

УДК: 338.439.02(575.2)

Имаралиев О.Р.

ст. преп. Ошского государственного университета, Кыргызская Республика

Бакытбек к. Б.

магистрант Ошского государственного университета, Кыргызская Республика

ЭКОНОМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭКОНОМИКА-МАТЕМАТИКАЛЫК МЕТОДДОРДУН ЖАРДАМЫНДА МОДЕЛДЕШТИРҮҮ

Бул макалада изилдөөнүн предмети катары экономикалык, математикалык моделдер жана алардын жардамында ар кандай процесстерди моделдештирүү методдору каралган. Изилдөөлөрдүн негизги максаты болуп экономиканын актуалдуу маселелерин, чыгыш-кирешелеринин тактыгын математикалык методдордун жардамында моделдештирүү жолдору, аларды колдонуунун зарыл жана жетишерлик шарттары эсептелет. Макаланын негизинде экономикалык маселени чечүү, эң жогорку эффективдүү натыйжага жетишүү үчүн, чектелген каражат менен, иш-аракеттердин планын, алгоритмин, программасын же моделин түзүү маселеси коюлган. Аны н бирден бир жолу маселени чечүүгө арналган чыгымдарды азайтуу менен, акыл эмгегин пайдаланып, экономикалык-математикалык метод менен моделдештирүү экени каралган. Изилдөөнүн жыйынтыгында бизнес процесстерди, экономикалык маселелерди экономика-математикалык методдордун жардамында моделдештирүү аркылуу чечүү – бизнес чөйрөсүндө, илим чөйрөсүндө да колдонулуучу илимий-методикалык негизделген ыкма катары далилденген.

Негизги сөздөр: экономика-математикалык моделдештирүү; экономикалык процесс; кайра иштетүү; модель; моделдештирүү; экономикалык өнүгүү; регион.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭКОНОМИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В статье как предмет исследования рассматриваются экономические, математические модели и методы моделирования различных процессов с их помощью. Цель статьи основана на актуальных проблемах экономики, способах моделирования точности расходов и доходов с помощью математических методов, необходимых и достаточных условиях их применения. Денег и ресурсов не всегда хватает на решение всех экономических проблем. А для достижения максимально эффективного результата необходимо создание плана действий, алгоритма, программы или модели с ограниченными ресурсами. Единственное решение - смоделировать экономико-математический метод с помощью умственного труда, снизив стоимость решения задачи. В итоге, решение бизнес-процессов, экономических задач путем моделирования с помощью экономико-математических методов - доказано, что это научно и методологически обоснованный подход, который используется в бизнесе и науке.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование; экономический процес; переработка; модель; моделирование; экономическое развитие; регион.

MODELING ECONOMIC PROCESSES BY ECONOMIC AND MATHEMATICAL METHODS

This article deals with economic, mathematical models and methods of modeling various processes using them as a subject of a research. The aim of a research based on the current problems of the economy, ways to model the accuracy of expenditures and income using mathematical methods, the necessary and

sufficient conditions for their application. Funds and resources are not always sufficient to solve all economic problems. Moreover, to achieve the most effective result, it is necessary to create an action plan, algorithm, program or model with limited resources. The only solution is to make a model of the economic-mathematical method using mental labor, reducing the cost of solving the problem. In addition, the solution of business processes, economic problems through modeling with the help of economic and mathematical methods – has proven to be a scientifically and methodologically based approach, which is used in business and science.

Keywords: *economic-mathematical modeling; economic process; processing; model; modeling; economic growth; region.*

Киришүү. Адам өмүр бою биринчи кадамдарынан акыркы демине чейин белгилүү бир чечимдерди кабыл алууга мажбур болот: балалыкта Аяз-Атага кат жазып кандай белек суроо керек, окууга кайда барыш керек, кошумча (же акыркы) акчаны кандайча жакшы жумшаш керек ж.б. Эгер кандайдыр бир чечим кабыл алууну талап кылган кырдаал бир нече жолу кайталанып турса, анда чечим "өзүнөн өзү" чыгат. Эгер кырдаал тааныш эмес болсо же адамда бардык керектүү маалыматтар жок болсо, анда чечим кабыл алуу бир топ татаалдашат. Мындай учурларда, эреже катары, бир нече мүмкүн болгон варианттарды бири-бири менен салыштырып, эң жакшы (же анча коркунучтуу эмес) көрүнгөн вариантты тандап алууга аргасыз болот.

