DOI: https://doi.org/10.69722/1694-8211-2024-58-183-191
УДК: 004(07):51

Ойчуева Р. Р.*, окутуучу*
rozetta_85@mail.ru
ORCID: 0009-0008-5937-7052
ОшМУ, Ош ш.,
Атабаев С. К.*, ага окутуучу*
atabaev.70@list.ru
ORCID: 0009-0004-3110-8951
М. Адышев атындагы ОшТУ, Ош ш., Кыргызстан

ИНФОРМАЦИЯЛЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ОКУТУУДА МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДИН ОРДУ

Бул жумушта маалыматтык технологияларды окутууда математикалык моделдештирүү методдорун колдонуу технологиялары каралат. Математикалык моделдештирүү жана чечим кабыл алуу методдорунун жардамында чечилүүчү маселелердин типтерин тандоо методикасы сунушталат. Математикалык моделдөө учурдагы маалыматты алда канча компакттуу, структураланган көрүнүштө көрсөтүүгө мүмкүнчүлүк берет, анткени математикалык формулалар учурдагы маселени алда канча кыска, таанымдуу жана эсте каларлык түрдө жазганга мүмкүнчүлүк түзүлөрү каралган. Окуу долбоорлорунда колдонууга мүмкүн болгон дагы бир маанилүү багыт болуп бүгүнкү күндө колдонулуп жаткан электрэнергияга салыштырмалуу эффективдүү болгон альтернативалык энергия булактарын баалоо жана эсептөө саналат. Ошондой эле бүгүнкү коомдогу адамзаттын көбөйүү динамикасын изилдөө да чоң кызыгууну жаратат. Жогоруда саналган долбоорлорду компьютердин жардамында ишке ашырууда PowerSim сыяктуу программалык каражаттардын жардамында коюлган маселенин чечимин табууга, имитациялык моделин түзүүгө, графикалык сүрөттөлүшүн чагылдырууга болот.

Түйүндүү сөздөр: *окутуу, метод, методика, технологиялар, математикалык моделдештирүү, математикалык формулалар, имитациялык моделдештирүү, чечим кабыл алуу, маалыматтык технологиялар, модель.*

Ойчуева Р. Р.*, преподаватель, rozetta_85@mail.ru*
ORCID: 0009-0008-5937-7052
ОшГУ, г. Ош
Атабаев С. К.*, ст. преподаватель*
atabaev.70@list.ru
ORCID: 0009-0004-3110-8951
ОшТУ, г. Ош
Кыргызстан

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

В данной работе рассматриваются технологии использования методов математического моделирования в обучении информационным технологиям. Предложен метод выбора типов решаемых задач с помощью математического моделирования и методов принятия решений. Математическое моделирование дает возможность представить текущую информацию в более компактной, структурированной форме, поскольку математические формулы призваны позволить записать текущую задачу в более сжатой, понятной и запоминающейся форме. Еще одним важным направлением, которое может быть использовано в образовательных проектах, является оценка и расчет альтернативных источников энергии, которые более эффективны, чем используемая сегодня электроэнергия. Большой интерес представляет также изучение динамики воспроизводства человека в современном обществе. При реализации перечисленных выше проектов с помощью компьютера найти решение проблемы, создать имитационную модель и вывести графическое изображение можно с помощью такого программного обеспечения, как PowerSim.

