

**МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ SIGMA PLOT В
ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ
МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ
ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

**УСУЛИ ИСТИФОДАБАРИИ
АМСИЛАСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ
SIGMA PLOT ДАР РАВАНДИ
ТАЪЛИМИ МАТЕМАТИКАИ
ДОНИШЧЌҶҲИ РАВИЯҲОИ ТЕХНИКӢ**

**METHODS OF USING SIGMA
PLOT COMPUTER MODELING IN THE
PROCESS OF MATHEMATICS
TEACHING OF STUDENTS OF
TECHNICAL FIELDS**

Рахимов Амон Акпарович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и физики ХПИТТУ имени акад. М.С. Осими г. Худжанда (Таджикистан, Худжанд)

Рахимов Амон Акпарович, номзади илмҳои педагогӣ, дотсенти кафедраи математикаи олии ва физикаи ДПИТТУ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хуҷанд (Тоҷикистон, Хуҷанд)

Rakhimov Amon Akparovich, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of High Mathematics and Physics, Polytechnic Institute of Tajik Technical University by academician M.S. Osimi

E-mail: amon_rahimov@mail.ru

Калидвожаҳо: амсиласозии компютерӣ, усули таълим, математика, SigmaPlot, барномаҳои компютерӣ, назария ва усули таълими математика.

Дар мақола мазкур масъалаи истифодаи барномаи SigmaPlot дар қорҳои илмӣ таҳқиқоти донишҷӯён дар раванди таълими фанни математика баррасӣ шудааст. SigmaPlot хусусиятҳои асосии истифодаи барнома, функсияҳо ва соҳаҳои татбиқи онро дар бар мегирад. SigmaPlot барномаи визуализатсияи маълумот ва таҳлили омори мебошад, ки дар таҳқиқоти илмӣ ва муҳандисӣ, барои таҳлили васеъ дар тиҷорат истифода мешавад. Барнома дорои имконияти нурқуввати графикӣ, диаграммасозӣ ва таҳлили маълумот мебошад, ки онро муҳаққиқон ва мутахассисони соҳаҳои гуногун истифода мекунанд.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, методика обучения, математика, SigmaPlot, компьютерные программы, теория и методика обучения математике.

В статье рассматриваются вопросы использования и исследования программы SigmaPlot в процессе обучения математике студентов технических вузов. Компьютерная программа SigmaPlot включает в себя основные характеристики программы, ее функциональность и области применения. SigmaPlot представляет собой программное обеспечение для визуализации данных и статистического анализа, широко используемое в научных и инженерных исследованиях, а также в бизнес-аналитике. Подчеркивается, что программа обладает мощными инструментами для построения графиков, диаграмм и анализа данных, которые широко применяются в сфере исследовательской деятельности в различных областях.

Keywords: computer modeling, teaching methods, mathematics, SigmaPlot, computer programs, theory and methodology of teaching mathematics.

The article dwells on issues beset with the usage and research of SigmaPlot program in the process of teaching mathematics to students of technical universities. SigmaPlot computer program includes the main characteristics of the program, its functionality and areas of application. SigmaPlot is a software for data visualization and statistical analysis, widely used in scientific and engineering research, in business analytics as well. It is emphasized that the program has powerful tools for constructing graphs, diagrams and data analysis, which are widely used in the field of research in various fields.

Барои рушду такомули илмҳои дақиқ, техникаву технология дар фосилаи 32 соли сохибистиклолӣ қорҳои азиме ба сомон расонида шуда, Ҳукумати мамлакат, алаҳусус ташаббуси Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон ҷиҳати таккони ҷиддӣ бахшидан ба рушди илму маориф, техника ва технологияи нав ва махсусан, рушди соҳаи саноат дар кишвар беназир буда, барои беҳтар гардонидани шароити қору зиндагии муҳаққиқон ва тарбияи насли нави мутахассисони илмҳои дақиқ соли 2010-ро «Соли маориф ва фарҳанги техника» эълон намуданд. Ба хоҳири боз ҳам беҳтар ба роҳ мондани омӯзиши илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ, инчунин барои рушди тафаккури техникаи насли наврас солҳои

2020-2040 - “Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф” эълон гардид.

Маориф яке аз омилҳои асосии рушди иҷтимоию иқтисодии ҷомеа мебошад, ки симои ояндаи ҷамъиятро муайян мекунад. Дар ташаккули фаъолияти педагогии омӯзгори оянда, мавқеи марказиро “омодагии методӣ”, ки сифати он бештар ба бахши усули таълими математика вобаста аст, ишғол менамояд.

Бе математика ва истифодаи он ҳалли муаммоҳои ҷорӣ ҳаёт ва зиндагӣ, инчунин истехсолот амри маҳол аст. Мо дар зиндагӣ вобаста ба талаботи он ва истехсолот воридсозии барномаҳои гуногуни математикӣ ва компютериро ҳамчун воситаи сабуксозии омӯзиш ва азхудкунии ҳисоб, ҷенкунӣ, микдор, дарозӣ, майдонҳо, фосилаҳои вақт, суръат, тавоноӣ, қор ва ғайраҳо бояд ҷорӣ намоем ва ҷараёни омӯзишро мусоид бисозем [2, с. 295].

Дар ҷаҳони имрӯза қорқард ва визуализатсияи маълумот дар тадқиқоти илмӣ, лоиҳаҳои муҳандисӣ ва таҳлили тиҷорат нақши қалбдӣ дорад. Яке аз асбобҳои пурқуввате, ки барои таҳлил ва пешниҳоди маълумот пешбинӣ шудааст, ин барномаи SigmaPlot мебошад. SigmaPlot доираи васеи қобилиятро барои эҷоди диаграммаҳои баландсифат, иҷрои таҳлили омӯрӣ ва моделсозии маълумотҳо фароҳам меорад.

Оид ба таълими математика дар мактабҳои миёнаи олии касбӣ олимони муосир, ба монанди М.Нугмонов, Н.С.Азимова, Т.Рачабов, Ҷ.Шарифов, Э. Саторов ва дигарон қорҳои илмию методӣ анҷом додаанд, ки дар рушди ин самт назаррас аст.

Дар самти амсиласозии компютерӣ, амсиласозии математикӣ ва лингвистикаи компютерӣ саҳми олимони тоҷик З.Ҷ. Усмонов хеле қалон аст. Олимони муосирони тоҷик - шогирдони устод Усмонов З.Ҷ. дар амсиласозии компютерӣ ва лингвистикаи компютерӣ, ба монанди М.К.Юнусӣ, О.М.Солиев, Х.А.Худойберидиев, А.А. Қосимов ва дигарон саҳми назаррас доранд. Инчунин дар соҳаи таълими технологияҳои информатсионӣ ва амсиласозии компютерӣ бошад, муҳаққиқон Ф.С.Қомилиён ва Б.Ф. Қайзализода қорҳои илмӣ - таҳқиқотии ҳурро ба анҷом расонидаанд.

Дар асарҳои муҳаққиқони муосирони тоҷик С.Г.Қулмонабиев, У.Х.Қайтова, Х.А.Худойберидиев, Ф.Қалилов [15], [16], А.А. Раҳимов [2], [3], [4], А.А. Умаров [9] ва Э. Ризоев истифодаи барномаҳои компютерӣ, истифодаи амсиласозии компютерӣ, математикӣ ва истифодаи воситаҳои техникӣ дар раванди таълим мавриди баррасӣ қорор гирифтааст.

Аз тарафи олимони рус бошад, ба монанди Солодовиченко Л.Н. [13] ва О.А. Тарасова [14] оид ба масъалаҳои таълими математика бо истифодаи воситаҳои техникӣ барномаҳои компютерӣ, амсиласозии компютерӣ ва дидактикаи усулҳои гуногуни истифодаи онҳо дар раванди таълим якҷанд асари илмӣ ба ҷор расида, омӯхта шудаанд.