Ал эми **башкаруучулук чечимдер** деп аталуучу чечимдердин андан дагы маанилүү натыйжалары бар. Мындай чечимдерди кабыл алуу үчүн, натыйжага ориентирленген изилдөө маселесин кароо зарылдыгы келип чыгат. Операцияларды изилдөө теориясынан белгилүү болгондой, сандык чечимдерди кабыл алуу изилденип жаткан (иштелип чыккан) системанын иштешинин натыйжалуулук көрсөткүчүнүн жардамында бааланат [1].

Натыйжага ориентирленген маселелердин чечимдерин, алдын ала иштелип чыккан моделдер же жетүү үчүн алдын ала коюлган максаттардын системалаштырылган топтому деп карасак да болот. Анткени, алдын ала моделдештирилген маселелер системасы, көрсөтүлгөн натыйжага жетүү жолдорун, маселени чечүүдө аткаруу процесстеринин кадамдары так көрсөтүлгөн атайын комплекс боло алат.

Мындай комплекстер кесиптик өзгөчөлүккө карап, ар тараптуу, тармактардын маселесин, ар кандай колдонулуштарды колдонуп моделдештирүү болуп бир нече тармактарда каралат. Маселен, билим берүү тармагын системалаштыруу максатында, билим берүү мекемелериндеги башкаруу системасын, мекеменин өнүгүүсүнө таасир берүүчү ички жана сырткы факторлорду анализдөөнү – билим берүүдөгү маркетингдик изилдөө инструментин колдонуп моделдештирсек болот. Ал эми, курулуш тармагында имараттардын акыркы көрүнүшүн атайын үч өлчөмдүү макеттерди жасоочу программалык каражаттардын жардамында моделдештирип көрсөк болот. Ошондой эле, мамлекеттик экономиканын өнүгүүсүнө таасирин тийгизүүчү экономикалык киреше-чыгаша маселелерин, кетирилген чыгымдарга карата келтирилүүчү кирешелерин так эсептөөлөрүн математикалык формулалар аркылуу моделдештирет.

Макаланын негизин ушул экономиканын актуалдуу маселелерин, чыгыша-кирешелеринин тактыгын математикалык методдордун жардамында моделдештирүү жолдору, аларды колдонуунун зарыл жана жетишерлик шарттары түзөт.

Аналитикалык бөлүк. Моделдештирүүнүн математикалык методдору экономикалык маселелерди жана процесстерди талдоонун, экономикалык турмуштагы

байланыштарды чагылдырууга, чарбалык субъектилердин жүрүм-турумун жана экономикалык динамиканы алдын ала айтууга мүмкүнчүлүк берген теориялык моделдерди куруунун эң маанилүү куралы болуп саналат. Математикалык моделдештирүү дүйнөнүн бардык өлкөлөрүнүн окумуштуулары үчүн бирдей түшүнүктүү болгон заманбап экономикалык теориянын тили болуп баратат [2].

Математика чечим кабыл алуу теориясынын негизи катары экономикалык объектилерди жана процесстерди башкаруу (пландаштыруу, божомолдоо, контролдоо) үчүн кеңири колдонулат. Мисалы, Кыргыз Өкмөтү тарабынан иштелип чыккан Кыргыз Республикасынын экономикалык өнүгүүсүн инновациялык модернизациялоонун концепциясынын, Кыргыз Республикасынын социалдык-экономикалык өнүгүүсүнүн божомолдору ретроспективдүү көрсөткүчтөрдүн (инфляциянын динамикасы, ИДП ж.б.) математикалык анализине негизделген жана эконометриканын жана колдонмо статистиканын корреляциялык анализ, регрессиялык анализ, негизги компоненттерди талдоо, фактордук анализ ж.б. ушул сыяктуу бөлүмдөрүнүн жардамы менен курулат [3].