Ключевые слова: *обучение, метод, методика, технологии, математическое моделирование, математические формулы, имитационное моделирование, принятие решений, информационные технологии, модель.*

Oichueva R. R., *lecturer, rozetta 85@mail.ru*
ORCID: 0009-0008-5937-7052
Osh State University, Osh, Kyrgyzstan
Atabaev S. K., *senior lecturer, atabaev.70@list.ru*
ORCID: 0009-0004-3110-8951
Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan

ROLE OF MATHEMATICAL MODEL IN INFORMATION TECHNOLOGY EDUCATION

This paper discusses technologies for using mathematical modeling methods in teaching information technology. A method for selecting the types of problems to be solved using mathematical modeling and decision-making methods is proposed. Mathematical modeling makes it possible to present current information in a more compact, structured form, since mathematical formulas are designed to allow you to write the current problem in a more concise, understandable and memorable form. Another important area that can be used in educational projects is the assessment and calculation of alternative energy sources that are more efficient than the electricity used today. Of great interest is also the study of the dynamics of human reproduction in modern society. When implementing the above projects with the help of a computer, you can find a solution to the problem, create a simulation model and display a graphic image using software such as PowerSim.

Key words: *training, method, methodology, technology, mathematical modeling, mathematical formulas, simulation modeling, decision making, information technology, model.*

Киришүү

Ар кандай баскычтагы финансисттердин, экономисттердин, менеджерлердин жана инженерлердин күндөлүк жумушуна жаңы маалыматтык технологиялардын тездик менен таралышы предметтик талаадагы жакшы даярдыктан өткөн билимдерди эле талап кылбастан, ал технологияларды түрдүү татаалдыктагы социалдык-экономикалык процесстердин жана системалардын моделдерин түзүү үчүн колдоно билүү зарылдыгын

жаратты. “Маалыматтык системалар жана технологиялар”, “Башкаруудагы маалыматтык технологиялар”, “Экономикадагы маалыматтык системалар”, “Маалыматтарды иштетүүнүн автоматташтырылган системалары”, “Компьютердик моделдештирүү” предметтерин окутуудагы тажрыйба көрсөткөндөй, көпчүлүк студенттер учурдагы кырдаалдык маселени чечүүдө ал маселенин кара сөз менен айтылышы жана анын компьютерде аткарылышынын ортосундагы аралыктык этаптын болуу зарылдыгын түшүнүшпөйт. Ошондой болсо да бул аралыктык этап өзүнө эң маанилүү түшүнүктү – математикалык моделдөөнү камтып турат. Математикалык моделдөө учурдагы маалыматты алда канча компакттуу, структураланган көрүнүштө көрсөтүүгө мүмкүнчүлүк берет, анткени математикалык формулалар учурдагы маселени алда канча кыска, таанымдуу жана эсте каларлык түрдө жазганга мүмкүнчүлүк түзүшөт. Экономикалык объектилердин моделин математикалык формулалардын жардамында түзүүдө математиканы колдонуу инженерлерге маселенин кара сөз менен айтылышында кетирилген каталарды табууга жардам берет. Мисалы, туура эмес жыйынтыктын себеби болуп маселенин кара сөз менен жазылган формасындагы алгачкы экономикалык божомолдоолор болушу мүмкүн. Бул математикалык экономиканын моделдерине, ошондой эле жалпы математикалык моделдерге тиешелүү.

С. Гудман жана С. Хидетниеми математикалык моделдөө предметке ориентирленген маселенин кара сөз түрүндө коюлушу менен компьютердин программалык камсыздоосунун ортосундагы “көпүрө” катары кызмат кылат деп белгилешкен [3].

Маселенин текст түрүндө айтылышынан математикалык моделдөө этабын өткөрүп жиберүү менен маселени аткарууга киришүүдө, ал тургай, маселени чечүүнүн даяр шаблону бар болсо да, дээрлик көпчүлүк студенттер ката кетиришерин окутуудагы практика көрсөттү. Кандай гана предметтик талаада болбосун, математикалык моделдөө – аябагандай көп мээнетти талап кылган процесс, анткени бул процесс учурунда төмөндө саналгандарды эске алуу зарыл:

1) башкаруу объектилери көпчүлүк учурда кокустук мүнөздүү көп сандаган параметрлер менен сүрөттөлөт;

2) колдонмо маселелердин чечимин табуу үчүн модель түзүүдө анык бир масштабдагы процесстин же кубулуштун так көчүрмөсүн тургузуу мүмкүн эмес;

3) ишмердүүлүктүн кандай гана түрү болбосун, адамдык фактордун таасири болот, ал эми адамдын иш-аракетин алдын ала айтуу татаал болмок турсун, такыр мүмкүн эмес.