SigmaPlot барномаи пуримқониятест, ки барои визуализатсияи маълумот, графикҳо, таҳлили омӯрӣ ва муаррифии натиҷаҳои тадқиқот пешбинӣ шудааст. Дар ин тадқиқот ба истифодаи барномаи SigmaPlot дар заминаи тадқиқоти илмӣ ва муҳандисӣ таваҷҷуҳ зоҳир намуда, имқоният ва бартарҳои асосии онро баррасӣ хоҳем қард.

Омӯзиши таҳлили маълумот барои рушди ҷомеа ва илми муосир муҳим аст. Натиҷаҳои тадқиқот метавонад барои тақмил додани равандҳои қабули қорорҳо, оптимизатсияи равандҳои тиҷорат, муайян қардани қонунҳо ва тамоюлҳо дар маълумот ва эҷоди маҳсулот ва хидматҳои нави инноватсионӣ истифода шаванд.

Мавзуи таҳлил ва визуализатсияи маълумот диққати бештарро ба худ қалб мекунад ва ба унсури асосии рақобатқазирӣ дар соҳаҳои гуногуни фаъолият тақдир меёбад. Аз ин рӯ, омӯзиши ҳамаҷонибаи ин мавзӯ барои амиқтар қард қардани принципҳо, усулҳо ва таъбиқи он муҳим аст.

Тадқиқот оид ба истифодаи амсиласозии компютери SigmaPlot мавзуи ақтуалӣ буда, дар заминаи илм ва муҳандисии муосир мебошад. Ҳоло доираи васеи барномаҳо барои визуализатсияи маълумот ва таҳлили омӯрӣ вуҷуд дорад, аммо бисёре аз муҳаққиқон ва муҳандисон на ҳамашар дар бораи қобилият ва истифодаи самаранокии ин гуна асбобҳо маълумоти қорфӣ доранд. Ҳадафи мақолаи мазқур, таваҷҷути пешниҳоди таваҷҷути муфассали барномаи SigmaPlot, баррасии таваҷҷуҳо ва имқонияти асосии он мебошад. Илова бар ин, таҳқиқот намунаҳои истифодаи барномаро дар соҳаҳои гуногуни илм ва муҳандисӣ дар бар мегирад, ки ба донишқирандагон имқон медиҳад, ки қӣ гуна SigmaPlot-ро дар соҳаи мушаххаси тадқиқоти онҳо истифода бурдан мумкин аст.

Қамин тариқ, ин таҳқиқот муносибати инноватсионии омӯзиши барномаро барои таҳлили маълумот ва визуализатсияи натиҷаҳо фароҳам меорад, ки метавонад ба баланд бардоштани

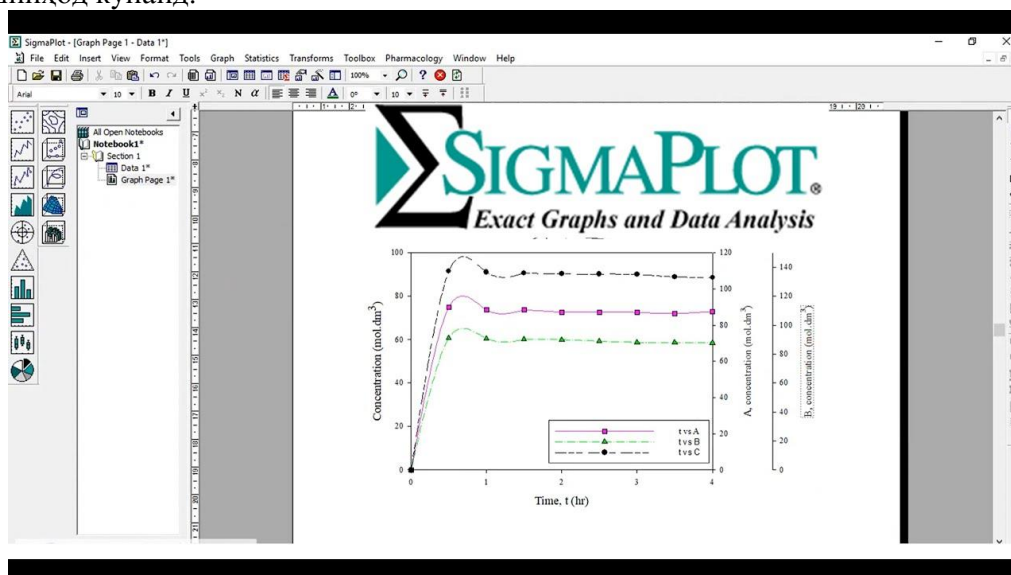
сифати тадқиқоти илмӣ мусоидат намояд.

Таърих ва рушди SigmaPlot ба аввали солҳои 1980 бармегардад, вақте ки он аз ҷониби Jandel Scientific Software дар ИМА таҳия шудааст. SigmaPlot ҳамчун воситаи визуализатсияи маълумотҳо ва таҳлили омӯрӣ барои тадқиқоти илмӣ ва муҳандисӣ сохта шудааст. Бо гузашти айём барнома таҳаввул ёфт ва ба яке аз маъмултарин ҳалли барномавӣ дар соҳаи худ табдил ёфт [17].

Дар тӯли даҳсолаҳо, SigmaPlot таҳаввул ва такмилро идома дода, хусусиятҳои нави илова гардид, фаъолиятро беҳтар ва қобилиятҳои таҳлили маълумотро васеъ намуд. Лаҳзаҳои муҳимми таърихи рушди барнома интишоори версияҳои нави имкониятҳои васеъшудаи диаграмма, қорӣ намудани усулҳои муосири таҳлили маълумотҳо ва нави созиши интерфейси истифодабаранда барои беҳтар кардани қобилии истифода ба ҳисоб меравад.

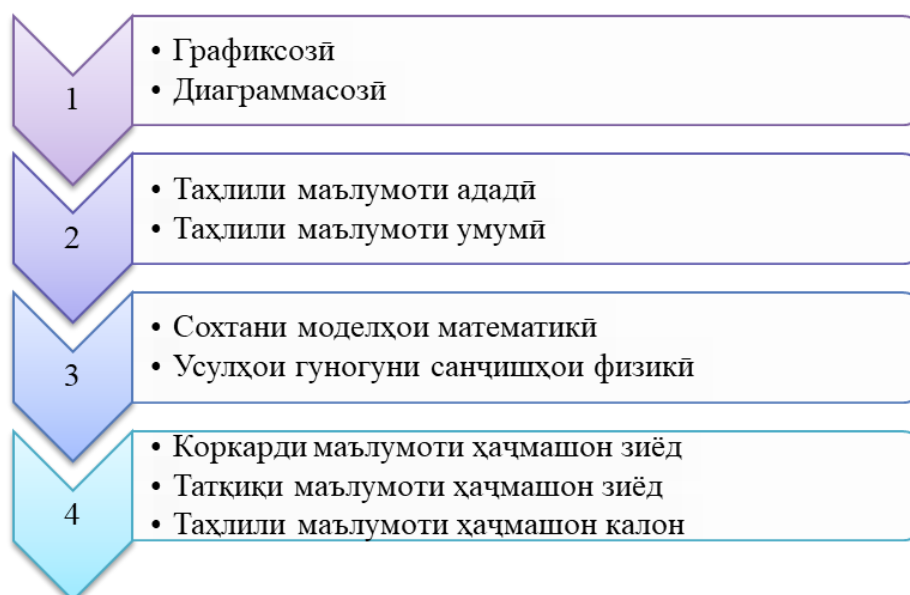
SigmaPlot як воситаи муҳим барои визуализатсияи маълумот ва таҳлили тадқиқот мебошад. Бартариҳои он ба доираи васеи татбиқи он вобаста аст: аз тадқиқоти илмӣ то лоиҳаҳои саноатӣ. SigmaPlot намудҳои гуногуни графикҳо ва диаграммаҳоро пешниҳод мекунад, то ба истифодабарандагон имкон диҳад, ки маълумотро визуалӣ кунанд. Бо таҳлили маълумот ва имконияти омӯрӣ барнома ба муҳаққиқон ва муҳандисон дар қабули қарорҳои оқилона дар асоси натиҷаҳои худ кумак мекунад.

