

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.T.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

ХИДИРОВА ЧАРОС МУРОДИЛЛОЕВНА

**ТАЪЛИМ ТИЗИМЛАРИДА ҲОЛАТЛАРНИ АДАПТИВ
БАҲОЛАШНИНГ МОДЕЛЛАРИ, АЛГОРИТМЛАРИ ВА
ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ**

05.01.04-Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютар тармоқларининг
математик ва дастурий таъминоти

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (Phd)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2019

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Хидирова Чарос Муродиллоевна

Таълим тизимларида ҳолатларни адаптив баҳолашнинг моделлари,
алгоритмлари ва дастурий таъминоти..... 3

Хидирова Чарос Муродиллоевна

Модели, алгоритмы и программное обеспечение адаптивной оценки
ситуаций в образовательных системах..... 21

Khidirova Charos Murodilloyevna

Models, algorithms and software for adaptive assessment of situations in the
educational systems..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.T.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

ХИДИРОВА ЧАРОС МУРОДИЛЛОЕВНА

**ТАЪЛИМ ТИЗИМЛАРИДА ҲОЛАТЛАРНИ АДАПТИВ
БАҲОЛАШНИНГ МОДЕЛЛАРИ, АЛГОРИТМЛАРИ ВА
ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ**

05.01.04-Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг
математик ва дастурий таъминоти

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (Phd)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2019

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/Т447 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетиде бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида (www.tuit.uz) ва «Ziyonet» ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Раджабов Бахтиёр Шарипович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мўминов Баҳодир Болтаевич
техника фанлари доктори, доцент

Рахимов Нодир Одирович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил «___» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темура кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темура кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-65-43.

Диссертация автореферати 2019 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2019 йил «___» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси.)

Р.Х. Хамдамов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Ф.М. Нуралиев

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Х.Н. Зайнидинов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ижтимоий-ташкилий жараёнларнинг фаолиятини баҳолаш масаласи юзага келиб, уларни илмий асосда самарали ечимини топишда ахборот оқимининг қонуниятларини аниқлаш, маълумотлар ва билимларни узатиш, уларни самарали қайта ишлаш, шунингдек ишончилигини адаптив баҳолаш ва қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимларининг математик моделларини тузиш ва дастурий таъминотини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жаҳоннинг етакчи ҳорижий давлатларида, жумладан АҚШ, Япония, Жанубий Корея, Германия, Буюк Британия, Ҳиндистон, Россия Федерацияси, Белоруссия ҳамда Ўзбекистонда салмоқли ишлар олиб борилмоқда.

Жаҳон амалиётида фундаментал усуллар-таснифларни аниқлаш назарияси, маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш ва оптималлаш усуллари асосида мураккаб ахборот тизимлари, жумладан таълим тизимидаги ҳолатларни классификациялаш ва адаптив баҳолаш тизимининг архитектураси, фаолият қонунлари, қўлланиш сценарийларини ва дастурий таъминотларини ишлаб чиқишга доир кўплаб илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан таълим тизимида ҳолатларни адаптив баҳолаш, хусусан сушт формаллаштириладиган мураккаб ахборот тизимлар гуруҳига тегишли бўлган билимларни адаптив назорат қилиш тизимидаги ахборот оқимларининг қонуниятларини аниқлашда уларнинг математик моделлари ва мос дастурий таъминотларини ишлаб чиқиш муҳим илмий-амалий масала ҳисобланади.

Республикамызда ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш мақсадида дастурий маҳсулотларни ишлаб чиқиш, уларнинг хавфсизлигини таъминлаш, маълумотларга ишлов бериш ва ишончилигини баҳолаш, ҳамда уларни амалиётга тадбиқ этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «таълим ва ўқитиш сифатини баҳолашнинг халқаро стандартларини жорий этиш асосида олий таълим муассасалари фаолиятининг сифати ҳамда самарадорлигини ошириш, ... иқтисодиёт, ижтимоий соҳа ва бошқарув тизимида ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда, хусусан таълим тизимида ҳолатларни адаптив баҳолашнинг моделлари, алгоритмлари ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш бугунги кунда муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 30 июндаги ПФ-5099-сон «Республикада ахборот технологиялари соҳасини ривожлантириш учун шарт-

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

шароитларни тубдан яхшилаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон «Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари ва 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сон «Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги кунга қадар таълим жараёни ва тест-назорат тизимини моделлаштириш, алгоритмлаш ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш ва тадбиқ этиш масалалари, жумладан виртуал тест-назорат тизимининг архитектураси ва уни жорий этиш йўналишида ихтисослашган илмий муассасаларда кўплаб олимлар илмий-амалий тадқиқотлар олиб боришган. Жумладан, А.Риос, W.J.Linden, Н.Wainer, F.M.Lord, С.Romero, Р.О.Рагсдале, Б.Ф.Скиннер, Л.А.Растринг, Е.И.Машбиц, Ю.И.Журавлёв, А.П.Свиридов, Л.В.Зайцева, А.В.Соловов, В.С.Аванесов, А.И.Башмаков, Н.О.Прокофьева ишларидан маълумотларнинг интеллектуал таҳлил қилиш, тимсолларни таниб олиш, объектларни синфлаштириш ва таълим жараёнларидаги ҳолатларни моделлаштириш масалалари ўрганиб чиқилди.

Республикада эса бу йўналишда академиклар М.М.Камилов, Т.Ф.Бекмуратов, профессорлар Ш.Х.Фазылов, Н.А.Игнатъев, Н.С.Маматов, Б.Ш.Раджабов, А.Х.Нишанов, О.Ж.Бобомурадов ва бошқаларнинг илмий ишлари маълум.

Ҳозирги кунда мослашувчан виртуал тест-назорат тизимининг архитектураси, унинг дастурий таъминотини тест-назорат топшириқларининг мураккаблик даражасини аниқлайдиган модел ва алгоритмлар асосида турли платформаларда генерацияланувчи, дастурлаш муҳитларининг сўнги версияларида ишлаб чиқиш, компиляторлар ёки операцион тизим даражасида жорий этиш технологияларини яратиш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг №АТД-17-014 «Олий таълим тизимида ўқув жараёнларини виртуаллаштиришнинг дастурий мажмуасини ишлаб чиқиш» (2009–2011), №ИТД-17.БФ-Ф1-007 «Формаллаштирилиши қийин

бўлган информацион структураларда қарор қабул қилишни қўллаб туриш учун маълумотларни тасвирловчи ва қайта ишловчи интеллектуал дастурий техник тизимларини қуришнинг назарий-методик асослари» (2008–2010) ва «IT-Nation» (2018–2021) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади мураккаб ахборот тизимлар туркумига кирувчи таълим ахборот-бошқарув тизими ўқув жараёнида ҳолатларни адаптив баҳолашнинг моделлари ва алгоритмик-дастурий таъминотини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

мураккаб тизимларда ҳолатларни адаптив баҳолашнинг мавжуд усуллари, алгоритмлари, дастурий таъминотларини таҳлил қилиш ва ўқув жараёнлари компоненталари фаолиятини формаллаштириш;

мураккаб тизимларда ҳолатларни адаптив баҳолаш ва таснифлаш масалаларини ечиш учун самарали усул ишлаб чиқиш;

таълим тизими ўқув жараёнидаги ҳолатларни адаптив баҳолашнинг модел ва алгоритмларини ишлаб чиқиш;

адаптив назорат тизими маълумотлар базаси ва ўқув танланмаларни тўғри шакллантириш учун эксперт хулоса сифатини баҳолаш механизми ва дастурий модулини ишлаб чиқиш;

адаптив назорат тизимининг функционал тузилмаси, маълумотлар тузилмаси ва корпоратив тармоқ муҳитида ишлашга мўлжалланган мос алгоритмик дастурий таъминотини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида мураккаб ахборот тизими компонентаси ҳисобланган адаптив тест-назорат жараёни олинган.