Жогоруда саналган факторлорго карабастан, математикалык моделдештирүү конкреттүү объектилерди, кубулуштарды жана процесстерди талдоого, чарбалык жана өндүрүштүк ишмердүүлүктүн бардык катмарларында башкаруу чечимдерин табууга көмөктөшөт [1, 3-б.].

Маселенин коюлушу.

Инженерияда, башкаруу тармактарында, экономикада моделдерди түзүү моделдештирүүнүн каражаттарына, методдоруна, объектилерине байланышкан ири өзгөчөлүктөргө ээ. Ошондуктан биз бул макаланын алкагында маалыматтык технологияларды окутуудагы чечим кабыл алуу жана математикалык моделдештирүү методдорунун жардамында чечилүүчү маселелердин типтерин тандоо методикасына токтолобуз жана талдайбыз.

А. Математикалык моделдештирүү жана чечим кабыл алуу методдору менен

чечилүүчү маселелердин типтерин тандоо критерийлерин аныктоо. Бул этапта математикалык моделдештирүү жана чечим кабыл алуу методдорун колдонуу менен тигил же бул маселенин тибин тандоо боюнча чечим кабыл алууда төмөндөгүлөргө көңүл буруу менен тандоо критерийлерин аныктоо зарыл: тандоо критерийлери меселенин предметтик талаадагы ордун аныкташы керек жана маселени чечүүнүн жолдорун, маселени түшүнүүгө жеткиликтүү болушун камсыздашы зарыл.

Тигил же бул маселенин тибин тандоо критерийлерин калыптандырып көрөлү:

- предметтик талаадагы маанилүүлүк;
- кесиптик ишмердүүлүктө колдонууда күтүлүүчү эффект;
- маселенин коюлушунун тактыгы жана жеткиликтүүлүгү;
- методдун түшүнүктүүлүгү жанан аны компьютердик реализациялоо мүмкүнчүлүгү;
- чечимди интерпретациялоо мүмкүнчүлүгү;
- маселени коюу жана чечүү методдорунда предметтер аралык байлашнышты колдонуу;
- чечимдин жыйынтыгынын практикалык жана билим берүү жаатындагы баалуулугу.

Математикалык моделдештирүү методун колдонуу менен маселелерди тандоодо колдонулуучу критерийлерди маанилүүлүгүнө жараша иреттейбиз. Математикалык моделдештирүү методун колдонуу кесиптик маселелердин негизги типтеринин чечимдери тууралуу таанышуу мүмкүнчүлүктөрүн жаратат.

Критерийлерди баалоо маалыматтар технологияларын колдонуу менен окутуудагы тажрыйбанын негизинде жүргүзүлөт. Критерийлердин маанилүүлүгүн аныктоо үчүн маалыматтык технологияларды окутууда математикалык моделдештирүү жана чечим кабыл алуу методдорун колдонгон мугалимдерден сурамжылоо жүргүзүлүп, окутуучуларга (*Hi*) критерийлерин маанилүүлүгү боюнча иреттөө сунушталат. Андан соң алынган жыйынтыктардын маанилеринин негизинде салмактык коэффициенттин мааниси эсептелип чыгат. Эксперттик баалоо үчүн беш адис тартылды, талкуулоо процессинде баалоо үчүн жети критерий тандалып алынат. Ошондуктан факторлордун саны f=7, ал эми эксперттердин саны k=5. Андан ары эксперттик баалоону иштетүү жана жыйынтыктоо иштери аткарылат. Критерийдин маанилүүлүгү ага ранг ыйгаруу менен бааланат. Маанилүү деп эсептелген критерий бирге барабар рангга ээ болот. Эксперттик баалоонун маалыматтары 1-таблицада көрсөтүлгөн. Ал таблицанын негизинде рангдардын суммасын талдоо менен эксперттер тарабынан баалоонун натыйжасында критерийлер төмөнкүдөй рангдарга (2- таблица) ээ болот деп жыйынтык чыгарууга болот. Конкордация коэффициентинин жардамында эксперттердин ой-пикирлеринин бири бирине дал келүүчүлүгүн баалайбыз. Ал маани төмөнкү формула менен табылат:

$$W = \frac{S}{k^2(f^3 - f)}$$

Мында S – жолчолордун суммасынын жолчолордун орточо суммасынан болгон айырманын квадраттарынын суммасы.

Биздин учурда S=650, f=7, k=5.

1-таблица. Маселенин тибин тандоо критерийлерин эксперттик баалоонун жыйынтыгы

Маселенин тибин тандоо критерийлери	**Эксп. 1**	**Эксп. 2**	**Эксп. 3**	**Эксп. 4**	**Эксп. 5**

Предметтик талаадагы маанилүүлүк	1	2	1	1	3
Кесиптик ишмердүүлүктө колдонууда күтүлүүчү эффект	2	3	3	2	2
Маселенин коюлушунун жеткиликтүүлүгү жана тактыгы	3	1	2	3	1
Методдун түшүнүктүүлүгү жана аны компьютерде ишке ашыруу мүмкүнчүлүгү	4	4	4	5	4
Кесиптик көз караш менен караганда чечимди интерпретациялоо мүмкүнчүлүгү	5	5	5	4	5
Маселенин коюлушунда жана чечүү методдорунда предметтер аралык байланышты колдонуу	6	6	6	6	6
Чечимдин жыйынтыгынын практикалык жана билим берүүдөгү баалуулугу	7	7	7	7	7

2-таблица. Маселенин типтерин тандоо критерийлеринин рангы

Маселенин тибин тандоо критерийлери	**Рангдардын суммасы**	**Рангдар**
Предметтик талаадагы маанилүүлүк	8	1
Кесиптик ишмердүүлүктө колдонууда күтүлүүчү эффект	10	2
Маселенин коюлушунун жеткиликтүүлүгү жана тактыгы	12	3
Методдун түшүнүктүүлүгү жана аны компьютерде ишке ашыруу мүмкүнчүлүгү	21	4
Кесиптик көз караш менен караганда чечимди интерпретациялоо мүмкүнчүлүгү	24	5
Маселенин коюлушунда жана чечүү методдорунда предметтер аралык байланышты колдонуу	30	6
Чечимдин жыйынтыгынын практикалык жана билим берүүдөгү баалуулугу	35	7

3-таблица. Конкордация коэффициентин эсептөө

Маселенин тибин тандоо критерийлери	**Рангдардын суммасы**	**d**	**d^2**
Предметтик талаадагы маанилүүлүк	8	-12	144
Кесиптик ишмердүүлүктө колдонууда күтүлүүчү эффект	12	-8	64
Маселенин коюлушунун жеткиликтүүлүгү жана тактыгы	10	-10	100
Методдун түшүнүктүүлүгү жана аны компьютерде ишке ашыруу мүмкүнчүлүгү	21	1	1

Кесиптик көз караш менен караганда чечимди интерпретациялоо мүмкүнчүлүгү	24	4	16
Маселенин коюлушунда жана чечүү методдорунда предметтер аралык байланышты колдонуу	30	10	100
Чечимдин жыйынтыгынын практикалык жана билим берүүдөгү баалуулугу	35	15	225
$\sum$	140	650	

$$W = 12\frac{12 * 650}{5^2(7^3 - 7)}$$

Алынган W = 0, 929 жыйынтыгы эксперттердин ой-пикирлеринин дал келүүсү жогорку көрсөткүчтө экендигинен кабар берет.