Амсиласозии компютери SigmaPlot доираи васеи асбобҳо ва вазифаҳоро барои визуализатсияи сатҳи баланд таъмин мекунад. Он ба муҳаққиқон имкон медиҳад, ки на танҳо графикҳои асосӣ, аз қабيلي диаграммаҳои хаттӣ, сутунӣ, балки графикҳои мураккабтар, ба мисли графикҳои 3D созад. Бо ин имконият муҳаққиқон метавонанд маълумоти худро дақиқтар ва касбӣ пешниҳод кунанд.



Расми 1. Саҳифаи истифодабарии барномаи Sigma Plot

Истифодаи SigmaPlot бо ҳадафҳои илмӣ ба муҳаққиқони воситаҳои пурқувват барои визуализатсия ва таҳлили маълумот медиҳад. Чанд усуле, ки SigmaPlot дар таҳқиқоти илмӣ истифода мешавад, дар расми 2 оварда шудааст:



Расми 2. Имконияти васеи амсиласозии компютери SigmaPlot

1. Графиксозӣ ва диаграммасозӣ: SigmaPlot доираи васеи имконият барои эҷоди намудҳои гуногуни графикҳо ва диаграммаҳо, аз ҷумла графикҳои хаттӣ, диаграммаҳои сутунӣ, диаграммаҳои доиравӣ, графикҳои 3D ва ғайра пешниҳод мекунад. Ин ба муҳаққиқони имкон медиҳад, ки маълумотро тасаввур кунанд, намунаҳо ва тамоюлро муайян намоянд.

2. Таҳлили маълумот: SigmaPlot воситаҳои гуногуни омӯрӣ ва усулҳои таҳлили маълумотро пешниҳод мекунад, аз қабилӣ t-тестҳо, таҳлили дисперсия, таҳлили коррелятсия ва ғайра. Ин ба муҳаққиқон имкон медиҳад, ки таҳлили амиқи омӯри маълумотро гузаронанд ва аз рӯи натиҷаҳои бадастомада хулосаҳо бароранд.

3. Натиҷаҳои тадқиқотро ба таври визуалӣ намоиш додан: SigmaPlot имкон медиҳад, ки графикҳо ва диаграммаҳои баландсифатро барои дохил кардан ба мақолаҳои илмӣ, рисолаҳо, гузоришҳо ва презентатсияҳо эҷод намоем. Барнома дорои асбобҳои зиёде барои танзими намуди графикҳо, илова кардани эзоҳҳо ва дигар унсурҳо мебошад.

4. Коркарди ҳаҷми калони маълумот: SigmaPlot метавонад ҳаҷми бузурги маълумотро коркард кунад ва бо маълумот аз сарчашмаҳои гуногун, аз ҷумла ҷадвалҳои Excel, файлҳои CSV, файлҳои матнӣ ва дигар форматҳо кор кунад. Ин истифодаи барномаро осон мекунад ва ба пажӯҳишгар имкон медиҳад, ки бо маълумоте, ки аллакай доранд, кор кунанд.

5. Таҳқиқи интерактивии маълумот: SigmaPlot визуализатсияи маълумот ва таҳқиқи муносибатҳои маълумотхоро дар вақти воқеӣ таъмин мекунад. Ин ба тадқиқотчиён имкон медиҳад, ки тамоюл, шаклҳо ва аномалияҳоро дар маълумот зуд муайян кунанд, ки ба онҳо дар қабули қарорҳои оқилона дар асоси таҳлили натиҷаҳо кумак мекунад.

Барои кор бо барномаи Sigma Plot, пеш аз ҳама, онро дар компютери худ насб намудан лозим аст. Азбаски аз сомонаҳои расмӣ барномаро ройгон ба даст овардан ғайриимкон аст, дар ин таҳқиқот намунаи “нашри озмоиширо” истифода мебарем.

SigmaPlot имкони васеъро барои таҳлили маълумот ва визуализатсияи натиҷаҳои тадқиқот дар соҳаҳои гуногун, аз қабилӣ илм, муҳандисӣ, тиб ва ғайра фароҳам меорад. Пас аз насби барнома, ба истифодабарии имконияти барнома бо мисолҳои тадқиқотӣ шуруъ менамоем.

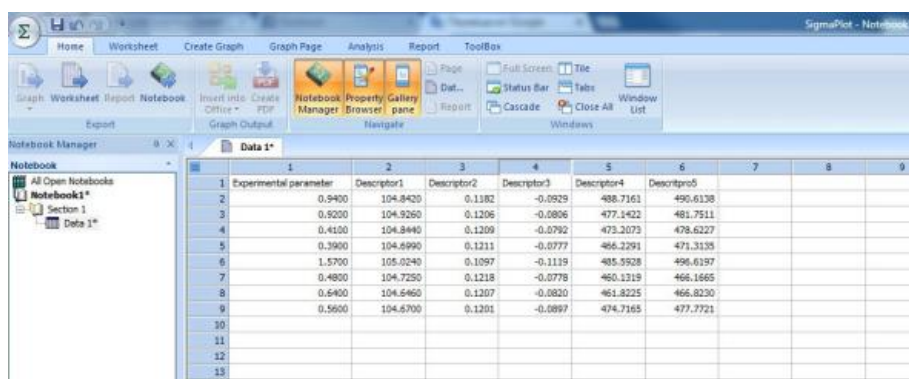
Мисоли таҳлилшаванда ин муносибати хаттии регрессионӣ мебошад. Муносибати одии хаттии регрессионӣ воситаи муфид барои таҳлили пешакии муносибати байни ду тағйирёбанда мебошад. Агар таносуб баланд набошад, эҳтимоли паст гардидани мақсадҳои пешгӯӣ ба миён меояд. Дар ин доира бо назардошти имкони дохил намудани зиёда аз як дескриптори ҳисоббарорӣ барои як модел, равиш ба монанди регрессияи сершумори хаттӣ (MLR) интихоби мувофиқ аст. MLR як усули классикӣ, ки дар он маҷмуи тағйирёбандаҳои мустақил (дескрипторҳо) бо тағйирёбандаи вобастаи мувофиқ (хосияти мушоҳидашуда) алоқаманданд,:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + f \quad (1)$$

ки дар он y тағйирёбандаи вобаста аст, b_n тағйирёбандаи мустақил ва f боқимондаҳо мебошанд (он чизе ки дар модел тавсиф нашудааст).

Аввалин саволе, ки бояд дода шавад, ин аст, ки оё дескриптор бо параметри таҷрибавӣ мувофиқат мекунад? Чавоби возеҳе, ки дарҳол ба сари ҳама меояд, санҷиши R^2 аст ва метавонем барои ин кор Microsoft Excel-ро истифода барем. Ин саволҳо моро водор мекунад, ки барои ҳалли ин мушкилот як параметри дигарро истифода барем. Дар ин ҳолат, як параметр ба монанди арзиши p як варианти мувофиқ аст. Барои муайян кардани он ки оё дескриптори молекулавӣ бо ҳосияти мушоҳидашуда робита дорад, арзиши $p < 0,0X$ -ро истифода бурдан мумкин аст. Арзиши X -ро худамон муайян карда, аммо маъмулан истифодаи $x = 5$ ё 1 қабул карда мешавад, дар ҳоле ки охири як меъёри саҳттар аст. Ин маънои онро дорад, ки эҳтимолияти $100-X\%$ вучуд дорад, ки таносуб аз ҳисоби интихоби тасодуфӣ нест. Барномаи SigmaPlot барои ҳалли ин масъала варианти муносиб аст. Пас метавонем ин қадамҳоро иҷро кунем.

Қадами аввал. Сутунҳоро бо тавсифкунандаҳо ва параметрҳои таҷрибавӣ ба як ҷадвал дар SigmaPlot нусхабардорӣ мекунем.