Тадқиқотнинг предмети ўқув жараёни қонуниятларини формаллаштирувчи математик модел ва алгоритмлари, объектга йўналтирилган дастурлаш технологиялари ва тармоқ технологиялари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида тизимли таҳлил, мураккаб ахборот тизимларини математик моделлаштириш, тимсолларни аниқлаш, эксперт тизимлари, алгоритмлаш асослари, ахборот тизимларини формаллаштириш, объектга йўналтирилган дастурлаш технологиялари ва тармоқ технологиялари усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

маълумотларни интеллектуал таҳлил қилишда таснифлаш масалаларини ечиш учун сирпанувчи ойналар асосида аппроксимациялашнинг такомиллаштирилган усули ишлаб чиқилган;

сирпанувчи ойна усули асосида мураккаб тизимларда объектлар ҳолатини адаптив баҳолаш моделлари ишлаб чиқилган;

баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари асосида адаптив баҳолаш тизимида экспертлар сифатини баҳолаш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

корпоратив тармоқда ишлашга мўлжалланган тақсимланган виртуал назорат тизими компонентларининг ўзаро таъсир протоколи алгоритми ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

мураккаб информацион тизимлар туркумига кирувчи таълим тизимининг барча босқичларидаги ўқув жараёнларни тизимли таҳлили, уларни ташкил этувчилари орасидаги информацион боғланишларнинг қонуниятларига асосланган математик модел ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

мураккаб ахборот тизимлари учун қарор қабул қилишга кўмаклашиш модулларини ишлаб чиқишда объектлар ҳолатини адаптив баҳолаш масаласини ечиш усули ва дастурий модули ишлаб чиқилган;

ўқув жараёнининг асосий компоненталаридан бири бўлган адаптив тест-назорат тизимининг виртуаллаштиришга қаратилган модел ва алгоритмлар ишлаб чиқилган;

IDEF методологиялари асосида мураккаб тизимларда ҳолатларни адаптив баҳолаш тизимининг функционал ва инфологик тузилмалари ва унинг мос дастурий таъминоти ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги услубий жиҳатдан масаланинг математик қўйилиши ва уни ечишда қўлланилган таниб олиш усул ва алгоритмларининг қатъийлиги, ечилган масалаларнинг назарий ва амалий натижаларга мувофиқлиги, тест функцияси натижалари ҳамда реал амалий соҳаларга тадбиқи натижаларини солиштиришдаги мослиги орқали асосланади. Ишлаб чиқилган дастурий модулларнинг тармоқ муҳитида инициализация қилинганлиги ва уларнинг олий таълимнинг реал секторидаги ўқув жараёнларига тадбиқлари билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мураккаб ахборот тизимларида ҳолатларни адаптив баҳолаш тизимини қуриш учун ишлаб чиқилган усул, модел ва алгоритмлар билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган усул, модел ва алгоритмлар асосида қурилган адаптив баҳолаш тизими, ҳамда унинг самарадорлигини ошириш механизмлари ташкил этилиб, уларни амалиётда қўлланилиши объектлар ҳолатини аниқлашда қарор қабул қилиш жараёни самарадорлигини ошириши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Таниб олиш усуллари ёрдамида мураккаб тизимларда ҳолатларни адаптив баҳолаш масалаларини ечиш мақсадида ишлаб чиқилган модел, алгоритм ва дастурий таъминот асосида:

модул шаклидаги иссиқлик алмаштирувчи радиатор маҳсулотларини ишлаб чиқишда уларнинг ҳолатини баҳолаш ҳамда техник, иқтисодий ва ижтимоий ҳолатларини таҳлил қилиш амалиётида бошқарув қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи Adaptive Assessment дастурий воситаси «Автотракторрадиатор» Ўзбекистон-Россия қўшма корхонасида жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 18 октябрдаги 33-8/7392-сон маълумотномаси). Тадқиқот натижасида корхонада ишлаб чиқарилган модул шаклидаги

иссиқлик алмаштирувчи радиатор маҳсулотларининг иш жараёнидаги ҳолатини аниқлашда қарор қабул қилиш самарадорлиги 10 фоизга ошган ва бу умумий иш фаолиятининг фойдалилик коэффицентини йилига 4–5 фоизга ўсиш имконини берган;

сирпанувчи ойна усули асосида ишлаб чиқилган мураккаб тизимларда ҳолатларни адаптив баҳолаш моделлари ва дастурий модуллари Қашқадарё вилояти ҳокимлиги ҳузуридаги «Ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш маркази» давлат унитар корхонасида ахборотларни қайта ишлаш ва хизмат кўрсатиш объектлари фаолиятини баҳолаш ва таснифлаш масалаларини ҳал этишда жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 18 октябрдаги 33-8/7392-сон маълумотномаси). Ахборотларни қайта ишлаш ва адаптив баҳолаш тизимида хизмат кўрсатиш объектлари фаолияти мониторингини 20–30 фоизга тезкор ўтказиш орқали умумий иш фаолиятининг коэффицентини йилига 4–6 фоизга ўсиш имконини берган;

мураккаб тизимларда ҳолатларни баҳолаш ва унинг натижасида тегишли таҳлил ҳамда бошқариш масалаларининг ечимига қаратилган модел, алгоритм ва дастурий модуллардан фойдаланиб, ташкилотларда мутахассислар билим ва кўникмаларини адаптив баҳоловчи дастурий воситалар ишлаб чиқишда «BePro дастурчилар маркази» ва «DeveloperGroup» МЧЖларда жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 18 октябрдаги 33-8/7392-сон маълумотномаси). Мазкур тадқиқот натижасида ишлаб чиқилган модел ва алгоритмлардан фойдаланиб, дастурий воситалар яратиш натижасида дастурчилар маркази йиллик даромадини 25 фоизга ошишига эришилган;

ўқув жараёнидаги ҳолатларни адаптив баҳолаш, билим олувчиларни объектив баҳолаш ва қобилиятига кўра таснифлаш ҳамда академик кредит тизимида талабаларнинг кейинги босқични танлашларида тўғри қарор қабул қилишда кўмаклашиш модулларига эга дастурий таъминот Тошкент ахборот технологиялари университети ва Чирчиқ давлат педагогика институтида жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 18 октябрдаги 33-8/7392-сон маълумотномаси). Ўтказилган тадқиқот натижалари бўйича ишлаб чиқилган усул, модел ва алгоритмлар асосида қурилган адаптив баҳолаш тизимининг ўқув жараёнларига қўлланилиши анъанавий усулга нисбатан 8–12 фоизга кўпроқ самарали натижага эришиш мумкинлиги асосланган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг назарий ва амалий жиҳатлари 7 та халқаро ва 5 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот мавзуси бўйича 26 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этган илмий нашрларда 9 та илмий мақола, 7

таси республика ва 2 таси хорижий журналларда чоп этилган, ҳамда 3 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация ишининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини жорий қилиш рўйхати, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертация ишининг «**Мураккаб ахборот тизимларида ҳолатларни адаптив баҳолаш масалалари**» деб номланган биринчи бобида мураккаб ахборот жараёнлардаги ҳолатларнинг тизимли таҳлили ва уларнинг дастурий концепцияси, мураккаб ахборот тизими мисолида ўқув жараёнининг модели ва уни виртуаллаштириш масаласи, ҳамда ўқув жараёнининг асосий компоненти бўлган билимларни назорат қилиш ва адаптив баҳолаш тизимларининг таҳлили ва уларни ишлаб чиқиш асослари баён этилган.