W конкордация коэффициентинин маанилүүлүгүнө баа берели. Ал үчүн Пирсондун макулдашуу критерийин колдонобуз. Критерийдин маанисин төмөнкү формула менен табабыз:

$$x^2 = \frac{12S}{kf(f+1)^{-f(k-1)W}}$$

x^2 = 5 · (7 - 1) · 0,929 = 27,86

Критерийдин x^2 маанисин таблицада көрсөтүлгөн маани менен k - 1 = 7 - 1 = 6 эркиндик даражасынын саны үчүн жана α = 0,05 маанилүүлүктүн берилген деңгээлинде салыштырабыз. Изделүүчү x^2 маани 12,59159 санына барабар болгон таблицада көрсөтүлгөн мааниден чоң же барабар экендигин көрүүгө болот. Мындан W = 0, 929 конкордация коэффициенти 0,05 маанилүүлүктүн берилген деңгээлинде маанилүү экендиги келип чыгат.

4-таблица. Салмактык коэффициенттерди эсептөө

Жолчолор боюнча рангдардын суммасы	Критерий	Салмак
Предметтик талаадагы маанилүүлүк	8	0,27
Кесиптик ишмердүүлүктө колдонууда күтүлүүчү эффект	12	0,18
Маселенин коюлушунун жеткиликтүүлүгү жана тактыгы	10	0,22
Методдун түшүнүктүүлүгү жана аны компьютерде ишке ашыруу мүмкүнчүлүгү	21	0,10
Кесиптик көз караш менен караганда чечимди интерпретациялоо мүмкүнчүлүгү	24	0,09
Маселенин коюлушунда жана чечүү методдорунда предметтер аралык байланышты колдонуу	30	0,07
Чечимдин жыйынтыгынын практикалык жана билим берүүдөгү баалуулугу	35	0,06
Жалпы	140	1,00

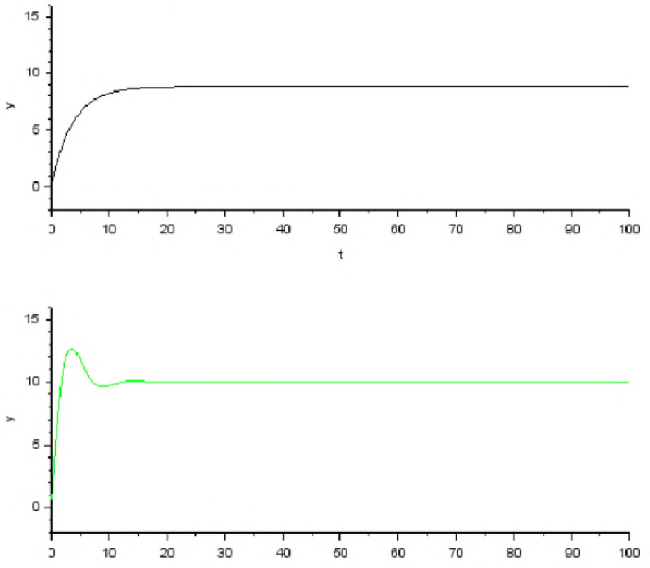
Жыйынтыктарды маанилүүлүгүнө жараша иретке келтирүүдөн критерийлердин салмагын табуу мүмкүнчүлүгү түзүлөт, ал эми критерийлердин салмагы маселени

баалоодо колдонулат. Критерийлердин салмагын жолчолдордун суммасын колдонуу менен табабыз. Критерийдин маанилүүлүгү мааниси 0 жана 1дин ортосунда болгон салмактык коэффициентти мүнөздөйт.

Тигил же бул маселенин тандоо критерийлеринин көптүгүнөн студенттерди кесипке багыттап окутуу жаатындагы практикалык маанилүүлөрү гана талдоо үчүн тандалып алынарын белгилей кетүү керек.

