кызыгуусун арттырат, алардын техникалык көндүмдөрүн натыйжалуу өнүктүрүүгө кеңири мүмкүнчүлүк берет. Санарип каражаттар визуалдык түшүндүрүүнү жакшыртып, кыймыл-аракеттерди жакшылап анализдөөгө шарт түзөт, окуучулардын өз алдынча иштөөсүн жана жоопкерчилигин өнүктүрөт.

Пайдаланылган адабияттар

1. Чернобровкин Д. В., Волкова Е. В. Волейбол // Наука-2020. – 2021. – №4 (49).
2. Арынбаев Э. К., Каратаев У. Б. Маалыматтык-коммуникациялык технологияларды дене тарбияны окутууда пайдалануу // Вестник Ошского государственного педагогического университета имени А. Мырсабекова. – 2024. – №1 (23). – С. 38–43.
3. Волейбол: учебник для институтов физической культуры / под общ. ред. А. Г. Айриянца. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Физкультура и спорт, 1976.
4. Курбанбаев А. Д., Машарипов Р. Р., Мамутов А. Б., Кощанов А. Е. Особенности применения электронных технологий в волейболе // Теория и практика современной науки. – 2021. – №6 (72).
5. Цахний М. Б. Искусственный интеллект и волейбол: цифровые инструменты в методике обучения // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2026. – №1–2.
6. Ваганова О. И., Гладков А. В., Коновалова Е. Ю., Воронина И. Р. Цифровые технологии в образовательном пространстве // БГЖ. – 2020. – №2 (31).

УДК: 519.86:316.4 **DOI: https://doi.org/10.56122/..v2i2.527**

МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДЕР АРКЫЛУУ АДАМЗАТТЫН КЕЛЕЧЕГИН АЛДЫН АЛА БОЖОМОЛДОО МҮМКҮНБҮ?

Козукеева Айгерим Туголбаевна
ORCID: 0009-0000-4663-8809
Аспирант, ЖАМУ
К.Ш.Токтомаматов атындагы ЭАУнун математика мугалими
Манас шаары, kozukeevaajgerim3@gmail.com
(+996)708122808

МОЖНО ЛИ ПРЕДСКАЗАТЬ БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ?

Козукеева Айгерим Туголбаевна
ORCID: 0009-0000-4663-8809
Аспирант, ЖАМУ
Учитель математики ЭАУ имени К. Ш. Токтомаматов
, kozukeevaajgerim3@gmail.com

IS IT POSSIBLE TO PREDICT THE FUTURE OF HUMANITY USING MATHEMATICAL MODELS?

Aigerim Tugolbaevna Kozukeeva
ORCID: 0009-0000-4663-8809
Postgraduate student, JAMU
International University named after K.Sh.Toktomamatov
Mathematics teacher,
kozukeevaajgerim3@gmail.com

Аннотация

Бул макалада математикалык моделдердин жардамы менен адамзаттын келечегин алдын ала божомолдоо мүмкүнчүлүктөрү каралат. Математикалык моделдердин маңызы, түрлөрү жана ар кандай тармактардагы колдонулушу (климат, демография, эпидемиология, экономика) талданат. Ошондой эле моделдердин артыкчылыктары жана чектөөлөрү, анын ичинде адам фактору, маалымат жетишсиздиги жана хаос теориясы каралат. Изилдөөнүн жыйынтыгында математикалык моделдер келечекти толук так айта албаса да, аны илимий негизде түшүндүрүүгө жана багыттоого жардам берери аныкталды. Бул багыттагы изилдөөлөр мындан ары да өнүгүүсү зарыл.

Ачкыч сөздөр: *математикалык модел, божомолдоо, система, анализ, келечек, илим*

Аннотация

В данной статье рассматриваются возможности прогнозирования будущего человечества с помощью математических моделей. Анализируются сущность, виды и применение моделей в различных областях (климат, демография, эпидемиология, экономика). Также рассматриваются преимущества и ограничения моделей, включая человеческий фактор, недостаток данных и теорию хаоса. В результате исследования установлено, что математические модели не могут точно предсказать будущее, однако позволяют научно обосновать и направлять развитие процессов. Исследования в данном направлении должны и дальше развиваться.