Заманбап экономикалык илимдеги жаңы багыт – экономикалык эксперимент деп аталган нерсени ишке ашыруу, анын маңызы психологиялык факторду (базардын катышуучуларынын күтүүлөрүн) эске алуу менен экономикалык кырдаалды математикалык моделдөө болуп эсептелет [4].

Учурда биздин коомдо болуп жаткан процесстерге карата ар кандай көз караштар бар, бирок алардын эч бири жашоонун экономикалык шарттары бир топ татаалдашып кеткенин тана албайт. Бул кыйынчылыктар экономикада колдонулган математикалык методдорго жаңы кызыгуунун толкундарын жаратпай койбойт. Ошол эле учурда, көптөгөн адамдар мындай учурларда өз интуициясына жана тажрыйбасына таянышат. Демек, экономикалык изилдөөлөрдө математикалык моделдөөлөрдүн ролун баалоо зарыл – анда бардык мүмкүн болгон чечимдерди мүмкүн болушунча толук сүрөттөп, алардын эң жакшысын алдын-ала божомолдоо керек.

Экономикалык маселелерди математикалык моделдөө – улуттук экономиканы, региондун экономикасын, ошондой эле мындай системалардын өз ара аракеттенүүсү сыяктуу интегралдык макроэкономикалык системаларды изилдөөдө колдонулат. Изилдөөнүн бул багыты изилдөөчүгө экономиканы математикалык моделдөөгө жардам берүүчү куралдарды жаратууну, ошондой эле экономиканы жана экономикалык процесстерди математикалык моделдөөдө заманбап эсептөө методдорун жана техникалык системаларды колдонуу ыкмаларын иштеп чыгууну камтыйт [5].

Биздин каражаттар жана ресурстар ар дайым чектелүү. Эң жогорку эффектке жетишүү үчүн, чектелген каражат менен болсо да, иш-аракеттердин планын, алгоритмин, программасын же моделин түзүү керек.

Жеткирүү, сатуу жана транспорттук иш чөйрөсүндө экономика жана менеджменттин милдеттери продукцияны ташуу жана керектөөчүлөрдүн ортосунда бөлүштүрүү процесстерин уюштуруу жана башкаруу болуп саналат. Бул процесстерди оптималдаштыруу үчүн математикалык программалоо моделдери, тармактык жана графикалык моделдер колдонулушу мүмкүн. Ар бир типтеги моделдерди колдонуу көйгөйдүн формулировкасынан жана оптималдаштырылышы керек болгон мүнөздөмөлөрүнөн көз каранды [6].

Транспорттук моделдер математикалык программалоонун атайын классына кирет. Бир тектүү транспорттук маселе – бул, белгилүү бир тектүү продукцияны өндүрүш көлөмү берилген жеткирүү пунктунун акыркы чекитинен белгилүү суроо-талаптын көлөмү берилген керектөө пунктунун акыркы чекитине ташуунун оптималдуу планын табууну талап кылган сызыктуу программалоонун колдонмо маселеси:

- 1) транспорттун жалпы наркын минималдаштыруу;
- 2) жеткирүүнүн ар бир пунктунда продукцияны өндүрүүнүн көлөмүн ашырбастан;
- 3) ар кандай эки жеткирүү жана керектөө пункттарынын ортосунда ташылган продуктунун бирдигин ташуунун белгилүү бир чыгымдарында, керектөөнүн ар бир чекитиндеги керектөөлөрдү толугу менен жабуу.

Сызыктуу критерийдик жана функционалдык чектөөлөрүнөн (жеткирүүлөр, керектөөлөр боюнча сызыктуу чектөөлөр, ошондой эле башкарылуучу өзгөрмөлөрдүн терс эместигинин ачык шартында) берилген маселени чечүү үчүн кадимки сызыктуу программалоонун симплекс-методу колдонулат [7].