B. Кесиптик маселелерди чечүүдө математикалык моделдештирүү жана чечим кабыл алуу методдорун ишке ашыруучу программалык камсыздоолорду тандоо.

Математикалык моделдештирүү методу илимий таанып билүү чөйрөсүндө алдыңкы орунда турат, бирок ал жаңы маалыматтык технологиялардын өнүгүүсү менен өзгөчө көрүнүшкө жана кенен колдонулушка ээ болду. Жаңы термин – имитациялык моделдештирүү – пайда болду, башкача айтканда, математикалык моделди эсептөө техникаларынын жардамында окуп үйрөнүү жана тургузууга мүмкүнчүлүк түзүлдү.



3-сүрөт. Моделдештирүүнүн жыйынтыгы

И. Ф. Цисардын, В. Г. Неймандын баалоосу боюнча, математикалык моделдерди компьютерде аткаруу чөйрөсүн тандоодо интерфейсти программалоо моделдин өзүн программалоого караганда 5-10 эсе көп эмгекти талап кылат. Бул жыйынтык көпчүлүк учурда математикалык моделдерди ишке ашыруунун каражаты катары Mathlab/Scilab сыяктуу даяр программалык камсыздоолорду тандоого негизги аргумент болуп эсептелет.

Теориялык жана практикалык маселелерди математикалык моделдештирүүнүн каражаттарынын жардамында чечүүнүн баяндалышынын удаалаштыгы төмөнкү принциптер менен аныкталат:

- колдонмо маселенин математикалык коюлушу сандык мисалдар менен коштолот жана компьютерде ишке ашырылышы (аралыктык жана акыркы жыйынтыктарды эске алуу менен) жеткиликтүү баяндалат;

- чечилүүчү колдонмо маселе оптимизацияланган түрдө жана чектелген аркументтердин маанилеринин көптүгүндө графикалык чечимге ээ болот;

- инженердик, башкаруу, экономикалык дисциплиналарда жана компьютердик технологиялардын ортосунда предметтер аралык байланыштар математикалык моделдештирүүнүн жардамында ишке ашырылат.

Лабораториялык жумуштар үчүн маселелерди түзүүдө түрдүү тапшырмалардын топтому катары каралган маселелерди эмес, бир чоң маселенин майда бөлүктөргө бөлүнүшүн тандап алуу зарыл, ошондой эле жыйынтыктардын графикалык сүрөттөлүшүн өз алдынча иллюстрация түрүндө эмес, глобалдык маселенин чечиминин бөлүгү (интервалдык) катары кароого болот [4].

Студенттер сабактын жүрүшүндө таанышуучу чечим кабыл алуу маселелери толук же толук эмес маалыматтка ээ болгон маселелер болушат. Бул учурда маалыматтын толук эместиги адистин тобокелчилик жана аныксыздык шарттарында чечим кабыл алуусун шарттайт. Мындай учурларда имитациялык моделдештирүү методдору колдонулат.

Имитациялык методдун негизи статистикалык сыноо методу болгондуктан, бул методду татаал системаларды изилдөөдө колдонуу эң жогорку эффектилерди берет. Ал эми татаал системалардын иштешине кокустук факторлор сезилерлик таасир этишет. Имитациялык моделдештирүүдө системаны башкаруу үчүн MatLab пакетинин Simulink инструментин колдону максатка ылайыктуу. Simulink сызыктуу, сызыктуу эмес, дискреттик, гибриддик, үзгүлтүксүз системаларды моделдештирүүгө мүмкүнчүлүк берет. Моделдерди тургузуу Simulink библиотекасында сакталган модулдардын жардамында ишке ашырылат. Scilab каражатынын Xcos палитралар блогунун жардамында да имитациялык моделди тургузуу мүмкүнчүлүктөрү бар.

С. Математикалык моделдештирүү методун колдонуу менен маселелердин типтерин тандоо боюнча алынган маалыматтарды талдоо.