Ключевые слова: *математическая модель, прогнозирование, система, анализ, будущее, наука*

Abstract

This article examines the possibilities of predicting the future of humanity using mathematical models. The essence, types, and applications of models in various fields such as climate science, demography, epidemiology, and economics are analyzed. The advantages and limitations of models, including the human factor, lack of data, and chaos theory, are also discussed. The study concludes that mathematical models cannot fully and accurately predict the future, but they serve as important tools for scientific understanding and guidance. Research in this field should continue to develop.

Keywords: *mathematical model, prediction, system, analysis, future, science.*

Азыркы илим жана технологиянын өнүгүшү адамзаттын келечегин алдын ала божомолдоо маселесин өзгөчө актуалдуу кылууда. Калктын өсүшү, климаттык өзгөрүүлөр, ресурстардын тартыштыгы жана экономикалык туруксуздук сыяктуу факторлор глобалдык деңгээлде талдоону талап кылат. Математикалык моделдер реалдуу дүйнөнүн татаал процесстерин изилдөөнүн негизги куралы катары колдонулат[11]. Айрыкча физикалык-математикалык илимдер табияттагы жана коомдогу процесстерди түшүндүрүүдө, аларды анализдөөгө жана келечектеги өзгөрүүлөрдү алдын ала божомолдоого чоң мүмкүнчүлүктөрдү түзөт. Математика — бул универсалдуу тил катары дүйнөдөгү кубулуштарды так жана логикалык формада сүрөттөп берүүчү курал болуп саналат, ал эми физика бул мыйзам ченемдүүлүктөрдү реалдуу дүйнө менен байланыштырат. Ал эми математикалык анализ реалдуу процесстерди моделдөөнүн негизги куралы болуп саналат [1].

Математикалык моделдер — бул татаал системаларды жөнөкөйлөтүлгөн формада изилдөөгө мүмкүндүк берген эң маанилүү илимий инструменттердин бири. Алар реалдуу дүйнөдөгү процесстерди теңдемелер, функциялар жана алгоритмдер аркылуу сүрөттөп, алардын жүрүшүн алдын ала анализдөөгө шарт түзөт. Мындай моделдердин жардамы менен адамзат аба ырайын алдын ала болжолдой алат, калктын өсүшүн эсептейт, ооорулардын жайылышын көзөмөлдөйт жана экономикалык процесстерди түшүндүрөт.

Акыркы он жылды карай турган болсок, глобалдык көйгөйлөрдүн татаалдыгы өсүп жатат. Климаттын өзгөрүшү, жаратылыш ресурстарынын түгөнүшү, демографиялык

жарылуу, эпидемиялар жана технологиялык өзгөрүүлөр адамзаттын келечегине түздөн-түз таасир этүүдө. Мындай шартта келечекти алдын ала божомолдоо маселеси өзгөчө актуалдуу болуп калды. Бул көйгөйлөрдү чечүүдө математикалык моделдер негизги роль ойнойт, анткени алар ар кандай сценарийлерди түзүүгө жана алардын натыйжаларын салыштырууга мүмкүндүк берет. Бирок, математикалык моделдер канчалык деңгээлде ишенимдүү? Алар чындап эле адамзаттын келечегин так алдын ала айтып бере алабы? Бул суроолор илимде дагы деле талаштуу бойдон калууда. Себеби реалдуу дүйнө өтө татаал жана көп факторлуу система болуп эсептелет. Айрыкча социалдык процесстерде адам фактору чоң роль ойнойт, ал эми адамдын жүрүм-туруму ар дайым эле математикалык мыйзамдарга толук баш ийе бербейт. Мындан тышкары, заманбап илимде «хаос теориясы» деп аталган түшүнүк кеңири барыбызга белгилүү. Ага ылайык, айрым системаларда баштапкы шарттардагы кичинекей өзгөрүүлөр келечекте чоң айырмачылыктарга алып келиши мүмкүн. Бул болсо узак мөөнөттүү божомолдордун тактыгын олуттуу түрдө чектейт. Демек, эң өнүккөн математикалык моделдер да бардык факторлорду толук эске ала албайт. Ошол эле учурда математикалык моделдердин маанисин төмөндөтүүгө да болбойт. Алар толук так болбосо да, илимий негизде ой жүгүртүүгө, процесстердин өнүгүү багытын түшүнүүгө жана туура чечим кабыл алууга жардам берет. Өзгөчө азыркы учурда чоң маалыматтар (Big Data) жана жасалма интеллект технологиялары математикалык моделдөөнүн мүмкүнчүлүктөрүн кеңейтип, алардын тактыгын жогорулатууда.