Төмөнкү экономикалык маселени моделдөө үчүн математикалык методду колдонуу канчалык натыйжалуу экендигин карап көрөлү: кайра иштеп чыгуучу өндүрүш ишканасы продукция өндүрүү үчүн n жеткирүүчү ишканалардан сырьенун n түрүн алуу керек. Жеткирүү наркы КНСти эске алуу менен, аралыкка жана жол чыгымдарынын наркына эсептелет. Чыгымдардын суммасын минималдуу болушу керек.

Мындай типтеги көйгөйлөрдү чечүү методдорунун бири - экспериментти уюштуруу, бирок анда мүмкүн болгон бардык кырдаалды алдын ала көрүү кыйынга турат. Мындан тышкары, эксперимент олуттуу каржылык чыгымдарды талап кылат. Демек, маселени чечүүдө математикалык моделдештирүү методун колдонуу артыкчылыктуу.

Сырье жеткирүүчүлөрдү аныктоодо эки жагдайды кароого болот:

- 1) дайындоо маселеси (ар бир ишкана сырьенун бир гана түрүн берет жана сырьенун ар бир түрүн бирден гана ишкана камсыз кылат);
- 2) ишкана өзүндө бар болгон сырьенун бардык түрлөрүн берет, бирок бардык эле ишканалар катыша бербейт.

Ушул учурлардын бардыгында критерий сырье ташууга кеткен чыгымдар болот.

Биринчи жагдайдын математикалык моделин түзүп көрөлү. Ал үчүн биз алгач өзгөрүлмөлөрдүн маанисин аныктайбыз: эгерде i -ишкана j -сырьену жеткирип берүү менен камсыз кылса $x_{ij}=1$, эгер жеткирип бере албаса $x_{ij}=0$; $c_{ji} - j$ сырьесун i ишканасынан ташуу чыгымдары. Максаттуу функция төмөнкүдөй көрүнүштө болот:

$$f = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

башкача айтканда, төмөнкүдөй шарттарда чыгымдар минималдуу болот

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

ар бир ишкана сырьенун бир гана түрүн камсыз кылат;

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

сырьенун ар бир түрүн бирден гана ишкана камсыз кылат.

Эгерде коюлган шарттар дал келбей калгандыктан маселе чечилбесе, анда "=" белгилерин " \geq " белгилери менен алмаштырууга болот.

Ал эми экинчи жагдайга карата математикалык модел түзүп көрсөк. Бул үчүн биз өзгөрүлмөлөрдүн маанисин аныктайбыз: эгерде i -ишкана сырьё жеткирип берүү менен камсыз кылса $x_i=1$, эгер жеткирип бере албаса $x_i=0$; ал эми c_i – i ишканасынан сырьё ташуу чыгымдары болот. Анда максаттуу функция төмөнкүдөй көрүнүштө болот:

$$f = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \min, \quad (4)$$

башкача айтканда, төмөнкүдөй шартта чыгымдар минималдуу болот

$$\sum_{i=1}^n x_i \geq 1, i = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

тактап айтканда, ишкана өзүндө бар болгон сырьёну бардык түрлөрүн берет.

Мындай жагдайларда маселени **чыгымдарды минималдаштырууга изилдөө** аркылуу математикалык моделдештирүүнү пайдаланып оптималдуу чечим кабал алууга туура келет. Андыктан жеткирип берүүчү ишканалар менен керектөөчү ишканын суроо талаптарын жана керектөөлөрүн аныктоо керек (1-таблица).

Таблица -1. Жеткирип берүүчү ишканалар менен керектөөчү ишканын керектөөлөрү.