Мураккаб информацион тизимларда юз берадиган муаммоли ҳолатлар классификацияси баҳонинг объективлигини таъминлаш учун информацион оқимлардаги маълумотларни адаптив усуллар ва алгоритмларни ва тегишли дастурий таъминотни яратиш заруратини талаб қилади. Жумладан, мураккаб ахборот тизимлари туркумига кирувчи ўқув жараёнининг тизимли таҳлили мустақил ўқув фаолиятини мониторинги ва ўқув самарадорлигини аниқлаш асосида ишлаб чиқишга асосланмалар келтирилган.

Адабиётларда берилган илмий-амалий маълумотларнинг таҳлили шуни кўрсатдики, академик кредит тизимларида ўқув жараёнининг базавий компоненталаридан бири бўлган тест-назорат тизимини интеллектуаллаштириш муҳим аҳамиятга эга. Билим олувчиларнинг билим ва кўникмаларини объектив ва адекват баҳолашда виртуал назорат тизимига адаптивлик хусусиятини киритиш имкониятларини берувчи усуллар, алгоритмлар ва тегишли дастурий таъминот яратиш, уларни жорий этиш замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг долзарб муаммоси эканлиги асосланди ва ушбу ҳолат диссертация ишининг асосий мақсади сифатида шакллантирилди.

Диссертациянинг «**Таълим тизимида ҳолатларни адаптив баҳолаш моделлари**» деб номланган иккинчи бобида ўқув жараёнининг математик моделлари асосида билим олувчи ҳолатини адаптив баҳолаш механизми, билимларни адаптив баҳолашнинг функционал параметрлари, чизиқли-бўлакли аппроксимация усули асосида билимларни адаптив баҳолаш модели, мураккаб тизимларда объектлар ҳолатини адаптив баҳолашда сирпанувчи ойна усули, адаптив назорат тизимида экспертлар сифатини баҳолаш алгори-

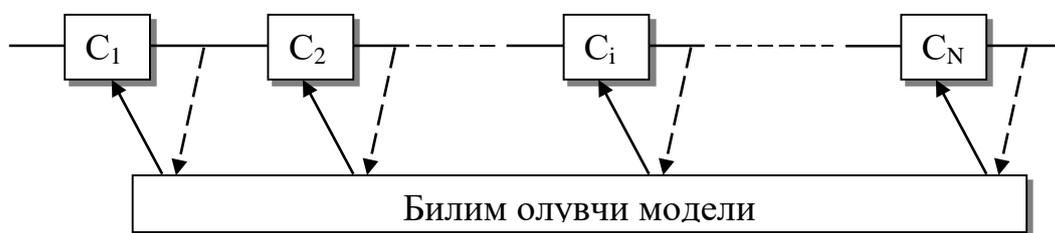
тмлари, ҳамда мураккаб тузилмали ўқув-ахборот тизими тест топшириқларининг ишончилиги ва ҳолатларни баҳолаш мезонлари ишлаб чиқилган.

Таълим тизими, хусусан унинг базавий қисми бўлган ўқув жараёнларини виртуаллаштиришда унинг математик моделини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга. Таълим жараёнининг асосий қисми бевосита билим олувчиларни ўқитиш ҳисобланган ҳолда, унинг математик модели ўқув жараёни моделининг асосий таркибий қисми ҳисобланади. Шунга асосланган ҳолда ўқув жараёнининг асосий поғоналари ва уни бошқаришнинг математик модели таклиф этилди. Ўқув жараёни фаолиятига таъсир қилувчи бир қатор факторлар мавжуд бўлиб, бундай ҳолатларда яратилган моделни мослаштириш талаб этилади. Моделни мослаштириш кўп ҳолларда унинг параметрлари даражасида бажарилиб, у қуйидаги масалани ечиш орқали амалга оширилади:

$$\|f_1(X, U, C) - f(X', U')\| \xrightarrow{C \in D} \min \Rightarrow C^*$$

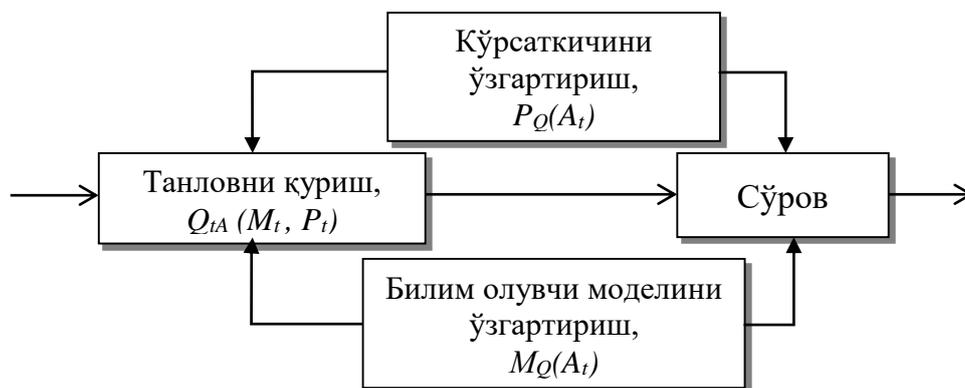
бу ерда, C^* – мослашган модел параметрлари, $C = (c_1, c_2, \dots, c_k)$ – модел параметрлари, D – параметрларнинг ўзгариш соҳаси, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – билим олувчининг (ёки билим олувчилар жамоасининг) бошланғич ҳолати, $U = (u_1, u_2, \dots, u_q)$ – ўқув жараёнига таъсир этувчи ҳолатлар, яъни берилиши режалаштирилган билим ва ахборотлар мажмуаси, X' – билим олувчининг тест-назорат саволларига берган тўғри жавоблари миқдори, U' – билим олувчининг маълумотларни ўзлаштириш натижасида олган билим даражаси.

Ўқув жараёнининг математик моделини ҳосил қилиш ўқув жараёнини формаллаштириш имкониятини берган ҳолда, уни қўйилган мақсад сари бошқариб бориш имконини беради. Ўқув жараёнининг асосий мақсади ўқитиш самарадорлигини оширишдан иборат. Таълим тизимларида билим олувчилар билимини назорат қилиш ўқув жараёнининг самарадорлигини аниқлаш ва таҳлил қилишнинг муҳим омили ҳисобланади. Виртуал ўқув жараёнларида билимни назорат қилиш автоматлаштирилган тест-назорат тизими асосида амалга оширилади. Билимни назоратдан ўтказишнинг умумий схемасини кўриб чиқамиз. Умумий ҳолда назорат, ҳар бир билим олувчи модели асосида қуриладиган, бир неча C_i сеансларда амалга оширилади. Ўз ўрнида сеанслар натижаси моделларни ўзгаришига олиб келади (1-расм).