Бул макаланын максаты — математикалык моделдердин мүмкүнчүлүктөрүн жана чектөөлөрүн талдоо аркылуу адамзаттын келечегин алдын ала божомолдоо маселесин илимий көз караштан карап чыгуу. Изилдөөдө математикалык моделдердин маңызы, алардын колдонулушу жана практикалык мааниси кеңири каралат. Илим жана технологиянын өнүгүшү адамзаттын келечегине болгон көз карашты түп-тамырынан өзгөрттү. Өзгөчө математика жана физика илимдери дүйнөдөгү процесстерди түшүндүрүүдө жана алдын ала божомолдоодо негизги ролду ойнойт. *Математикалык моделдер реалдуу дүйнөдөгү кубулуштарды формалдаштырып, алардын өнүгүү багытын аныктоого мүмкүндүк берет [2]*. Демек, математикалык моделдер — бул реалдуу дүйнөдөгү процесстерди формалдык, математикалык тилде сүрөттөөчү курал экенин жана чыныгы системаларды жөнөкөйлөштүрүп, изилдөөгө жана болжолдоп чечим кабыл алууга мүмкүндүк берет деп эсептесек туура болот. Математикалык моделдин максаты — татаал процессти жөнөкөйлөтүп, аны түшүнүктүү жана изилдөөгө ыңгайлуу кылуу. Модель аркылуу: процессти анализдөөгө, натыйжаны алдын ала божомолдоого, туура чечим кабыл алууга мүмкүн болот. Математикалык моделдердин түрлөрүнө токтоло турган болсок;

- **Детерминисттик моделдер**:Бул моделдерде процесстин жүрүшү толук баштапкы шарттарга көз каранды. Натыйжа алдын ала аныкталат жана эч кандай кокустук факторлор эске алынбайт. Мисалы, механикалык кыймылдын Ньютондун мыйзамдары боюнча эсептелиши детерминисттик моделдерге кирет.
- **Стохастикалык (кокустук) моделдер**: Бул моделдерде натыйжа толук аныкталган эмес, анткени процесс кокустук факторлордон көз каранды. Мисалы, финансылык рыноктун кыймылы же эпидемиянын жайылышы стохастикалык моделдер аркылуу анализделет [2].
- **Статикалык моделдер**: Убакыт фактору каралбайт, система бир учур үчүн гана изилденет. *Мисалы:* бир убактагы экономикалык баланс.
- **Динамикалык моделдер**:Убакыт өтүшү менен өзгөрүүнү көрсөтөт. *Мисалы:* калктын өсүшү.
- **Дискреттик моделдер**:Маалыматтар өзүнчө бөлүнгөн маанилер менен берилет (санактуу).*Мисалы:* окуучулардын саны.
- **Үзгүлтүксүз (континуум) моделдер**:Маалыматтар үзгүлтүксүз өзгөрөт. *Мисалы:* температуранын өзгөрүшү.

Кыскача айтканда, математикалык моделдер процесстин табиятына жараша ар түрдүү болуп, ар кандай маселелерди чечүүгө колдонулат. Физикада да мындай моделдерди

кеңири колдонобуз. Мисалы, механикалык системалардын кыймылы Ньютондун мыйзамдары аркылуу так сүрөттөлөт. Бул математиканын табиятты түшүндүрүүдөгү күчүн көрсөтөт.Ал эми математикалык моделдер илимий изилдөөлөрдө жана практикалык чечимдерди кабыл алууда негизги роль ойнойт. Түрлөрү ар кандай системанын өзгөчөлүгүнө жараша тандалып, анализ жүргүзүүгө шарт түзөт. Аларсыз адамзаттын келечегин илимий негизде талдоо дээрлик мүмкүн эмес. Математикалык моделдердин практикалык мааниси алардын ар кандай тармактардагы колдонулушунда көрүнөт. Алардын жардамы менен татаал процесстерди талдап, келечектеги сценарийлерди алдын ала божомолдоп, илимий негизде чечим кабыл алууга мүмкүнчүлүк түзүлөт. Моделдердин колдонулушу физика, климат, демография, эпидемиология жана экономика сыяктуу ар кыл тармактарда байкалаарлык. Алсак:

