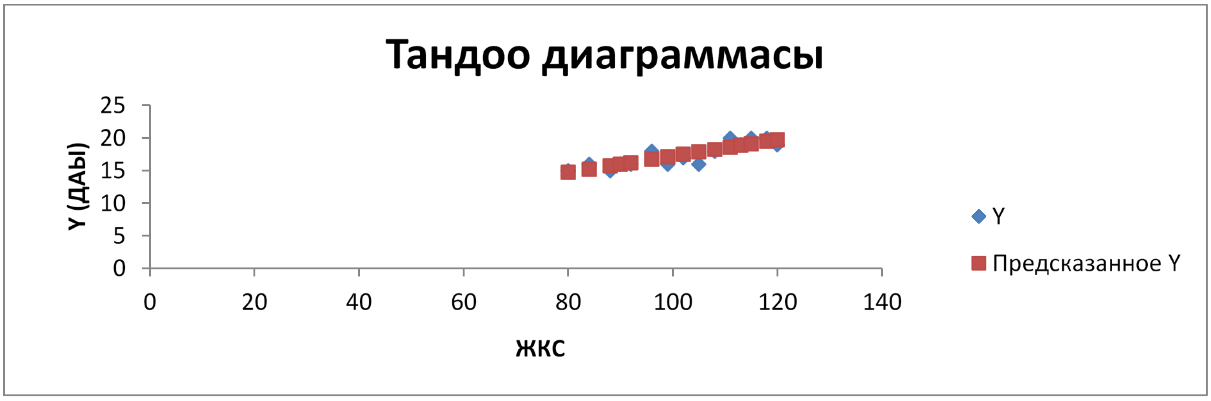
«Регрессиялык статистика» таблицасынан r = 0,87 жана R^2 = 0,76 деген маанилер алынды. Бул r мааниси биринчи кадамда табылган r = 0,87 менен дал келип турат.

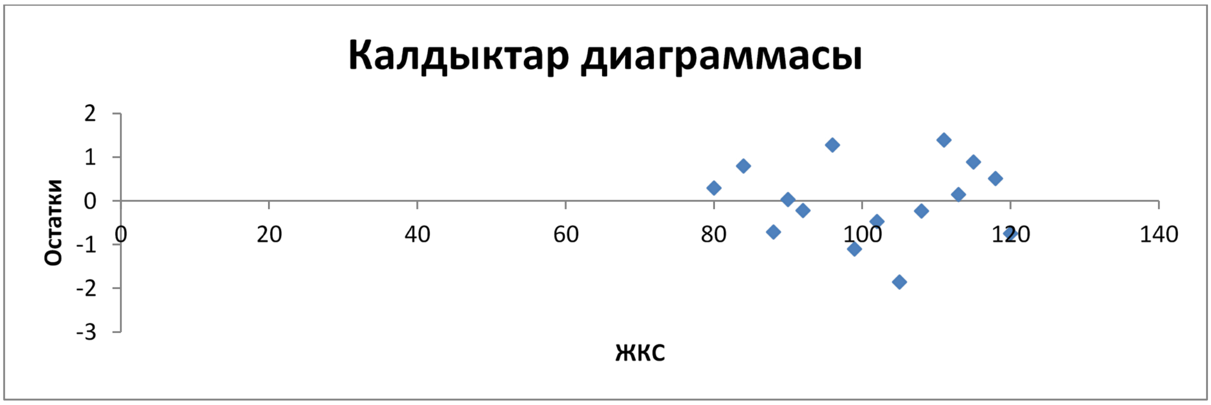
Ал эми «Дисперсиялык талдоо» таблицасы аркылуу түзүлгөн моделдин статистикалык маанилүүлүгүн аныктоого болот. Тактап айтканда, $H_0: \beta_1 = 0$ гипотезасын текшеребиз. Таблицадагы маалыматтарга ылайык, F статистикасынын мааниси 100,44 болуп, ал маанилүүлүк деңгээли $1{,}7 \times 10^{-7}$ ге барабар болгон Фишер бөлүштүрүүсүнүн (эркиндик даражалары 1 жана 13) чегинен жогору. Демек, $H_0: \beta_1 = 0$ гипотезасы четке кагылат жана (6)-модель статистикалык жактан маанилүү деп эсептелет.

Ал эми «Регрессия параметрлери» таблицасынан $\underline{\beta_0}$ = 4,63 жана $\underline{\beta_1}$= 0,13 деген баалуулуктар алынат. Бул таблицанын "Төмөнкү 95%" жана "Жогорку 95%" мамычаларында ишеним интервалдарынын төмөнкү жана жогорку чеги 95% болгон $\underline{\beta_0}$ жана $\underline{\beta_1}$ үчүн тиешелүү маанилери 0,31, 8,95, 0,08, 0,17 табылат.