1-расм. Билимни назорат қилиш ва билим олувчи моделлари сеансларининг ўзаро таъсири

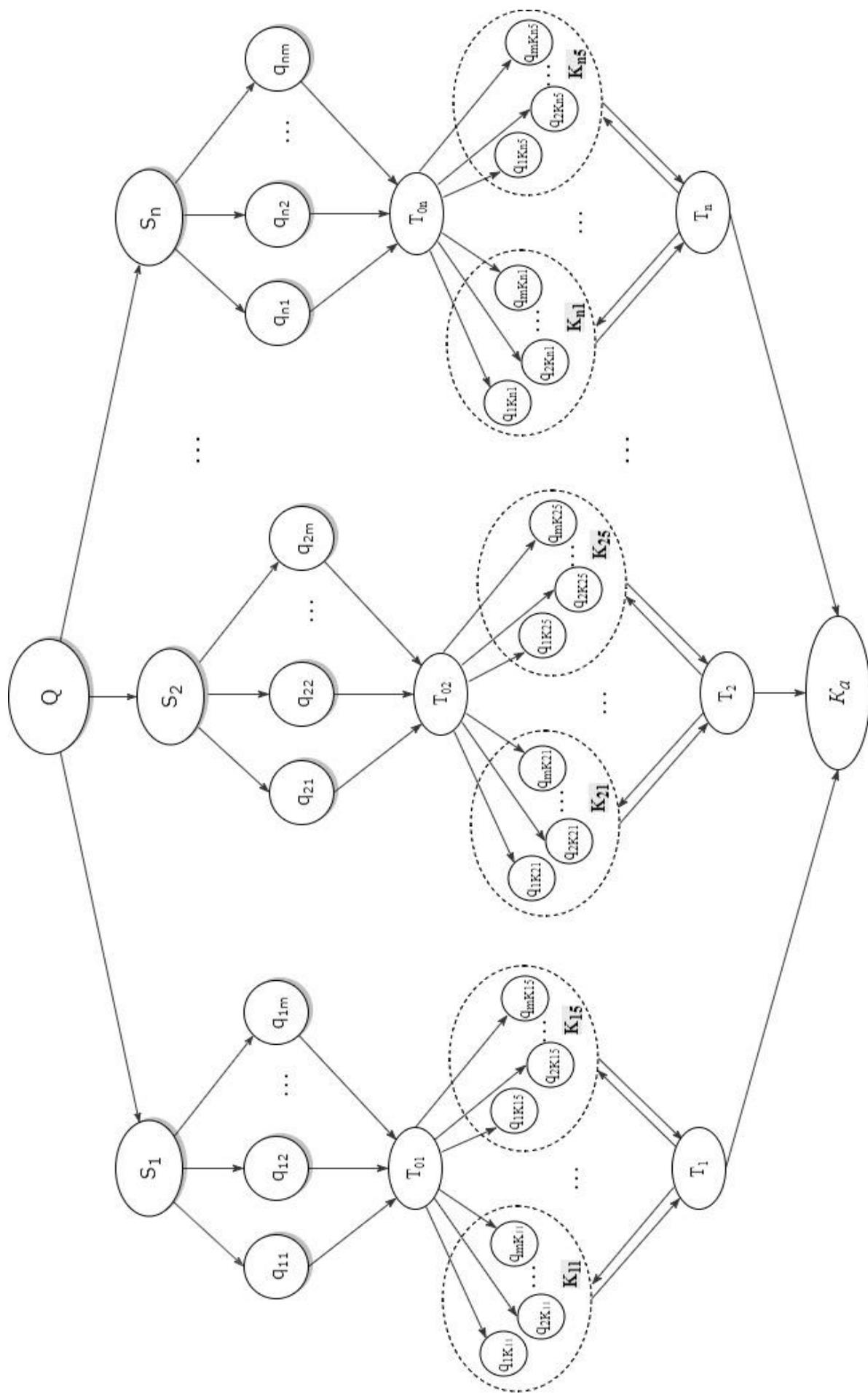
Билимни назорат қилиш сеансини ўтказишнинг умумий схемаси 2-расмда келтирилган.



2-расм. Билимни назорат қилиш сеансини ўтказишнинг умумий схемаси

Q саволлар тўпламидаги назорат топшириғини шакллантириш учун билим олувчига бериладиган тўпلامости саволлари танланади. Буни актуал тўпلام Q_A , $Q_A \in Q$ деб атаيمиз. Аввалдан маълумки, бу тўпلام билим олувчи модели M ва саволлар параметрлари P_Q га боғлиқ. Сўров жараёнида бу тўпلام ўзгаришларга учраши мумкин. Навбатдаги саволга билим олувчи берган жавобига асосан, актуал тўпلامнинг ўзгариши, билим олувчи модели модификацияси ёки саволларнинг бошқа параметрлари берилиши орқали амалга ошириши мумкин. Актуал тўпلام ва билим олувчи жавобига тескари алоқа мавжудлиги назорат ўтказиш вақтида билим олувчига Q_A адаптацияни таъминлайди. Тадқиқот ишида адаптив назорат тизимини шакллантиришда таснифлаш усули билан тест топшириқларининг мураккаблигини аниқлаш механизми ишлаб чиқилган. Тест топшириқларини мураккаблик даражасига кўра таснифлаш жараёни схемаси 3-расмда келтирилган бўлиб, бунда Q – фан соҳаси, S_n – n та фандан назорат топшириқлари фонди, q_{nm} – n чи фандан m та назорат топшириқлари, T_{0n} – n чи фандан ўтказилган бошланғич назорат, $q_{mK_{nl}}$ – n чи фандан K_l - синфга тегишли бўлган m та назорат топшириқлари, T_n – n чи фандан ўтказилган назорат. Ушбу схемада адаптив назорат топшириқларининг мураккаблигини аниқлашда назорат топшириқларининг мураккаблигига қараб таснифлаш жараёни келтирилган бўлиб, таснифлаш бошланғич тестлаштириш натижалари асосида амалга оширилади.

Чизиқли-бўлакли аппроксимациялаш усулидан ўқитиш ёки назорат қилишда баҳолаш ва кўпбосқичли ўқитиш дастуридан ифодалаш усулини танлаш (билим олувчиларни ранжировкалаш) да фойдаланилди. Ушбу усулни амалга ошириш алгоритми, асосан муҳимлиги (z), қийинлиги (d), спецификация (s) дан иборат бўлган дидактик характерларига кўра ўқитиш дастуридаги топшириқларни классификациялашга асосланган. Муҳимлик ва қийинлик характеристикалари учта қийматдан (минимал, ўртача ва максимал) бирини қабул қилади, спецификация эса тўртта қийматдан (“аниқлаш”, “қуриш”, “мисол”, “қоида” туридаги топшириқлар) бирини қабул қилади. Шунга кўра, ҳар бири ўзининг вазнлилик коэффициентига кўра, мос равишда топшириқларнинг m та синфга ажратилди. $W_i = f(z_i, d_i, s_i)$, $i=1,2,\dots,m$.



3-расм. Тест топириқларини мураккаблик даражасига кўра таснифлаш жараёни схемаси

Билим берувчининг характеристик функцияси куйидаги формула асосида аниқланади

$$y = \sum_{i=1}^n W_i x_i,$$

бунда, y шартли баҳо – билим олувчининг n топшириқни бажарганлиги учун тўплаган баллар сони; x_i – i -чи топшириқни бажарганда олган баҳо; n – топшириқлар сони; $W_i = \{W_1, W_2, \dots, W_m\}$ – топшириқнинг вазнлилик коэффициентлари вектори.

Куйида билим олувчининг n та топшириқни бажарганлиги учун тўплаган A – ўртача балл куйидагича аниқланади:

$$A = \frac{y}{C_u},$$

бу ерда, C_u – n топшириқни бажаришга уринишлар сони, $C_u \geq n$.

Аниқланган A' - ўртача балл куйидаги формулага кўра ҳисобланади:

$$A' = A + \alpha_1 r + \alpha_2 \frac{C_u - n}{n} + \alpha_3 \frac{C_m}{n} + \alpha_4 \frac{C_v}{n}, \quad (1)$$

бунда, r – билим олувчи рангги (1, 2 ёки 3 га тенг); C_u – n топшириқни бажаришга уринишлар сони; C_m – маълумот берувчи материалларга мурожаатлар сони; C_v – белгиланган вақтдан ўтиб бажарилган топшириқлар сони ($C_v \leq n$); $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – функция коэффициентлари.