Экономикада математикалык моделдештирүүнү долбоордук методдун жардамында окуп үйрөнүү студенттерге өз билимин жана тажрыйбасын түздөн түз практикалык маселелерди чечүү үчүн колдонууга мүмкүнчүлүк түзөт. Долбоордун темаларын тандоо өз алдынча болот жана ал математикалык моделдештирүүнүн жардамында чечилүүчү реалдуу техникалык маселени чагылдырышы керек. Ошондой эле долбоор өндүрүш же башка шарттар тууралуу кенен маалыматты камтыган баяндоодон турат, маселенин мындай коюлушу студенттерге өз алдынча жумуш аткарууда чоң мотивация берет. Математикалык моделдештирүүнүн маанилүү багыты болуп айлана-чөйрөнүн коопсуздук маселелерин чечүү, күтүүлүчү коркунучтардын жана тобокелчиликтердин масштабына баа берүү сыяктуу маселелер каралат. Экологиялык коопсуздукка болгон тобокелчиликтерди баалоо экология үчүн негативдүү таасир берүүлөрдү алдын ала божомолдоого мүмкүнчүлүк түзөт. Экологиялык тобокелчиликтерди математикалык моделдештирүү маселеси системалык мүнөзгө ээ жана Леонтьевдин баланс модели, системалык динамиканын модели, регрессиялык талдоо модели, экологиянын абалын чагылдыруучу сапаттык көрсөткүчтөрдү баалоочу эксперттик методдор сыяктуу түрдүү моделдердин топтомунан турган комплекстүү изилдөөнүн натыйжасында чечилет.

Баштапкы берилгендердин жетишсиздик көйгөйү жана аны чечүү.

Илимий изилдөө учурунда моделдештирүү үчүн маалыматтардын жетишсиздик көйгөйү жаралган учурлар аз эмес. Бүгүнкү күндө бул көйгөй ресамплингдин жардамында чечилет. Башкача айтканда, берилгендердин жетишсиздиги учурунда берилгендердин комбинациясынан көп сандагы кокустук тандоолорду түзүүгө болот. Бул процесс компьютердик каражаттарда рандомдоштуруу жана бутстрап

процедураларынын жардамында ишке ашырылат. Bootstrap процедурасында баштапкы маалыматтардын негизинде көп сандагы псевдотандоолор генерацияланат. Рандомдоштуруу процедурасы да баштапкы берилгендерден башталат, бирок псевдотандоолордун ордуна алар баштапкы берилгендери систематикалык же каалагандай иреттешет жана ар бир учурда тиешелүү статистиканы эсептеп чыгарат.

Жыйынтык.

Жүргүзүлгөн изилдөө көрсөткөндөй, маселени тандоодо предметтик талаадагы маанилүүлүк, маселени келечекте кесиптик ишмердүүлүктө колдонууда техникалык жана социалдык-экономикалык эффективдүүлүк сыяктуу критерийлерге таянууга туура келет. Ошондуктан адистерди сапаттуу даярдоо математикалык моделдештирүүдө маселелердин негизги типтерин окуп үйрөнүүнү талап кылат.

Адабияттар:

1. Орускулов, Т. Р. Информатика: Базалык курс [Текст] / Т. Р. Орускулов, М. У. Касымалиев. - Бишкек: Педагогика, 2003.

2. Мукамбетова, С. А. Информациялык технологияларды колдонуу менен математиканы 4-класста окутуу процессинде математикалык моделдөөнүн мааниси [Текст] / С. А. Мукамбетова // Вестник КГУ им. И. Арабаева. - 2012, - №3.

3. Гателюк, О. В. Численные методы [Текст] / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова - М.: Юрайт, 2019. - 140 с.

4. Глухов, В. В. Математические методы и модели для менеджмента [Текст] / В. В. Глухов, М. Д. Медников, С. Б. Коробко. - СПб.: Изд-во «Лань», 2000.