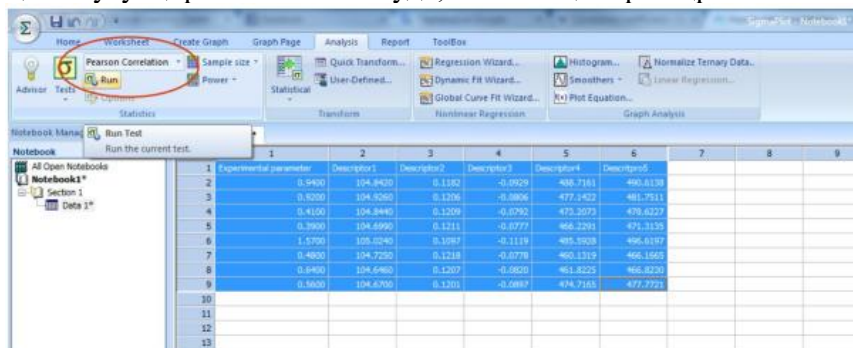


	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Experimental parameter	Descriptor1	Descriptor2	Descriptor3	Descriptor4	Descriptor5			
2	0.9400	104.8420	0.1182	-0.0929	488.7161	490.6138			
3	0.9200	104.9260	0.1206	-0.0806	477.1422	481.7511			
4	0.4100	104.8440	0.1209	-0.0792	473.2073	478.6227			
5	0.3900	104.6990	0.1211	-0.0777	466.2291	471.3135			
6	1.5700	105.0240	0.1097	-0.1119	485.9528	496.6187			
7	0.4800	104.7250	0.1218	-0.0778	460.1319	466.1665			
8	0.6400	104.6460	0.1207	-0.0820	461.8225	466.8230			
9	0.5600	104.6700	0.1201	-0.0897	474.7165	477.7721			
10									
11									
12									
13									

Расми 3. Нусхабардории маълумот ба барномаи Sigma Plot

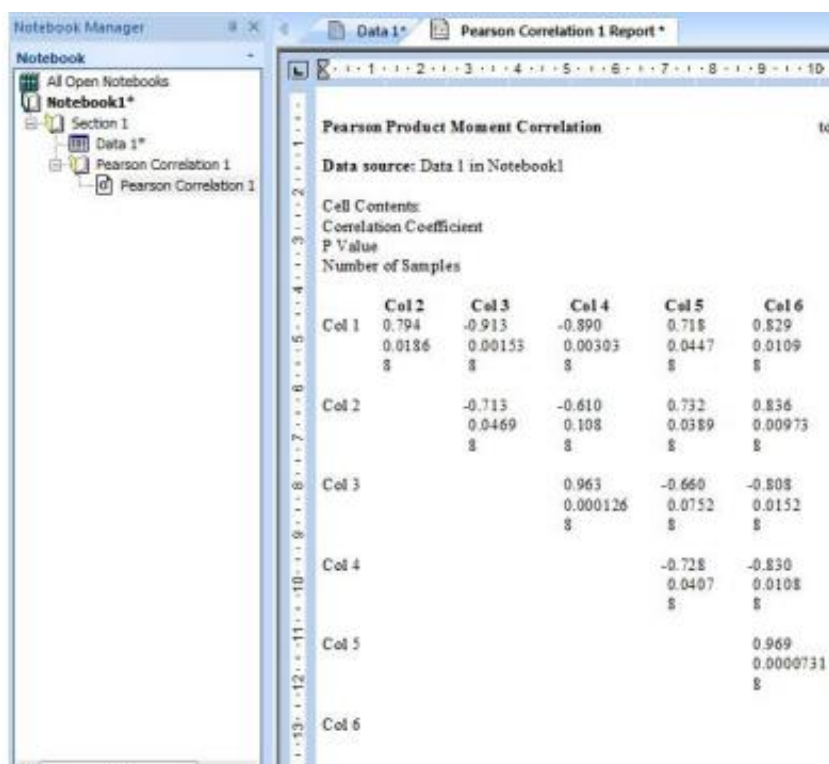
Аслан метавонем чунин файло мустақиман аз ҳуҷҷати Excel созем, аммо дар ин ҳолат ҳама маълумот дар ҳуҷҷат ба формати SigmaPlot табдил дода мешавад.

Қадами дуюм, ҳама сутунҳоро интихоб намуда, сипас таҳлиро иҷро менамоем.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Experimental parameter	Descriptor1	Descriptor2	Descriptor3	Descriptor4	Descriptor5			
2	0.9400	104.8420	0.1182	-0.0929	488.7161	490.6138			
3	0.9200	104.9260	0.1206	-0.0806	477.1422	481.7511			
4	0.4100	104.8440	0.1209	-0.0792	473.2073	478.6227			
5	0.3900	104.6990	0.1211	-0.0777	466.2291	471.3135			
6	1.5700	105.0240	0.1097	-0.1119	485.9528	496.6187			
7	0.4800	104.7250	0.1218	-0.0778	460.1319	466.1665			
8	0.6400	104.6460	0.1207	-0.0820	461.8225	466.8230			
9	0.5600	104.6700	0.1201	-0.0897	474.7165	477.7721			
10									
11									
12									
13									

Расми 4. Интихоби сутунҳо барои таҳлил

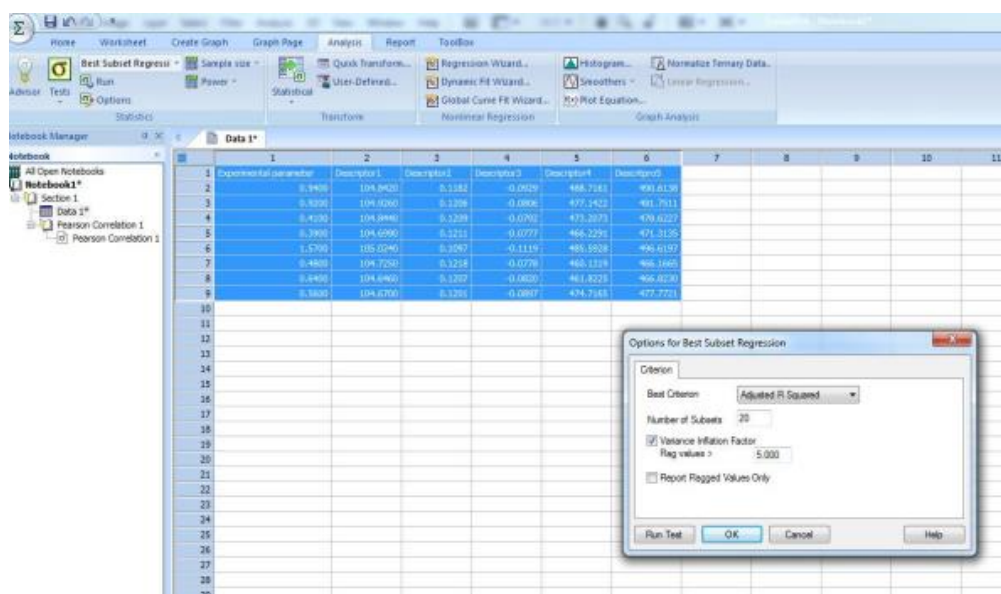


Расми 5. Натиҷаи таҳлили кор дар барнома

R²-ро аз коэффитсиенти коррелятсия (R) ба осонӣ ба даст овардан мумкин аст. Мебинем, ки сутуни 1, параметри таҷрибавӣ бо ҳама тавсифкунандаҳо дар асоси арзиши $p < 0,05$ алоқаманд аст. Ин маънои онро дорад, ки метавонем ба ҳамаи моделҳои MLR оғоз намоем. Азбаски ҳама дескрипторҳо бо параметри таҷрибавӣ алоқаманданд, ҳамаи онҳоро дар оянда истифода хоҳем кард.

SigmaPlot якҷанд усулро пешниҳод мекунад, ки метавонад барои ин мақсад истифода шавад: регрессияи қадам ба пеш, регрессияи қадам ба ақиб ва регрессияи беҳтарини зермаҷмӯъ. Ҳамаи онҳо аст, ки маҷмӯи «беҳтарин»-и тавсифкунандаҳо дар асосҳои омӯри пайдо карда шавад. Минбаъд регрессияи беҳтаринро дар SigmaPlot дида мебароем.