- **Климаттык моделдер:**Климаттын өзгөрүшү — глобалдык көйгөйлөрдүн бири. Математикалык моделдер атмосферадагы жана океандагы физикалык процесстерди формалдаштырып, температуранын, жаан-чачындын жана башка метеорологиялык көрсөткүчтөрдүн келечектеги өзгөрүшүн болжолдойт [3]. Мисалы, глобалдык жылуулук моделдери (Global Climate Models, GCMs) көмүртек газдарынын эмиссиясынын климатка таасирин эсептейт. Бул маалымат саясатчыларга жана илимпоздорго экологиялык чараларды алдын ала пландаштырууга жардам берет. Ошондой эле, жергиликтүү климаттык моделдер жаан-чачындын жана суу ресурстарынын келечектеги абалын божомолдойт.
- **Демографиялык моделдер**: Бул калктын санынын, түзүмүнүн жана динамикасынын өзгөрүшүн математикалык ыкмалар аркылуу сүрөттөгөн моделдер. Алар калктын өсүшүн, өлүм-житимди, төрөлүүнү жана миграцияны изилдөөгө мүмкүндүк берет.
- **Эпидемиологиялык моделдер:** Ооруларды алдын ала алдын алуу жана эпидемияны контролдоо үчүн математикалык моделдер абдан маанилүү. SIR моделдери (Susceptible–Infected–Recovered) оорунун жайылышын моделдейт:
- $S(t)$— сезгич адамдар саны
- $I(t)$— инфекцияланган адамдар саны
- $R(t)$— сакайган адамдар саны

Бул моделдер пандемия учурунда стратегияларды түзүүгө, вакцинация жана карантин чараларын пландаштырууга жардам берет [4]. Мисалы, COVID-19 пандемиясында SIR жана SEIR моделдери өлкөлөргө карантин чараларын жана ресурстарды туура бөлүштүрүүгө шарт түзгөн. Ошондой эле, эпидемиологиялык моделдер аркылуу жугуштуу оорулардын жайылышын алдын ала божомолдоо мүмкүнчүлүгү иш жүзүндө далилденген [8].

Экономикалык моделдер: Математикалык моделдер азыркы илимде экономикалык, экологиялык жана социалдык процесстерди талдоо жана келечекти божомолдоо үчүн кеңири колдонулат. Мисалы, экономика жана экология тармагында моделдер ресурстарды пайдалануу жана айлана-чөйрөнүн өзгөрүшүн алдын ала баалоого мүмкүндүк берет, бул туруктуу өнүгүү сценарийлерин иштеп чыгууда маанилүү роль ойнойт [7]. Чындыгында бул рыноктун жүрүм-турумун, баалардын өзгөрүшүн жана макроэкономикалык көрсөткүчтөрдү анализдөөгө колдонулат. Статикалык жана динамикалык моделдер рыноктун багытын болжолдойт, инфляция, инвестиция жана өндүрүш көлөмүн пландоого мүмкүндүк берет. Мисалы, келечектеги экономикалык өсүштүн сценарийлери экономикалык саясатты кабыл алуу алдында моделдер аркылуу бааланат. Бирок экономикада адам фактору чоң роль ойнойт, ошондуктан моделдер болжолдоп, бирок тактык менен натыйжа бербейт.

Физикалык жана инженердик моделдер: Механика, электротехника жана башка инженердик тармактарда математикалык моделдер объекттердин жүрүм-турумун алдын ала божомолдойт. Мисалы, көпүрөнүн конструкциясын долбоорлоодо, абанын агымын симуляциялоодо жана машиналардын динамикасын анализдөөгө колдонулат. Бул моделдер объекттерди коопсуз жана экономикалык жактан оптималдуу долбоорлоого мүмкүндүк

берет.