P - баҳо тўртбаллик назоратда куйидаги формулага кўра аниқланади.

$$P = \begin{cases} 2, & \text{агар } A' \leq c_1 \\ 3, & \text{агар } c_1 < A' \leq c_2 \\ 4, & \text{агар } c_2 < A' \leq c_3 \\ 5, & \text{агар } A' \leq c_3 \end{cases} \quad r = \begin{cases} r_0 - 1, & \text{агар } A' < c_4 \\ r_0, & \text{агар } c_4 < A' \leq c_5 \\ r_0 + 1, & \text{агар } A' > c_5 \end{cases}$$

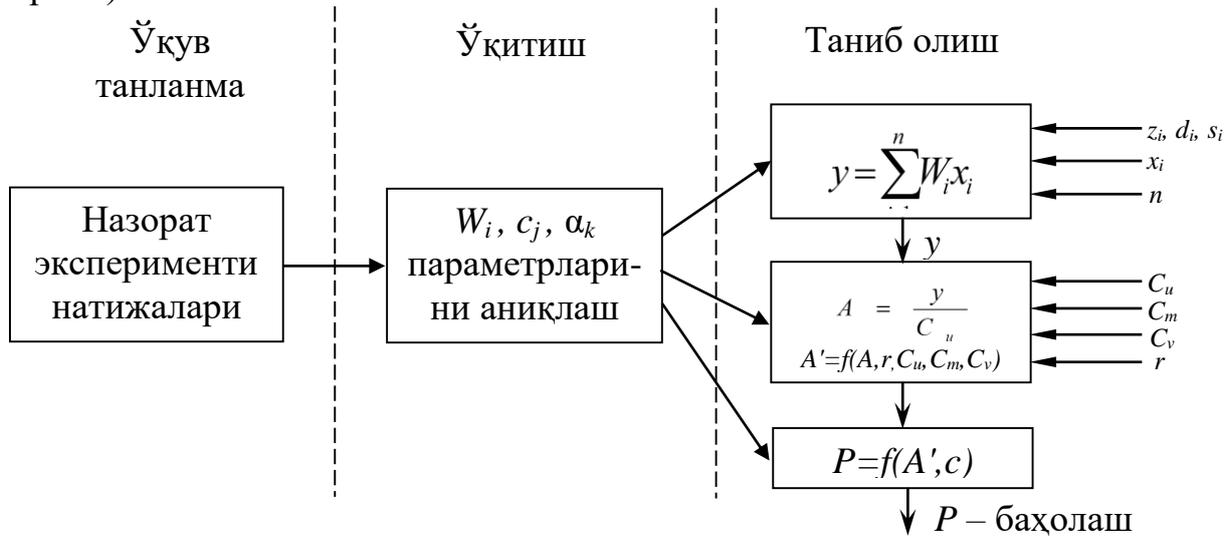
Бунда, $c = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$ – чегаравий қийматлар вектори. c_4 ва c_5 чегаравий қийматлар билим олувчи рангини аниқлашда фойдаланилади. r – бу, n та топшириқни бажаргандан кейинги билим олувчи рангги, r_0 – бу, n та топшириқни бажаришдан олдинги билим олувчи рангги.

Вазнлилик коэффициентлари қиймати W_i ($i=1, 2, \dots, m$), чегаравий қийматлар c_j ($j=1, 2, 3$) ва α_k ($k=1, 2, 3, 4$) функция коэффициентларига тегишли бўлган назорат параметрлари ўқитиш босқичидаги назорат эксперименти натижаларига кўра аниқланади.

Чизиқли-бўлакли усул асосида билим олувчиларни адаптив баҳолаш жараёни 4-расмда келтирилган.

Чизиқли-бўлакли аппроксимациялашда сирпанувчи ойна усулини қўллаш орқали таснифлаш жараёнида ўқитиш аниқлиги оширилади. Сирпанувчи ойна усули қаторнинг алоҳида бўлаклари учун қурилган қатор ҳадларини полиномлар билан кетма-кет силлиқлаш ғоясига асосланган бўлиб, куйидагича ташкил этилади. Аввало қаторнинг биринчи N ҳадлари учун p даражали кўпҳад қурилади, бунда $p \leq N - 1$ бўлиб, N ихтиёрий бўлиши мумкин ва полином қиймати, унинг аниқланиш соҳаси қурилган функция (чизиқли бўлакли аппроксимация асосида) қийматларига кўра аниқланади. Сўнгра бир

қадам ўннга силжитиш орқали N қатор қийматлари олинади, янги полином қурилади ва унинг қийматлари асосида янги функция қурилади ва ҳ.к. (5-расм).



4-расм. Чизикли-бўлакли аппроксимация усули асосида билимларни адаптив баҳолаш модели

Шунга кўра, кейинги босқичга ўтиш жараёнида қаторнинг барча қийматлари бўйлаб N кенгликдаги гўёки «ойна»лар силжиши содир бўлади. N нинг тоқ қийматларини танлаш қулайроқ, чунки бу ҳолда сирпаниш оралиғининг ўрта нуқтаси (полином қийматини ҳисоблаш нуқтаси) кетма-кетлик қиймати ўлчанадиган кейинги момент билан доимо мос келади. Бир қатор сирпанувчи ойналарнинг сегментлари бўйича тузилган полиномларнинг ҳисобланган қийматлари қатори таҳлил қилинадиган қатор қийматларининг силликланган баҳосини (аниқ қийматларини) беради.

Белги Объект	N_g	A	C_u	C_m	r
1-объект	0,331521739	0,18731112	0,070207453	0,923076923	0
2-объект	0,336956522	0,190570036	0,069583173	1	0,5
3-объект	0,338768116	0,187124897	0,072128313	0,769230769	0,25
4-объект	0,335144928	0,165912319	0,059210526	0,884615385	1
5-объект	0,336956522	0,177432797	0,064925086	0,884615385	0,75
6-объект	0,018115942	0,24521824	0,000144065	0,884615385	0
7-объект	0,231884058	0,125569485	0,173405686	0,538461538	0,5
8-объект	0,231884058	0,129014624	0,165962351	0,576923077	0,25
9-объект	0,231884058	0,131833374	0,19861698	0,423076923	0,5
10-объект	0,231884058	0,130521344	0,184306569	0,461538462	0,25
11-объект	0,231884058	0,129514042	0,177295428	0,384615385	0,5
12-объект	0,922101449	0,521929793	0,171676911	0,576923077	0,5
13-объект	0,923913043	0,525975927	0,175806761	0,576923077	0,5
14-объект	0,333333333	0,156567273	0,056809451	0,153846154	1
15-объект	0,338768116	0,194015175	0,090712639	0,230769231	0
16-объект	0,34057971	0,192762397	0,084854015	0,115384615	0,25
17-объект	0,608695652	0,33689111	0,165818287	0,423076923	0
18-объект	0,619565217	0,339896084	0,164569727	0,384615385	0,75
19-объект	0,623188406	0,355293401	0,171436804	0,423076923	0,75
20-объект	0,621376812	0,347624369	0,165482136	0,384615385	0,25
21-объект	0,619565217	0,349088765	0,16845947	0,423076923	0,5
22-объект	0,608695652	0,339210442	0,177535536	0,230769231	0,25
23-объект	0,608695652	0,341394338	0,172205148	0,384615385	0,25
24-объект	0,619565217	0,347023374	0,181137149	0,346153846	0,25
25-объект	0,619565217	0,34983366	0,157510565	0,653846154	0,25
26-объект	0,619565217	0,34832694	0,164617749	0,576923077	0,25
27-объект	0,619565217	0,345694414	0,175710718	0,384615385	0,25

h - силжиш қадами

1-ойнада Y_1 функция қурилади

2-ойнада Y_2 функция қурилади

3-ойнада Y_3 функция қурилади

4-ойнада Y_4 функция қурилади

...