$\underline{\beta_0}$ жана $\underline{\beta_1}$ үчүн тургузулган ишеним интервалдары нөлдү ишеним ыктымалдыгы 95% менен жаппагандыгына байланыштуу, ишенимдүүлүк деңгээли 0,05 ке барабар $H_0: \beta_1 = 0$ жана $H_0: \beta_1 = 0$ гипотезалары четке кагылат.

"Регрессия" подпрограммасы тандоо жана калдыктардын графиктерин да түзөт. Бул мисал үчүн, алар төмөнкүлөрдү камтыйт:





Тандоо диаграммасында көрсөтүп тургандай ДАЫнын эксперименталдык жана болжолдонгон көрсөткүчтөрү бири-бирине абдан жакын, ал эми калдык диаграммасынан калдыктар аз экени көрүнүп турат.

Этап 4. Алынган жыйынтыктарды түшүндүрүү жана талдоо.

2 жана 3-кадамдарда алынган натыйжаларга таянып, төмөнкүдөй жыйынтык чыгарууга болот:

1) r = 0,87 болгон корреляция коэффициентинин мааниси изилденип жаткан патологияга дуушар болгон бейтаптардын арасында жалпы кан айлануу системасы менен дем алуу ылдамдыгынын ортосунда туруктуу жана күчтүү оң байланыш бар экенин далилдейт.

2. $H_0 : \rho = 0$ гипотезасын текшерүү ЖКС менен ДАЫнын ортосунда оң корреляциянын бар экендигин тастыктады, анткени $\rho > 0$ экени аныкталды. Демек, ЖКСтин өсүшү менен ДАЫнын маанилери да өсөт жана тескерисинче.

3. Табылган тандалма регрессия коэффициенттери $\underline{\beta_0}$=4,63, $\underline{\beta_1}$=0,13

y = 4,63 + 0,13x түрүндөгү регрессия теңдемесинин үлгүсүн түзүүгө мүмкүндүк берет.

4. Коэффициент $\underline{\beta_1}$=0,13 жүрөктүн кагышын мүнөтүнө 1 согуу менен дем алуу ылдамдыгы мүнөтүнө орто эсеп менен 0,13 демге көбөйөрүн көрсөтөт.

5. $H_0: \beta_0 = 0$ жана $H_0: \beta_1 = 0$ гипотезаларын текшерүү $\underline{\beta_0}$, $\underline{\beta_1}$ тандоо коэффициенттеринин маанилүүлүгүн тастыктады.

6. Детерминация коэффициенти R^2=0,76 көрсөтүп тургандай, алынган регрессия теңдемеси байкоонун жыйынтыктарынын жалпы чачырандысынын Y = 17,4 горизонталдык түз сызыгына салыштырмалуу 76% экенин түшүндүрөт.

7. Тургузулган тандоо жана калдык графиктери байкоонун жыйынтыктарынын моделдинин адекваттуулугу жөнүндө божомол жасоого мүмкүндүк берет.

Адабияттар

1. Халилов, А. Т. MS Excelди колдонуу менен экономикалык ЖОЖдордо статистиканы окутуунун көйгөйлөрү / А. Т. Халилов, К. С. Ишенова // Вестник БГУ. – 2023. – № 2(64). – С. 466-470.
2. Гельман, В. Я. Медицинская информатика : практикум / В. Я. Гельман. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 480 с.
3. Халилов, А. Т. Использование пакета анализа данных Ms Excel для обработки экономических статистических данных / А. Т. Халилов, Н. К. Суйналиева // Вестник Бишкекского гуманитарного университета. – 2008. – № 3(12). – С. 51-53.
4. Кулаичев, А. П. Методы и средства анализа данных в среде Windows. STADIA / А. П. Кулаичев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Информатика и компьютеры, 1999. – 341 с.
5. Тюрин, Ю. Н. Анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. – Москва : ИНФРА-М ; Финансы и статистика, 1995. – 384 с.
6. Боровиков, В. П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. – 2-е изд., стереотип. – Москва : Информационно-издательский дом «Филинъ», 1998. – 608 с.
7. Карпушкина, С. А. Методологические основы применение Microsoft Excel для решения статистических задач в учебном процессе медицинских задач / С. А. Карпушкина, Е. А. Рябухина // Естественные науки. Математика. – С. 111-118.