Компьютердик жана симуляциялык моделдер: Жаңы технологиялар менен компьютердик симуляциялар эң татаал процесстерди виртуалдык шартта моделдөөгө мүмкүнчүлүк түздү. Мисалы, климаттык моделдер, эпидемиялык сценарийлер, чоң маалыматтарды талдоо жана финансылык анализдер компьютердик моделдер аркылуу жүргүзүлөт. Бул моделдер реалдуу шартта байкоо кыйын болгон кубулуштарды виртуалдык эксперимент аркылуу изилдөөгө мүмкүндүк берет.

Математикалык моделдердин негизги максаты — реалдуу процесстердин келечектеги жүрүшүн алдын ала божомолдоо. Бирок бул мүмкүнчүлүк чектелген, анткени дүйнө өтө татаал жана көп факторлуу система. Ошентсе да, моделдер илимий негизде келечекти түшүнүүгө жана туура чечимдерди кабыл алууга жардам берет [1][2].

Ар кандай сценарийлерди түзүү үчүн да математикалык моделдер колдонулат. Бул, өз кезегинде, тобокелдиктерди жана мүмкүнчүлүктөрдү алдын ала баалоого жардам берет. Мисалы:

- Эпидемиологиялык моделдер (SIR, SEIR) COVID-19 пандемиясынын ар кандай сценарийлерин божомолдоп, карантин чаралары жана вакцинация стратегиясын пландаштырууга мүмкүнчүлүк берген.
- Экономикалык моделдер ар кандай экономикалык саясаттын рынокко таасирин салыштырып, оптималдуу вариантты тандоого шарт түзөт.

Бул ыкма «сценарийлөө» деп аталат жана келечекке даяр болуунун эң эффективдүү жолу болуп саналат.

Математикалык моделдер ресурстарды эффективдүү бөлүштүрүүгө мүмкүндүк берет. Мисалы:

- Азык-түлүк жана суу ресурстарын демографиялык прогноздор менен байланыштуу пландоо.
- Энергетикалык моделдер электр энергиясынын жана жаңылануучу ресурстарды келечектеги керектөөнү алдын ала эсептейт.
- Медициналык моделдер оорукана керектөөлөрүн жана дары-дармек запасын алдын ала пландоого жардам берет.

Бул мүмкүнчүлүк коомдун туруктуу жана эффективдүү өнүгүүсүнө чоң салым кошот.

Математикалык моделдер тобокелдиктерди башкаруу жана азайтуу үчүн колдонулат. Мисалы:

- Кризистик экономикалык сценарийлер: моделдер аркылуу рецессиянын мүмкүнчүлүгү жана анын таасири алдын ала бааланат.
- Табигый кырсыктар: суунун деңгээлинин, селдердин жана жер көчкүөлөрдүн моделдери жарандарды коопсуздук чараларын алдын ала көрүүгө жардам берет.
- Пандемиялар: эпидемиологиялык моделдер оорунун жайылышын эсептеп, алдын ала чараларды пландоого мүмкүндүк берет.

Бул методология келечектеги көйгөйлөрдү алдын ала билүүгө жана тобокелдиктерди азайтууга шарт түзөт.

Математикалык моделдер илимий жана практикалык баа берүүдө күчтүү инструмент болсо да, алардын чектөөлөрү жана көйгөйлөрү бар. Бул чектөөлөрдү түшүнүү — келечекти илимий негизде талдоо жана туура чечим кабыл алуу үчүн өтө маанилүү [1][2].

Математикалык моделдер адамзатка келечекти түшүнүү жана илимий негизде божомолдоо мүмкүнчүлүгүн берет. Бирок, моделдерди колдонууда алардын чектөөлөрү жана реалдуу дүйнөнүн татаалдыгы эске алынууга тийиш. Илимий методологиянын негизинде келечекке карата божомолдор:

- **Системалуу анализ.** Математикалык моделдер татаал системаларды бөлүктөрүнө карап анализдөөгө мүмкүнчүлүк берет. Мындай анализ аркылуу ар бир фактордун процесстин өнүгүшүнө тийгизген таасирин баалоого болот.