5-расм. Сирпанувчи ойна усули

Ойна қаторга тегишли бўлган тоқ қийматларни $N=2m+1$ ўз ичига олади. Қулайлик учун ва умумийликни чекламаган ҳолда, биз уларни бутун сонлар билан белгилаб оламиз $S = -m, -(m-1), \dots, -1, 0, 1, \dots, m-1, m$. Бунда ойнанинг ўрта нуқтаси $S=0$ га тенг. Полином коэффициентларини баҳолашда энг кичик квадратлар усулидан фойдаланиб, қуйидаги ифода ҳосил қилинди:

$$\alpha_0 = c_0 + c_1 y_{-m} + c_2 y_{-(m-1)} + \dots + c_{2m+1} y_m \quad (2)$$

$\sum_{S=-m}^m S^j$ кўринишдаги йиғинди фақат m га боғлиқ бўлганлиги сабабли, (2) тенгламада барча $c_j, j=1,2,\dots,2m+1$ коэффициентлари фақат m ва p га боғлиқ бўлиб, y_s кузатувларга боғлиқ эмас. $S=0$ нуқтада қаторнинг силлиқланган қийматлари $\bar{y}_0 = f(0) = \alpha_0$ га тенг. Шунга кўра $S=0$ нуқтада қаторнинг силлиқланган қиймати, $2m+1$ нуқталарда унинг кузатиладиган қийматларининг ўртача вазнига (c_j вазни) тенгдир. Сирпанувчи ойна усулидан фойдаланиб трендни баҳолашда, фақат m ва p ни танлашга боғлиқ бўлган доимий c_j коэффициентларни аниқлаш зарур, сўнгра α_0 ни (1) формулага кўра ҳисобланади.

Сирпанувчи ойна усулида қаторларни силлиқлаш орқали янада аниқроқ натижа олиш мумкинлиги тест топшириқларининг мураккаблигини аниқлаш мисолида кўриш мумкин. Сирпанувчи ойна усулининг энг оддий вариантини қўллаганда, берилган қаторни юқори даражали полиномлар билан силлиқлаганга қараганда анча яхши натижа бериши кузатилди.

Сирпанувчи ойна усулини қўллашда, ойна кенглигини аниқлаш масаласи келиб чиқади. Шунга кўра, 1-даражали полином билан сирпанувчи чизиқли-бўлакли аппроксимациялаш ёрдамида силлиқлашни амалга ошириш ва шу асосида берилган маълумотларнинг хусусиятига қараб сирпанувчи ойна кенглигини мослаштириш усули кўриб чиқилди.

Сирпанувчи ойна кенглигини танлаш шартлари қуйидагича ифодаланади:

$$|\delta a_i| \leq k \gamma_i. \quad (3)$$

бу ерда, k – стандарт оғишнинг 1 дан 3 гача бўлган ишонч оралиғи кенглигини белгилаш коэффициенти, a_i – кичик квадратлар усули бўйича модел коэффициенти баҳолаш, γ_i – моделнинг i -коэффициентининг стандарт оғиши.

(3) натижа модел коэффициентлари дисперсиясининг маълум қийматига кўра берилган маълумотларининг характерига қараб, сирпанувчи ойнанинг кенглигини танлаш учун адаптив тизимни яратишга имкон беради.

Диссертация ишининг «**Таълим тизимида ҳолатларни адаптив баҳолаш алгоритмлари ва дастурий таъминоти**» деб номланган учинчи бобида сирпанувчи ойна усули асосида таълим тизими объектлар ҳолатини адаптив баҳолаш ва баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари асосида билим олувчиларни қобилиятига кўра таснифлаш масалаларининг ечими келтирилган, ҳамда билимларни адаптив назорат қилиш тизимининг инфор­мацион моделлари, алгоритмлари ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилган, шунингдек тақсимланган адаптив назорат тизимини ташкил этиш жараёни баён этилган.

Иккинчи бобда ишлаб чиқилган усулларга кўра тест топшириғининг мураккаблигини қуйидаги формулага кўра ҳисобланади:

$$d' = d_3 + \beta_1 t_{avg} + \beta_2 C_i + \beta_3 D_1 + \beta_4 D_2 + \beta_5 D_3$$

бунда, d_3 – тест топшириғига берилган экспертлар баҳоси (жуда осон, осон, ўртача, қийин, жуда мураккаб); t_{avg} – тест топшириғини бажаришга кетган ўртача вақт, C_i – тест топшириғининг компетентлик даражаси, D_1 – 100% тўғри бўлган жавоб вариантлари танланган тест топшириқлари миқдори, D_2 – 75% тўғри бўлган жавоб вариантлари танланган тест топшириқлари миқдори, D_3 – 50% тўғри бўлган жавоб вариантлари танланган тест топшириқлари миқдори, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ – функциянинг изланаётган коэффицентлари.

Адаптив назорат тизимининг ишлашини тавсифлаш учун IDEF методологияларидан фойдаланилди. «Билимларни назорат қилиш ва олинган натижаларни таҳлил қилиш модули» контексли диаграммаси IDEF0 методологиясига асосан ишлаб чиқилди. Диаграмма қуйидаги кирувчи оқимларни ўз ичига олади: фойдаланувчини рўйхатга олиш маълумотлари, тест тўпламидан олинган маълумотлар, танланган тест ҳақидаги маълумотлар. Чикувчи маълумотлар ифодалаш натижалари ҳисобланиб, улар назорат натижалари тўғрисидаги ва фойдаланувчининг тест натижалари ҳақидаги ҳисоботлардан иборат:

- тестлаштириш давомидаги хатолик тўғрисида хабар: билим олувчилар ўқитувчиларни тестга ўзгартириш киритишни талаб қилишлари мумкин;

- билим олувчиларнинг ўзлаштириши бўйича ҳисоботи: билим олувчиларга муайян интизом бўйича ўз иш фаолиятини таҳлил қилиш ва материалларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш имконини беради.

Ишлаб чиқилаётган виртуал назорат тизими дастурий таъминотида ёрдамчи дастурий воситалардан фойдаланилган бўлиб, бу тизимнинг функционал имкониятларини кенгайтиради, бироқ ёрдамчи дастурий воситалар ёрдамида билим олувчиларни баҳолаш, муқаррар равишда тизимнинг жавоб қайтариш вақтини ортишига олиб келади.

Таклиф этилган моделлар асосида академик кредит тизими таркибида талабалар билимини адаптив назоратини амалга ошириш учун махсус *Adaptive Assessment* (адаптив баҳолаш) дастурий таъминоти ишлаб чиқилди. Дастурий таъминотни ишлаб чиқишда веб иловаларни яратишга асосланган дастурлар мажмуасидан (PHP, Java Script, JQuery, MySQL) фойдаланилган бўлиб, дастур турли платформаларда (Windows, Android, iOS, Tizen, Linux, NetWare ва ҳ.к.) ишлашга мўлжалланган, кўп функцияли адаптив баҳолаш имкони мавжуд ва юқори ҳимояга эга.