Барои амалӣ кардани ҳамаи регрессионии зермаҷмӯи беҳтарин бояд ҳамаи сутунҳоро интихоб намуда, ба баҳши Analysis – Best Subset – Regression – Run Test гузашта, танзимоти ибтидоиро бо паҳш намудани Options тағйир бояд диҳем.



Расми 6. Интихоби маҷмӯаи беҳтарин

Беҳтарин меъёр ин меъёрист, ки барнома дар асоси он моделро ҳамаҷа мекунад.

Омили таваррум дисперсия, коэффитсиентест, ки чӣ гуна тағйирёбандаҳои мустақил бо ҳамдигар робита доранд, нишон медиҳад. Агар VIF баланд бошад, ин маънои онро дорад, ки робитаи байни дескрипторҳо баланд аст ва он гоҳ таносуб бо параметри таҷрибавӣ метавонад дуруст набошад. Дар бораи он ки меъёри VIF бояд истифода шавад, ақидаҳои гуногун мавҷуданд, аммо дар нихоят ин ба тадқиқот вобаста аст. Дар ин тадқиқот арзиши 4-умро истифода мебарем.

Data source: Data 1 in Notebook1
Using Adjusted R-squared as best criterion.

Variable	Symbol
Col 2	A
Col 3	B
Col 4	C
Col 5	D
Col 6	E

Model #	Variable	Cp	Rsq	Adj Rsq	MSerr	A	B	C	D	E
1	4	4.306	0.980	0.952	0.008	*	*	*	*	*
2	5	6.000	0.982	0.958	0.010	*	*	*	*	*
3	4	7.974	0.947	0.877	0.019	*	*	*	*	*
4	2	10.120	0.893	0.850	0.024	*	*	*	*	*
5	3	10.759	0.905	0.833	0.026	*	*	*	*	*
6	2	12.066	0.875	0.825	0.028	*	*	*	*	*
7	3	11.455	0.899	0.823	0.028	*	*	*	*	*
8	3	12.040	0.893	0.813	0.029	*	*	*	*	*
9	1	14.771	0.834	0.806	0.031	*	*	*	*	*
10	2	14.060	0.858	0.801	0.031	*	*	*	*	*
11	2	14.078	0.858	0.801	0.031	*	*	*	*	*
12	4	12.234	0.909	0.789	0.033	*	*	*	*	*
13	3	13.668	0.879	0.788	0.033	*	*	*	*	*
14	3	13.959	0.876	0.784	0.034	*	*	*	*	*
15	2	16.577	0.836	0.770	0.036	*	*	*	*	*
16	4	13.147	0.901	0.770	0.036	*	*	*	*	*
17	1	19.426	0.793	0.758	0.038	*	*	*	*	*
18	3	15.957	0.859	0.753	0.039	*	*	*	*	*

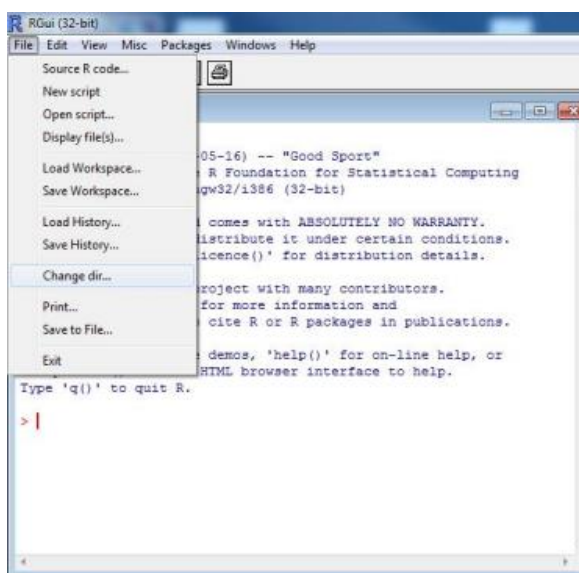
Расми 7. Интихоби маҷмуаи беҳтарин

Model #	Variable	Cp	Rsq	Adj Rsq	MSerr	A	B	C	D	E
7	3	11.455	0.899	0.823	0.028	*	*	*	*	*
8	3	12.040	0.893	0.813	0.029	*	*	*	*	*
9	1	14.771	0.834	0.806	0.031	*	*	*	*	*
10	2	14.060	0.858	0.801	0.031	*	*	*	*	*
11	2	14.078	0.858	0.801	0.031	*	*	*	*	*
12	4	12.234	0.909	0.789	0.033	*	*	*	*	*
13	3	13.668	0.879	0.788	0.033	*	*	*	*	*
14	3	13.959	0.876	0.784	0.034	*	*	*	*	*
15	2	16.577	0.836	0.770	0.036	*	*	*	*	*
16	4	13.147	0.901	0.770	0.036	*	*	*	*	*
17	1	19.426	0.793	0.758	0.038	*	*	*	*	*
18	3	15.957	0.859	0.753	0.039	*	*	*	*	*
19	3	16.047	0.858	0.751	0.039	*	*	*	*	*
20	3	16.050	0.858	0.751	0.039	*	*	*	*	*

Model #	Variable	Coeff.	Std. Error	t	P	VIF
Model # 1	Constant	-402.752	96.698	-4.165	0.025	0.000
	Col 2	4.521	1.969	2.298	0.024	19.222 <
	Col 3	-264.427	52.343	-5.053	0.013	48.311 <
	Col 5	0.225	0.0577	3.894	0.000	337.615 <
	Col 6	-0.303	0.0788	-3.845	0.001	683.376 <
Model # 2	Constant	-427.380	118.843	-3.593	0.000	0.000
	Col 2	4.689	1.257	3.733	0.005	20.412 <
	Col 3	-234.880	107.797	-1.993	0.084	131.065 <
	Col 4	-13.371	24.183	-0.553	0.586	57.229 <
	Col 5	0.208	0.0723	2.869	0.003	409.196 <
	Col 6	-0.287	0.0948	-3.024	0.004	761.107 <
Model # 3	Constant	-400.167	106.750	-3.750	0.000	0.000
	Col 2	4.927	1.711	2.880	0.006	18.987 <
	Col 4	-55.436	18.970	-2.921	0.007	17.689 <
	Col 5	0.0875	0.0564	1.550	0.119	124.530 <
	Col 6	-0.140	0.0848	-1.659	0.106	303.835 <
Model # 4	Constant	-134.918	56.972	-2.369	0.020	0.000
	Col 2	1.191	0.547	2.160	0.033	1.594
	Col 4	-21.965	6.282	-3.496	0.001	1.594

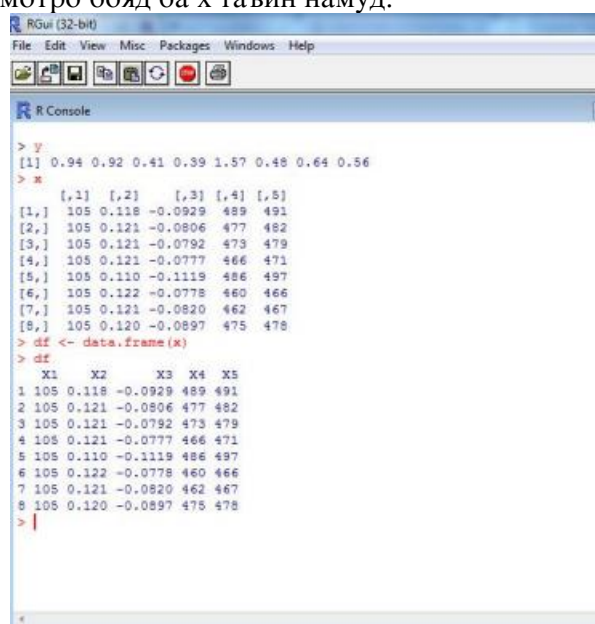
Расми 8. Натиҷаи таҳлили пурраи маълумот

Чи хеле ки дида мешавад, аввалин модели дорои VIF-и кофӣ модели №4 мебошад, гарчанде ки он таносуби баландтаринро нишон наметоҳад. Ин аввалин нуктаи муҳим аст, танҳо ба назар гирифтани таносуб дар модели MLR кифоя нест. Роҳи дигари таҷрибаӣ ҳамаҷузӣ модели MLR ин истифодаи барномаи R аст. Аслан, R забони барномасозӣ аст, ки на танҳо барои омори истифода мешавад. Мисли ҳама забонҳои дигари барномасозӣ, R барои аз худ кардани он вақт лозим аст. Шинос шудан бо R метавонад вақти зиёдро талаб кунад, бинобар ин мехоҳем, ки чӣ тавр иҷро кардани баъзе амалиёти омори бидуни шарҳ додани кори барнома нишон диҳем. Пеш аз ҳама, бояд директори корӣ эҷод кунем: ҳама маълумот аз он ҷо илова карда мешавад ва дар ин директори захира карда мешавад.