- **Эксперимент жана симуляция**. Чыныгы дүйнөдөгү эксперименттер кымбат же кооптуу болсо, математикалык моделдер виртуалдык шартта сынап көрүүгө мүмкүнчүлүк түзөт. Бул илимий иликтөөнүн натыйжалуулугун жогорулатат.
- **Прогноздоо жана сценарий түзүү**. Моделдер ар кандай сценарийлерди түзүүгө шарт түзөт, бул келечекке даяр болууга жана тобокелдиктерди алдын ала баалоого жардам берет [1][2].

Ошентип, математикалык моделдер илимий көз караштан келечекти түшүнүүнүн жана илимий негизде чечим кабыл алуунун негизги аспабы болуп саналат.

Илимий божомолдоодо чектөөлөрдү эске алуу да өтө маанилүү

- **Адам фактору** — коомдук жана экономикалык системаларда адамдын күтүлбөгөн жүрүм-туруму моделдин натыйжасын өзгөртөт.
- **Хаос жана начар баштапкы маалыматтар** — баштапкы шарттардагы кичинекей өзгөрүүлөр келечектеги чоң айырмачылыктарга алып келиши мүмкүн.
- **Күтүлбөгөн окуялар** — табигый кырсыктар, пандемиялар жана саясий кризистер моделде эске алынбай калуусу мүмкүн.

Бул чектөөлөр моделдерди абсолюттук жана так божомол катары кабыл албоого үндөйт. Бирок алар илимий негизде багыт көрсөтүүчү инструмент катары маанилүү бойдон калат.

Илимий көз караш аркылуу келечекти баалоо төмөнкү аспектилерди камсыздайт

1. **Объективдүүлүк**. Натыйжалар субъективдүү пикирлерге таянбастан, теңдемелер, алгоритмдер жана эсептөөлөр аркылуу алынат.
2. **Системалуу пландоо**. Процесстердин жана ресурстардын келечектеги өзгөрүшүн алдын ала баалоо, тобокелдиктерди эсепке алуу жана оптималдуу стратегияларды түзүү мүмкүнчүлүгүн берет.
3. **Инновация жана технологиялык прогресс**. Моделдер жаңы технологияларды жана илимий ачылыштарды практикалык колдонууга интеграциялоого шарт түзөт.

Бул жагынан математикалык моделдер жана илимий анализ келечекке карата рационалдуу, пландалган жана туруктуу стратегия түзүүгө мүмкүндүк берет. Илимий көз караш жана математикалык моделдер адамзаттын келечегин алдын ала божомолдоодо күчтүү инструмент болуп саналат. Алар келечектеги процесстердин багытын түшүнүүгө, сценарий түзүүгө, ресурстарды пландоого жана тобокелдиктерди азайтууга жардам берет. Бирок чектөөлөрдү эске алуу менен, моделдерди илимий негизде жана практикалык баа менен кошо колдонуу келечекти туура баалоонун негизги шарты болуп эсептелет. Мындай илимий ыкма адамзатка келечекке даяр болууга жана туруктуу өнүгүүнү камсыздоого шарт түзөт. Математикалык моделдердин жана системалуу ой жүгүртүүнүн жардамы менен келечекке карата рационалдуу, пландалган жана илимий негизделген чечимдер кабыл алуу мүмкүнчүлүгү пайда болот.Жыйынтыктап айтканда, математикалык моделдер адамзаттын келечегин толук так алдын ала айтып бере албайт. Бирок алар келечекти түшүнүүдө, анализдөөгө жана багыттоого мүмкүндүк берет. Илимий негиздеги моделдер глобалдык көйгөйлөрдү чечүүдө маанилүү ролду ойнойт. Демек, келечек толук аныкталбаса да, аны илим аркылуу башкарууга болот. Математикалык моделдер адамзаттын келечегин илимий негизде талдоодо жана божомолдоодо күчтүү инструмент болуп саналат. Изилдөө көрсөтүп тургандай, моделдердин негизги артыкчылыктары төмөнкүлөрдө:

1. ***Системалуу анализ жана структуралоо*** – татаал процесстерди бөлүктөрүнө карап изилдөөгө мүмкүндүк берет.
2. ***Прогноз жана сценарий түзүү*** – келечектеги өзгөрүүлөрдү алдын ала баалоого жана тобокелдиктерди азайтууга жардам берет.
3. ***Ресурстарды пландоо*** – демографиялык, экономикалык, медициналык жана энергетикалык ресурстарды эффективдүү бөлүштүрүүгө шарт түзөт.
4. ***Илимий негизде чечим кабыл алуу*** – натыйжалар объективдүү эсептөөлөргө таянып, туура багытты аныктоого мүмкүнчүлүк берет.