Диссертация ишининг «**Мураккаб тизимларда объектлар ҳолатини адаптив баҳолаш тизими дастурий таъминотининг амалий тадбиқлари**» деб номланган тўртинчи бобда объектлар ҳолатини адаптив баҳолаш тизимини ташкил этишнинг дастурий ва аппарат воситалари, дастурий таъминотнинг модуллари интерфейслари, таниб олиш усуллари асосида ўқув жараёни объектлари ҳолатини таснифлаш натижалари, билимларни адаптив

баҳолаш тизими асосида анъанавий ва виртуал ўқув жараёнларининг қиёсий таҳлили, ҳамда академик кредит тизимида билимларни адаптив назорат қилиш тизимини жорий этиш масалалари келтирилган.

Келтирилган мезонларга асосланиб тестлаштириш натижаларидан олинган маълумотларга кўра чизиқли-бўлакли аппроксимация усулида, баҳоларни ҳисоблаш алгоритмларида ва сирпанувчи ойна усулида олинган маълумотлар ишлаб чиқилган дастурий воситада ўқитилиб, топшириқларнинг мураккаблигига кўра синфларга ажратилди ва қуйидаги натижаларга эга бўлинди. Барча усуллардан олинган натижаларга кўра ўқитиш аниқлиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

Таниб олиш усуллари асосида олинган натижалар

№	Таниб олиш усули	Ўқитиш аниқлиги (%)
1	Сирпанувчи ойна усули	98,8
2	Баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари	96,2
3	Чизиқли-бўлакли аппроксимация усули	89,7
4	Полиномиал регрессия усули (III даражали)	86,3
5	Хулоса дарахти усули (Decision tree)	85,5
6	Чизиқли регрессия усули	69,3

Ўтказилган тадқиқотлар асосида олинган натижалар шуни кўрсатадики, ҳолатларни адаптив баҳолаш масаласини ечишда сирпанувчи ойна усулини қўллаганда, таниб олишнинг бошқа усулларига қараганда юқори аниқликка эришилди.

Билимларни адаптив баҳолаш тизимининг дастурий таъминотини ишлаб чиқиш жараёнида назорат топшириқларининг мураккаблигини аниқлашда, яъни тест-топшириқларини экспертларнинг иштирокисиз, автоматик ранжировка қилишда чизиқли-бўлакли аппроксимациялаш асосида сирпанувчи ойна усулидан фойдаланилди, билим олувчиларни қобилиятига кўра таснифлашда эса баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари қўлланилди.

Ишлаб чиқилган виртуал ўқув жараёни ва билимларни адаптив баҳолаш тизимининг дастурий таъминоти асосида виртуаллаштирилган ўқув жараёнининг қанчалик самарадорли эканлигини аниқлаш мақсадида тажриба-синов ишлари амалга оширилди. Виртуал ва анъанавий ўқув жараёнлари асосида билим олувчилар билимини баҳолаш мақсадида виртуал тест-назорат тизимидан фойдаланилди. Ўтказилган тажрибаларга кўра назорат гуруҳига нисбатан тажриба гуруҳида олиб борилган тадқиқот ишлари 8 фоиздан 12 фоизгача самарадорлик кўрсаткичи юқори эканлиги статистик усуллар ёрдамида исботланди.

ХУЛОСА

«Таълим тизимларида ҳолатларни адаптив баҳолашнинг моделлари, алгоритмлари ва дастурий таъминоти» мавзусидаги диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилади:

1. Мураккаб ахборот тизимлар гуруҳига кирувчи таълим тизимидаги ўқув жараёнининг тизимли таҳлили асосида ундаги ахборот оқимларининг қонуниятлари ўрганиб чиқилди, ўқув жараёнини виртуаллаштиришнинг асосий компоненталари шакллантирилди ва улар асосида яратилиши режалаштирилган дастурий таъминотнинг базавий модуллари аниқланди.

2. Виртуал ўқув жараёнининг базавий компоненталаридан бири бўлган тест-назорат тизимининг хусусиятларини таҳлил қилиш натижасида, уни интеллектуаллаштириш ва адаптивлаштириш зарурияти мавжудлиги аниқланди, ҳамда унинг алгоритмик ва дастурий таъминотини яратиш тамойиллари шакллантирилди.

3. Виртуал ўқув жараёнининг кўп босқичли математик модели ишлаб чиқилди ва унинг асосида виртуал ўқув жараёнининг архитектураси тузилиб, ундаги асосий ахборот оқимлар, ўзаро боғланувчан тугунлар, ахборот оқимларини қайта ишловчи алгоритмик таъминот яратилди. Бу ўқув жараёнини қўйилган мақсад сари бошқариб бориш имконини беради.

4. Ҳолатларни адаптив баҳолаш масалаларини оптимал ечимини топишда сирпанувчи ойналар асосида аппроксимациялашнинг такомиллаштирилган усули ишлаб чиқилди ва таниб олишнинг турли усуллари асосида билимларни адаптив назорат қилишнинг таснифлаш натижалари билан таққослаб, сирпанувчи ойна усули асосида бундай масалаларни ечишда юқори натижага эришиш мумкинлиги асосланди.

5. Баҳони адекват ҳисоблаш алгоритмлари синфида белгиларнинг муҳимлик даражасини аниқловчи сирпанувчи ойна усули тадқиқ этилди ва унинг асосида ахборот вазнларини олиш ва уларнинг мураккаблигини баҳолашнинг ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқилди. Натижада адаптив баҳолаш тизимини ишлаб чиқишда объектларни ҳолатига кўра таснифлаш, жумладан тест топшириқларини мураккаблигига кўра таснифлашда ўқитиш аниқлиги юқори бўлишига эришилди.

6. Сирпанувчи ойна усули асосида ишлаб чиқилган адаптив модел ва алгоритмлардан фойдаланиб мураккаб тизимлардаги объектлар ҳолатини баҳолаш ҳамда техник, иқтисодий ва ижтимоий ҳолатларини таҳлил қилиш амалиётида бошқарув қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи дастурий модул яратилди. Яратилган дастурий модулдан таснифлаш масалаларини ечишда фойдаланиб, жумладан корхонада ишлаб чиқилган модул шаклидаги иссиқлик алмаштирувчи радиатор маҳсулотларининг иш жараёнидаги ҳолатини баҳолашда қарор қабул қилиш самарадорлигини оширилишига эришилди.

7. Баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари асосида экспертлар сифатини баҳолаш алгоритми ва унинг дастурий модули ишлаб чиқилди. Бунинг натижасида таснифлаш масалаларини ечишда ўқув танланма жадвалини тўғри

шакллантириш, адаптив назорат тизими маълумотлар базасини шакллантиришда ахборотларнинг ишончилиги ва аниқлигини оширишга эришилди.

8. IDEF методологиялари асосида ишлаб чиқиладиган дастурий таъминотга кирувчи маълумотлар, унга таъсир қилувчи омиллар ва уларнинг таъсир мезонлари, дастурий таъминотдан натижа сифатида чиқувчи маълумотларни аниқлаштирувчи адаптив баҳолаш тизимининг функционал ва маълумотлар тузилмаси ишлаб чиқилди. Бунинг натижасида ишлаб чиқилиши режалаштирилган дастурий таъминотнинг модуллари, унинг таркибий қисмлари, маълумотлар базасининг тузилиши ва унда амалга ошириладиган ҳисоблаш амалларини аниқлаб олиш имконияти пайдо бўлди.

9. Тақсимланган виртуал ўқув жараёни компоненталарининг ўзаро таъсир протоколи ишлаб чиқилди. Бу дастурий таъминотдан корпоратив тармоқ муҳитида фойдаланганда тармоқда маълумотларни узатиш ва қайта ишлаш жараёнида келиб чиқиши мумкин бўлган хатолик ва муаммоларни бартараф этиш имконини берди.