Жеткирип берүүчү ишканалар	Керектөөчү ишканын керектөөлөрү					Сырьёнуун запасы
	Сырьё 1	Сырьё 2	Сырьё 3	Сырьё 4	Сырьё 5	
Ишкана 1	10	7	4	1	4	100
Ишкана 2	2	7	10	6	11	250
Ишкана 3	8	5	3	2	2	200
Ишкана 4	11	8	12	16	13	300
Керектөө деңгээли	200	200	100	100	250	

1-таблицадан көрүнүп тургандай:

- 1) жеткирип берүүчү ишканалардын сырьё жеткирип берүү мүмкүнчүлүгү – алардагы сырьёнуун запасы менен мүнөздөлөт;
- 2) керектөөчү ишканын керектөөлөрү керектөө деңгээли менен мүнөздөлөт;
- 3) жеткирип берүүнүн бирдигине болгон баа (стоимость) сандык маанилер менен көрсөтүлгөн;

Берилгендерди пайдаланып (1) жана (4) формулалардын негизинде маселени минимумга изилдейбиз. Ал үчүн шарт боюнча эң аз баадагы сырьё жеткирип берүүчү ишканын маанисинен карайбыз. Эреже боюнча жолчонун башынан карай маанилерди салыштырып көрөлү. Эң кичине маани б.а. эң арзан баада 1- ишкана 4 сырьёну жеткирип берет. 1-ишканын жеткирип берүү мүмкүнчүлүгү 100гө чейин. 4 сырьёго болгон керектөө деңгээли да 100гө чейин. Демек, 1-ишкана 4 сырьёну жеткирип берүү менен бардык мүмкүнчүлүгүн пайдаланып бүтөт, ал эми 4 сырьёго болгон керектөө канааттандырылып бүтөт (2-таблица).

Таблица – 2. Жеткирип берүүчү ишканалардын керектөөчү ишкананын керектөөлөрүн канаатандыруу мүмкүнчүлүгүнө анализ.

Жеткирип берүүчү ишканалар	Керектөөчү ишкананын керектөөлөрү					Сырьенун запасы
	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3	Сырье 4	Сырье 5	
Ишкана 1	10*0	7*0	4*0	1*100	4*0	100
Ишкана 2	2	7	10	6*0	11	250
Ишкана 3	8	5	3	2*0	2	200
Ишкана 4	11	8	12	16*0	13	300
Керектөө деңгээли	200	200	100	100	250	

Андан ары, ар бир кийинки жеткирип берүүчү ишкананын бар болгон сырьелоруна карата эң аз баада жеткирип берүүлөрүнө анализди улантабыз. Эреже боюнча кийинки жолчодон салыштыруу менен анализдей берсек болот. Жыйынтыгында, ар бир жеткирип берүүчү ишкананын бар болгон сырьелорун жеткирип берүү мүмкүнчүлүктөрү минималдык чыгымга изилденген таблица пайда болот (3-таблица).

Таблица -3. Жеткирип берүүчү ишканалардын керектөөчү ишкананын керектөөлөрүн канаатандыруу мүмкүнчүлүгүнө анализ.

Жеткирип берүүчү ишканалар	Керектөөчү ишкананын керектөөлөрү					Сырьенун запасы
	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3	Сырье 4	Сырье 5	
Ишкана 1	10*0	7*0	4*0	1*100	4*0	100
Ишкана 2	2*200	7*50	10*0	6*0	11*0	250
Ишкана 3	8*0	5*0	3*0	2*0	2*200	200
Ишкана 4	11*0	8*150	12*100	16*0	13*50	300
Керектөө деңгээли	200	200	100	100	250	

(1) формулага карап маселени минималдык чыгымдар методу менен моделдештире турган болсок, i -ишкана сырье жеткирип берүү менен камсыз кылса $x_i=I$, эгер жеткирип бере албаса $x_i=0$; ал эми $c_i - i$ ишканасынан сырье ташуу чыгымдары болот.

$$f = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (c_{i1}x_{i1} + c_{i2}x_{i2} + c_{i3}x_{i3} + \dots + c_{in}x_{in} + \dots)$$

$$= (c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + \dots + c_{1n}x_{1n} + \dots)$$

$$+ (c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \dots) + \dots + (c_{11}x_{11} + c_{n2}x_{n2}$$

$$+ c_{n3}x_{n3} + \dots + c_{nn}x_{nn} + \dots) \rightarrow \min$$

Мында, формулага шарттуу түрдө дал келген маанилерди ишканалардын жеткирип берүү мүмкүнчүлүктөрүнүн таблицасынан (3-таблица) алып коюп эсептеп көрөбүз.