Ошентсе да, математикалык моделдердин чектөөлөрү бар:

- Адам фактору жана социалдык динамика болжолду кыйындатат.

- Хаос теориясы жана баштапкы маалыматтардагы кичинекей өзгөрүүлөр натыйжаларды өзгөртүшү мүмкүн.
- Күтүлбөгөн окуялар (пандемиялар, климаттык кырсыктар, саясий кризистер) моделдерде эске алынбай калат.

Бирок моделдердин колдонулушу менен катар алардын чектөөлөрү да бар, анткени моделдер негизинен жөнөкөйлөтүлгөн система болуп эсептелет жана алар коомдук чечимдерге түздөн-түз таасир эткенде катачылыктарга алып келиши мүмкүн [10]. Бул чектөөлөргө карабастан, математикалык моделдер келечекти илимий негизде түшүнүүнүн жана рационалдуу чечим кабыл алуунун негизги аспабы бойдон калууда. Алар илимий көз караш менен колдонулганда гана максималдуу натыйжа берет. Ошондуктан, келечекти божомолдоо толук тактык менен мүмкүн болбосо да, математикалык моделдер адамзатка келечекке даяр болууга, процесстердин багытын түшүнүүгө жана туруктуу өнүгүүгө жетектөөгө жардам берет. Илимий негизде түзүлгөн моделдер жана системалуу ой жүгүртүү келечекке карата рационалдуу, пландалган жана илимий негизделген чечимдерди кабыл алуунун ключ инструменттери болуп саналат.

Колдонулган адабияттар

1. Stewart, J. Calculus. Cengage Learning, 2015. Формулалар, математикалык анализ, демографиялык өсүш моделдери
2. Bender, E. An Introduction to Mathematical Modeling. Dover, 2000. Математикалык моделдердин түрлөрү, системалуу анализ
3. IPCC. Climate Change Reports, 2021. Климаттык моделдердин колдонулушу, глобалдык жылуулук
4. Kermack, W., McKendrick, A. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics, 1927. Эпидемиологиялык моделдер (SIR/SEIR)
5. Lorenz, E. Deterministic Nonperiodic Flow, 1963. Хаос теориясы жана чектөөлөр
6. Dymnikov, V. P., Filatov, A. N. Mathematics of Climate Modeling. Boston: Birkhäuser, 1997 — фундаменталдык климаттык моделдер боюнча монография, климаттык процесс моделдөө боюнча теориялык жана практикалык маалыматтарды камтыйт.
7. Hritonenko, N., Yatsenko, Y. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment. New York: Springer, 2014 — экономикалык жана экологиялык моделдерди изилдөө үчүн окуу куралы, математикалык моделдердин колдонулушунун практикалык аспектилерин көрсөтөт.
8. Singh, H., Srivastava, H. M., Baleanu, D. (eds.). Methods of Mathematical Modeling: Infectious Diseases. Academic Press, 2022 — биологиялык жана эпидемиологиялык моделдер боюнча илимий басылма, ар кандай оорунун математикалык моделдерин талдайт.
9. Applied Mathematical Modelling (журнал). Elsevier. — колдонмо математикалык моделдөө жаатындагы илимий журнал, инженердик, коомдук жана илимий моделдер боюнча көптөгөн изилдөөлөрдү камтыйт.
10. Saltelli, A., Di Fiore, M. (eds.). The Politics of Modelling: Numbers Between Science and Policy. Oxford University Press, 2023 — математикалык моделдерди коомдук саясат менен байланыштырган заманбап илимий басылма, моделдердин чечим кабыл алууда саясий жана илимий ролун талдайт.
11. Forrester, J. W. (1971). *World Dynamics*. MIT Press.