Расми 9. Истифодабарии барнома R

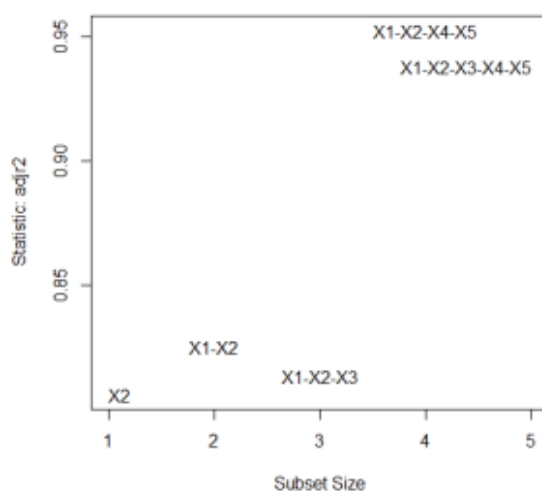
Пас аз анҷом додани амалҳои асосии зарурӣ метавонем таҳлили омори оғоз намоем. Ҳамин тавр, мехоҳем модели MLR-ро пайдо кунем. Медонем, ки ин корро дар SigmaPlot бо истифода аз беҳтарин регрессияи зермаҷмӯӣ иҷро намудаем. Дар R, метавонем ба осонӣ усулҳои дигарро, ба монанди ақиб, пеш, сустҷӯӣ мукамал ва пайдарпай татбиқ намоем. Пеш аз иҷрои ин ҷаҳорҷӯбаи маълумотро бояд ба ӯ таъин намуд:



Расми 10. Таҳлили маълумот бо воситаи барнома R

Акнун ӯ df номида мешавад. Минбаъд барои идомаи кор ба бастаи «leaps» ниёз дорем. Дар ин мисол ҳаракат мекунем, ки сустҷӯӣ баръакс анҷом дода шавад.

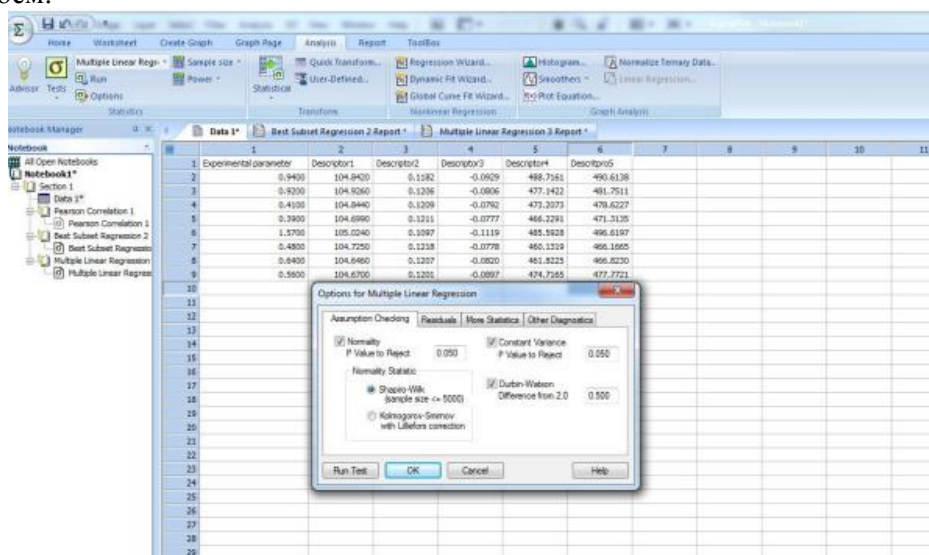
Фармони subsets (leaps, statistic="adjr2") тасвири графיקии натиҷахоро дар асоси R2 тасҳеҳшуда ҳамчун меъёри сустҷӯӣ эҷод мекунад. Метавонем меъёрҳои дигарро истифода барем.



Расми 11. Натиҷаи таҳлили амсилаи регрессионӣ

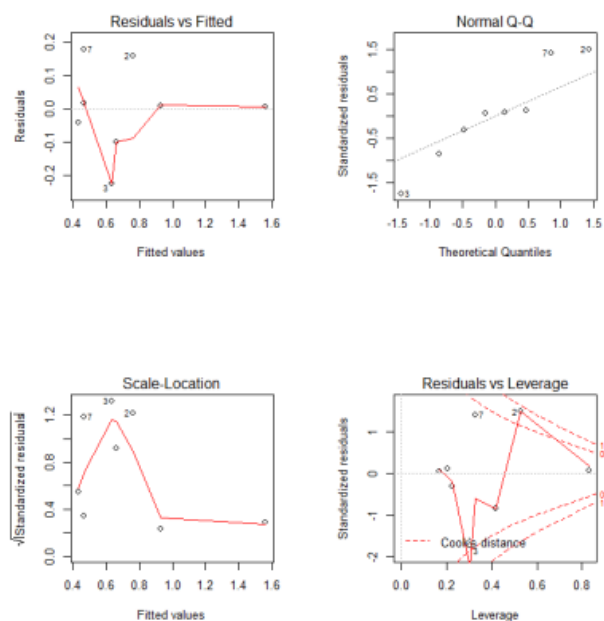
Ҳатто агар як модели ба ҳам алоқамандро пайдо кунем, ин маънои онро надорад, ки он дар пешгӯйиҳо хуб кор мекунад, ки эҳтимол қадами оянда бошад. Аммо ҳатто пеш аз он фарзияҳои зерин бояд тафтиш карда шаванд.

Инро метавон бо роҳҳои гуногун анҷом дод: санҷишҳои ададӣ ва визуалӣ. Яке аз усулҳои санҷиши ададӣ санҷиши Shapiro-Wilk мебошад, ки онро ҳангоми сохтани модели MLR дар SigmaPlot ба осонӣ амалӣ кардан мумкин аст: Таҳлил → Регрессияи чандкаратаи ҳаттӣ → Имконот (барои санҷидани он, ки оё санҷиши Shapiro-Wilk интиҳоб шудааст). Сипас, сутунро бо арзишҳои параметрҳои таҷрибавӣ ва сутунҳоро бо тавсифкунандаҳои ба модел дохилшуда интиҳоб менамоем.



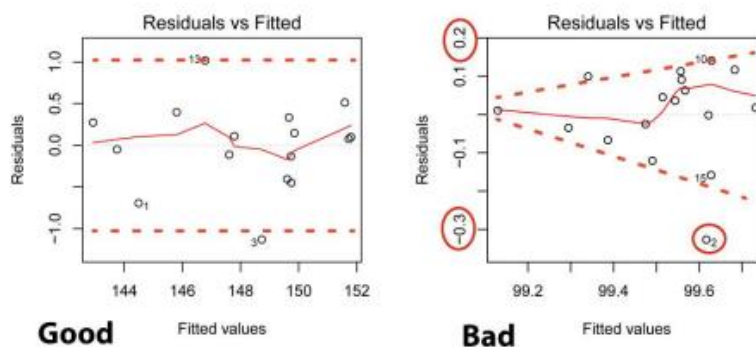
Расми 12. Натиҷаи таҳлили амсилаи регрессионӣ дар муҳити барнома

Дуруст аст, ки дар бораи натиҷаҳо, ки тавассути санҷишҳои ададӣ ба даст оварда шудаанд, баъзе ақидаҳои пессимистӣ мавҷуданд, аммо ҳамеша метавонем диаграммаҳои муқаррарии Q-Q-ро тафтиш намоем. Баъдан R барои ин истифода карда мешавад.