$$f(x)=(0*10+7*0+4*0+1*100+4*0)+(2*200+7*50)+(2*200)+(8*150+12*100+13*50)=4300$$

Демек, ар кандай ишканалардын ар түрдүү сырьелорду жеткирип берүүлөрүндө, эки жагдайды эске алганда да минималдуу чыгым 4300гө барабар болушу керек. Мында жеткирип берүүлөргө кеткен чыгымдар, керектөөлөрдүн көлөмү өзгөрүлмө катары каралат. Алардын маанилерине карап ар кандай жыйынтык чыгышы мүмкүн, бирок бул метод менен чыгымдар минималдаштырылат деп айтса болот.

Жыйынтык

Ар кандай экономикалык процесстерди караганда да анын чыгымдарын минималдаштыруу экономиканын негизги маанилүү параметрлеринин бири болуп эсептелет. Ошондуктан, чыгымдарды минималдаштыруу үчүн жогоруда карап өткөндөй, математикалык методдор менен моделдештирип маселени чечүү жолдорун изилдөө максатка ылайыктуу деп эсептейбиз. Андыктан экономикалык процессти математикалык моделдештирүү үчүн алгач, анын экономикалык моделин даярдап алуу керек.

Колдонулган адабияттар:

1. **Жусупбаева, А.** Экономикадагы операцияларды изилдөөнүн методдору жана моделдери [Текст]: окуу китеби / А. Жусупбаева, Г.Т. Маматкадырова, А.Ж.Аширбаева. – Бишкек, 2008. – 336 б.
2. **Никитина, Л.Н.** Экономико – математическое моделирование транспортировки грузов на промышленных предприятиях [Текст] / Л.Н. Никитина, Е.А. Фурсова // ИННОВАЦИИ.- Москва, 2010.- № 6 (140). – С. 89-93.
3. Стратегия устойчивого развития промышленности Кыргызской Республики на 2019-2023 годы. [Электрондук ресурс]. – Жеткиликтүүлүк режими: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/157190>
4. ИАЦ «Кабар»: Государственная поддержка сельского хозяйства будет продолжена. URL: <http://kabar.kg/news/iatc-kabar-gosudarstvennaia-podderzhka-sel-skogo-khoziaistva-budet-prodolzhena/> (дата: 18.02.2020)
5. **Имаралиев, О.Р.** Экономиканын кайра иштетүү секторунун атаандаштык стратегиясын иштеп чыгуу (Кыргыз Республикасынын түштүк регионунун мисалында) [Текст]: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / О. Р. Имаралиев.- Жалал-Абад, 2021.- 38 с.
6. **Имаралиев, О.Р.** Проблемы регионального развития перерабатывающей экономической сферы Кыргызстана [Текст] / О. Р. Имаралиев // Современные гуманитарные исследования. - Спутник+, 2019. - №2.- С. 14-16.
7. **Анаркулова, М.А.** Операцияларды изилдөөдөгү маселелердин чыгаруу жолдору [Текст] / М.А. Анаркулова // Вестник ОшГУ.- Ош: Билим, 2016.- №3 - 4. – С. 135 - 139.
8. **Имаралиев, О.Р.** Роль маркетинговых исследований и информационных технологий в развитии региональной перерабатывающей промышленности [Текст] / О.Р. Имаралиев, Н.С. Абдумаликова // Наука. Образование. Техника. - Ош: КУУ, 2020. - №1. - С. 65- 69.
9. **Имаралиев, О.Р.** Вклад коммерческих банков в развитии регионов [Текст] / О.Р. Имаралиев, Тологон к. А., Т.Т. Эргешева // Наука. Образование. Техника. - Ош: КУУ, 2020. - №1.- С. 69-72.

DOI:10.54834/16945220_2021_1_110

Поступила в редакцию 03. 02. 2022 г.