Расми 13. Натиҷаи таҳлили графикӣ дар муҳити SigmaPlot

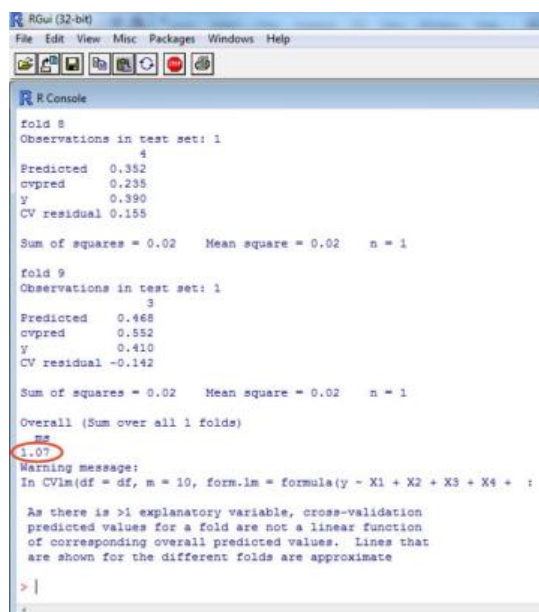
Асосан, ба ду қитъаи ҳатти якум зоҳир карда мешавад. Он чизе ки бояд бо қитъаи муқаррарии Q-Q дошта бошем, хеле равшан аст, аммо дар бораи қитъаи боқимондаҳо чӣ гуфтан мумкин аст? Барои мисол, дар асоси 8 нукта, ки дар расми боло нишон дода шудааст, ягон ҳулосаи боэътимод баровардан душвор аст, аммо бо зиёд шудани шумораи нуктаҳои маълумот осонтар мешавад.



Расми 14. Муқоисакунии натиҷаи таҳлил муҳити SigmaPlot

Пеш аз ҳама, тақсими нуктаҳои маълумот дар ин график бояд якнамуда бошад. Инро дар диаграммаи якуми боло дида метавонем: нуктаҳои маълумот дар атрофи ҳатти сифр баробар тақсим карда мешаванд. Шумораи нуктаҳо дар ҳар ду тараф тақрибан якхела аст. Диапазони арзишҳо барои меҳвари боқимондаҳо $\pm 1,0$ аст. Дар диаграммаи дуюм вазъияти баръаксро мебинем. Бояд қайд кард, ки тақсими нуктаҳо якхела маънои намунавӣ надорад, тавре ки дар диаграммаи дуюм аст. Он бояд бештар тақсими тасодуфӣ бошад.

Илова ба санҷишҳои PRESS ва CV, метавонем Criterion Information Akaike (AIC) -ро санҷем, ки он қобилияти пешгӯии моделҳоро баҳодихӣ мекунад. Барои ин лозим аст, ки бастаи "MASS" -ро ба R зеркашӣ кунем. Бояд дар хотир дошт, ки барои санҷидани AIC бояд аввал модели MLR-ро бо тамоми тавсифи коррелятсия, бар хилофи CV месозем. Дар натиҷа омезиши гуногуни тавсифкунандаҳо хоҳад буд. Чи қадаре ки AIC паст бошад, модели MLR ҳамон қадар беҳтар аст.



Расми 15. Натиҷаи таҳлили пурракардашуда

Ҳама маълумоти дар боло тавсифшуда бояд фаҳмиши асосиро дар бораи тарзи гузаронидани MLR ва чӣ гуна таҳлили моделҳои MLR таъмин мекунанд. Имконияти барномаи SigmaPlot омӯхта шуда, истифодабарии он дар амал татбиқ карда шуданд.

Хулоса, амсиласозии компютери SigmaPlot барномаи пуримкониятест, ки барои визуализатсияи маълумот, графикҳо, таҳлили омӯрӣ ва муаррифии натиҷаҳои тадқиқот пешбинӣ шудааст. Дар ин тадқиқот ба истифодаи барномаи SigmaPlot дар заминаи тадқиқоти илмӣ ва муҳандисӣ таваҷҷуҳ зоҳир намуда, имкониятҳо ва бартарҳои асосии он баррасӣ карда шуд.

Омӯзиши таҳлили маълумот барои рушди ҷомеа ва илми муосир муҳим аст. Натиҷаҳои тадқиқот метавонанд барои такмил додани равандҳои қабули қарорҳо, оптимизатсияи равандҳои тичорат, муайян кардани қонунҳо ва тамоюлҳо дар маълумот ва эҷоди маҳсулот ва хидматҳои нави инноватсионӣ истифода шаванд.

Мавзуи таҳлил ва визуализатсияи маълумот таваҷҷуҳи бештарро ба худ ҷалб мекунад ва ба унсури асосии рақобатпазирӣ дар соҳаҳои гуногуни фаъолият табдил меёбад. Аз ин рӯ, омӯзиши ҳамаҷонибаи ин мавзӯ барои амиқтар дарк кардани принципҳо, усулҳо ва татбиқи он муҳим аст.

Таҳқиқот тасдиқ кард, ки SigmaPlot воситаи пурқувват барои таҳлили додаҳо ва визуализатсияи натиҷаҳо мебошад. Доираи васеи вазифаҳои он ба тадқиқотчиён имкон медиҳад, ки таҳлилҳои гуногуни омӯрӣ гузаронанд ва графикҳои баландсифат созанд.

Таҳлили натиҷаҳо нишон дод, ки SigmaPlot дорои интерфейси интуитивӣ мебошад, ки онро ҳатто барои истифодабарандагоне, ки таҷрибаи камтарини таҳлили маълумот доранд, дастрас мекунад. Ин ба тадқиқотчиён имкон медиҳад, ки ба тафсири натиҷаҳо диққат диҳанд, на омӯзиши асбобҳои мураккаб.

Истифодаи SigmaPlot имкон медиҳад, ки графикҳои баландсифат эҷод намоем, ки воситаи муассири визуализатсияи натиҷаҳо ва барои таҳлил ва тафсир бештар фаҳмо ва дастрас кардани онҳо мебошанд. Барномаи SigmaPlot қобилияти сохтани графикҳо ва ҷадвалҳоеро фароҳам меорад, ки ба талаботи стандартҳои илмӣ мувофиқат мекунанд, ки онро барои омода кардани мавод барои нашр як воситаи зарурӣ мегардонад.

Ҳамин тариқ, тадқиқот тасдиқ кард, ки барномаи SigmaPlot воситаи муассир ва қулай барои таҳлили маълумотҳо ва визуализатсияи натиҷаҳои тадқиқот мебошад, ки онро барои донишҷӯён ва муҳаққиқон дар таҳия ва ҷимояи тадқиқотҳои илмӣ онҳо манбаи арзишманд месозад.

АДАБИЁТ:

1. Григорьева, О.С., & Ильин, А.В. (2014). "Анализ временных рядов с использованием программы SigmaPlot." Материалы научной конференции "Моделирование и анализ временных рядов".

2. Раҳимов, А. А. Такмили самаранокии таълими математикаи олі дар донишгоҳҳои олии техники бо ҷалби амсиласозии компютерӣ / А. А. Раҳимов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2024. – №. 1. – Р. 294-305. – EDN PCOWPK.
3. Рахимов, А. А. Компьютерная система Maple как средство формирования творческой самостоятельности в обучении высшей математике студентов технических вузов в условиях кредитной технологии обучения // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2017. – №. 1-4. – С. 57-60.
4. Рахимов, А. А. Компьютерное моделирование как один из способов повышения эффективности обучения по высшей математике в техническом вузе / А. А. Рахимов // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2023. – Т. 29, № 2. – С. 132-143. – DOI 10.34216/2073-1426-2023-29-2-132-143.
5. Рахимов, А. А. Компьютерное моделирование как условие повышения эффективности обучения высшей математике в техническом вузе / А. А. Рахимов // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2023. – № 4(85). – С. 83-98. – DOI 10.26105/SSPU.2023.85.4.09.
6. Рахимов, А. А. Методика использования математического пакета MAPLE 17 при изучении темы "Производная и ее применение" в курсе высшей математики для студентов технического вуза / А. А. Рахимов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 11. – С. 308-313. – EDN DEDOES.
7. Раҳимов, А. А. Технологияҳои педагогии ташкили кори мустақилонаи донишҷӯён аз ҷанми математикаи олі дар макотиби олии касбии равияи техники / А. А. Раҳимов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2020. – №. 3. – Р. 279-282.
8. Рахимов, А.А. Пути реализации и основные этапы компьютерного моделирования процесса математической подготовки студентов в техническом вузе. Монография [Текст] / А.А. Рахимов. – Худжанд: Технологический парк ТГУПБП 2023.-297 с.
9. Раҳимов, А. А. Методикаи истифодабарии барномаи компютери MAPLE 18 ҳангоми омӯзиши мавзӯи таҳлили математикӣ дар курси математикаи олі барои муҳандисон дар донишгоҳҳои олии техники / А. А. Раҳимов, С. К. Исмоилова // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2021. – №. 7. – Р. 268-277.
10. Раҳимов, А. А. Истифодаи барномаҳои Mathcad ва Multisim дар раванди омӯзиши модели математикӣ функсияҳои мураккаб ва занҷирҳои электрикӣ аз ҷанми математика барои муҳандисон / А. А. Раҳимов, Д. Н. Мирзоев, Н. О. Бобочонова // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2021. – №. 5. – Р. 282-290. – EDN MQDCLA.
11. Селиванова, Э.Т. Методика обучения основам компьютерного моделирования в педагогическом вузе и школе: дисс...канд. пед. наук [Текст] / Э.Т. Селиванова. Новосибирск, - 2000.-144 с.
12. Солодовichenko, Л.Н. Дидактические основы композиционного компьютерно-графического моделирования в подготовке студентов: Автореф. дис. канд. пед. наук. Караганда, 2001. - 26 с.
13. Тарасова, О.А. Методика обучения трехмерному компьютерному моделированию в курсе информатики профильной школы: дис ... канд. пед. наук [Текст] / О.А. Тарасова. СПб.: -2005, -226 с.
14. Умаров, А. А. Методика моделирования процесса нахождения приближенных значений определенного интеграла с помощью формулы прямоугольников с применением программы Javascript / А. А. Умаров, А. А. Рахимов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия гуманитарных и экономических наук. – 2023. – № 1-1(107). – С. 180-185. – EDN CMGAWC.
15. Усманов, З. Д. О вращении материальной точки, движущейся в гравитационном поле по гиперболической орбите // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58. – №. 9. – С. 793-797.
16. Чалилов, Ф. Истифодабарии воситаҳои аёнӣ дар ҳалли масъалаҳо аз статика ва ҷалби барномаҳои ҳисобкунӣ барои ҳосил кардани натиҷаҳо / Ф., У. Аҳмедов, А. А. Умаров [et al.] // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2023. – №. 1. – Р. 306-317. – EDN WGFTOP.

17. Чалилов, Ф. Истифодаи усулҳои гуногуни математикӣ дар ҳалли масъалаҳои физикӣ / Ф. Чалилов, А. А. Рахимов, Ш. Ш. Шодиев, Д. Н. Мирзоев // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2023. – Vol. 2, No. 11. – P. 268-277. – EDN BJTANO.

REFERENCES:

1. Grigorieva, O.S., & Ilyin, A.V. (2014). "Time series analysis using SigmaPlot." Proceedings of the scientific conference "Modeling and analysis of time series"
2. Rahimov A. A. Improving the effectiveness of teaching higher mathematics in higher technical universities with the involvement of computer modeling / A. A. Rahimov // Message from the National University of Tajikistan. - 2024. - No. 1. – P. 294-305. – EDN PCOWPK.
3. Rahimov A. A. The Maple computer system as a means of developing creative independence in teaching higher mathematics to students of technical universities in the conditions of credit education technology // Bulletin of the Tajik National University. Natural Sciences Series. – 2017. – No. 1-4. – P. 57-60.
4. Rakhimov, A. A. Computer modeling as one of the ways to increase the effectiveness of teaching in higher mathematics at a technical university / A. A. Rakhimov // Bulletin of the Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics. – 2023. – T. 29, No. 2. – P. 132-143. – DOI 10.34216/2073-1426-2023-29-2-132-143.
5. Rakhimov, A. A. Computer modeling as a condition for increasing the effectiveness of teaching higher mathematics in a technical university / A. A. Rakhimov // Bulletin of the Surgut State Pedagogical University. – 2023. – No. 4(85). – pp. 83-98. – DOI 10.26105/SSPU.2023.85.4.09.
6. Rakhimov, A. A. Methodology for using the mathematical package MAPLE 17 when studying the topic "Derivative and its application" in a course of higher mathematics for students of a technical university / A. A. Rakhimov // News of Tula State University. Technical science. – 2020. – No. 11. – P. 308-313. – EDN DEDOES.
7. Rahimov, A. A. Pedagogical technologies of organizing independent work of students in the subject of higher mathematics in higher vocational schools of technical development / A. A. Rahimov // Message from the National University of Tajikistan. - 2020. - No. 3. – P. 279-282.
8. Rakhimov, A.A. Ways of implementation and main stages of computer modeling of the process of mathematical training of students in a technical university. Monograph [Text] / A.A. Rakhimov. – Khujand: Technological Park TSUPBP 2023. -297 p.
9. Rahimov, A. A. Methodology of using the computer program MAPLE 18 when studying the subject of mathematical analysis in the course of higher mathematics for engineers in higher technical universities / A. A. Rahimov, S. K. Ismailova // Message from the National University of Tajikistan. - 2021. - No. 7. – P. 268-277.
10. Umarov, A. A. Methodology for modeling the process of finding approximate values of a definite integral using the formula of rectangles using the Javascript program / A. A. Umarov, A. A. Rakhimov // Bulletin of Bokhtar State University named after Nosir Khusrav. Humanities and Economics Series. – 2023. – No. 1-1(107). – pp. 180-185. – EDN CMGAWC.
11. Usmanov Z. D. On the rotation of a material point moving in a gravitational field in a hyperbolic orbit // Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. – 2015. – T. 58. – No. 9. – pp. 793-797.
12. Selivanova E.T. Methods of teaching the basics of computer modeling at a pedagogical university and school: diss... cand. ped. Sciences [Text] / E.T. Selivanova. Novosibirsk, - 2000. 144 p.
13. Rahimov, A. A. The use of Mathcad and Multisim programs in the process of studying the mathematical model of complex functions and electrical circuits from mathematics for engineers / A. A. Rahimov, D. N. Mirzoev, N. O. Bobojonova // Message from the National University of Tajikistan. - 2021. - No. 5. – P. 282-290. – EDN MQDCLA.
14. Solodovichenko JI.H. Didactic foundations of compositional computer-graphic modeling in the preparation of students: Abstract of thesis. dis. Ph.D. ped. Sci. Karaganda, 2001. - 26 p.
15. Tarasova O.A. Methods of teaching three-dimensional computer modeling in the computer science course of a specialized school: dis... cand. ped. Sciences [Text] / O.A. Tarasova. St. Petersburg: - 2005, -226 p.

16. Jalilov F. The use of visual tools in solving problems from statics and the use of calculation programs to obtain results / F., U. Akhmedov, A. A. Umarov [et al.] // Message of the National University of Tajikistan. - 2023. - No. 1. – P. 306-317. – EDN WGFTOP.
17. Jalilov F. Use of various mathematical methods in solving physical problems / F. Jalilov, A. A. Rakhimov, Sh. Sh. Shodiev, D. N. Mirzoev // Message from the National University of Tajikistan. - 2023. - Vol. 2, No. 11. – P. 268-277. – EDN BJTAHO.