10. Ишлаб чиқилган усул, алгоритм ва дастурий модуллар асосида корпоратив тармоқ муҳитида ишлашга мўлжалланган Adaptive assessment – адаптив баҳолаш тизими дастурий таъминоти яратилди. Яратилган дастурий таъминот таълим тизимида ўқув жараёнидаги ҳолатларни адаптив баҳолаш, билим олувчиларни объектив баҳолаш ва қобилиятига кўра таснифлаш, ҳамда академик кредит тизимида талабаларни кейинги босқични танлашларида тўғри қарор қабул қилишда самарали натижаларга эришилди.

11. Таълим тизимида адаптив баҳолаш тизимини жорий этиш доирасида анъанавий ва виртуал ўқитиш жараёнларининг қиёсий таҳлили келтирилди. Таҳлил натижасида ишлаб чиқилган усул, модел ва алгоритмлар асосида қурилган адаптив баҳолаш тизимининг ўқув жараёнларига қўлланилиши анъанавий усулга нисбатан 8-12 фоизга кўпроқ самарали натижага эришиш мумкинлиги асосланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

ХИДИРОВА ЧАРОС МУРОДИЛЛОЕВНА

**МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АДАПТИВНОЙ ОЦЕНКИ СИТУАЦИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ**

05.01.04 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов и компьютерных сетей

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2017.3.PhD/T447

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.tuit.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Раджабов Бахтиёр Шарипович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Муминов Баходир Болтаевич доктор технических наук, доцент Рахимов Нодир Одилович доктор технических наук
Ведущая организация:	Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «__» _____ 2019 г. в _____ часов на заседании научного совета DSc.27.06.2017.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер № _____). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2019 года.
(Протокол рассылки № __ от «__» _____ 2019 г.).

Р.Х. Хамдамов
Председатель научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

Ф.М. Нуралиев
Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., доцент

Х.Н. Зайнидинов
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире существует вопрос оценки деятельности социально-организационных процессов, уделяется особое внимание определению закономерностей информационного потока при их эффективном решении на научной основе, передаче данных и знаний, их эффективной обработке, а также разработке математических моделей и программного обеспечения систем адаптивной оценки их достоверности и поддержке принятия решений. Огромная работа в этом направлении проводится в Узбекистане и в таких ведущих зарубежных странах мира, как США, Япония, Южная Корея, Германия, Великобритания, Индия, Российская Федерация, Белоруссия.

В мировой практике ведется множество научных изысканий по классификации сложных информационных систем, в том числе классификации возникших проблемных ситуаций в образовательной системе, на основе теории определения фундаментальных методов-описаний, методов интеллектуального анализа и оптимизации данных, а также по разработке архитектуры и программного обеспечения системы адаптивной оценки, закономерностей ее деятельности, сценариев применения. В этой связи, в частности, важной научно-прикладной проблемой является разработка математических моделей и соответствующего программного обеспечения при адаптивной оценке проблемных ситуаций в образовательной системе, выявлении закономерностей информационных потоков в системе адаптивного контроля знаний, относящейся к группе слабо формализованных информационных систем.

В Республике уделяется особое внимание вопросам разработки программных продуктов в целях развития информационно-коммуникационных технологий, обеспечения их безопасности, обработки данных и оценки их надежности, а также внедрения в практику.

В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах отмечен ряд задач, в частности «повышение качества и эффективности деятельности высших образовательных учреждений на основе внедрения международных стандартов обучения и оценки качества преподавания, ... внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу и систему управления»¹. При осуществлении изложенных выше задач одним из важных вопросов сегодняшнего дня является разработка моделей, алгоритмов и программного обеспечения адаптивной оценки ситуаций в образовательных системах.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О Стратегии по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 30 июня 2017 года № УП-5099 «О мерах по коренному улучшению условий для развития отрасли информационных технологий в Республике Узбекистан», от 19 февраля 2018 года № УП-5349 «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 5 июня 2018 года № УП-3775 «О дополнительных мерах по повышению качества образования в высших образовательных учреждениях и обеспечению их активного участия в осуществляемых в стране широкомасштабных реформах», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии IV. «Информатизация и развитие инфокоммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. До настоящего момента многими учеными проводились научно-прикладные исследования по вопросам моделирования, разработки и внедрения программного обеспечения и алгоритмизации образовательного процесса и контрольно-тестовой системы в научных учреждениях, специализирующихся на архитектуре виртуальной контрольно-тестовой системы и ее внедрениях. В частности, в работах А.Риос, W.J.Linden, Н.Вайнер, F.M.Lord, С.Ромеро, Р.О.Рагсдале, Б.Ф.Скиннера, Е.И.Машбица, Ю.И.Журавлёва, Л.А.Растригина, А.П.Свиридова, Л.В.Зайцевой, А.В.Соловова, В.С.Аванесова, А.И.Башмакова и Н.О.Прокофьевой изучались вопросы интеллектуального анализа данных, распознавания образов, классификации объектов и моделирования ситуаций в образовательных процессах.

В нашей Республике в этом направлении известны работы академиков М.М.Камилова, Т.Ф.Бекмуратова, профессоров Ш.Х.Фазылова, Н.А.Игнатьева, Н.С.Маматова, Б.Ш.Раджабова, О.Ж.Бобомурадова, А.Х.Нишанова и др.

В настоящее время вопросы архитектуры адаптируемой виртуальной контрольно-тестовой системы, разработки последних версий программных сред, генерируемых в различных платформах на основе моделей и алгоритмов, которые определяют уровень сложности контрольно-тестовых заданий ее программного обеспечения, недостаточно изучены.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий в рамках проектов: АТД-17-014 «Разработка программного комплекса виртуализации учебных процессов в системе высшего образования» (2009-2011), ИТД-17.БФ-Ф1-007 «Теоретико-методические основы построения интеллектуальных программных технических систем отображения и обработки данных для поддержки

принятия решения в слабо формализованных информационных структурах» (2008-2010), а также прикладного проекта «IT-Nation» (2018-2021), осуществляемого Центром развития информационно-коммуникационных технологий в сфере народного образования.

Целью исследования является разработка программно-алгоритмического обеспечения и моделей адаптивной оценки ситуаций в учебном процессе информационно-управленческой системы образования, входящей в группу сложных информационных систем.

Задачи исследования:

анализ существующего программного обеспечения, методов и алгоритмов адаптивной оценки ситуации в сложных системах и формализация деятельности компонентов учебных процессов;

разработка эффективного метода для адаптивной оценки ситуаций и решение вопросов классификации в сложных системах;

разработка алгоритмов и модели адаптивной оценки ситуаций в учебных процессах образовательной системы;

разработка программного модуля и механизма оценки качества экспертного заключения для адекватного формирования учебной выборки и базы данных системы адаптивного контроля;

разработка функциональной структуры, структуры данных и соответствующего программно-алгоритмического обеспечения, предназначенного для работы в среде корпоративной сети системы адаптивного контроля знаний.

Объектом исследования является виртуальный адаптивный контрольно-тестовый процесс, являющийся компонентом сложной информационной системы.

Предмет исследования – математические модели и алгоритмы, технологии объектно-ориентированного программирования и сетевые технологии, формализующие закономерности учебного процесса.

Методы исследования. В диссертационной работе применяются методы системного анализа, распознавания образов, экспертных систем, основы алгоритмизации, методы формализации информационных систем, технологии объектно-ориентированного программирования и методы сетевых технологий.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

для решения задачи классификации при интеллектуальном анализе данных разработан усовершенствованный метод аппроксимации на основе скользящих окон;

разработаны модели адаптивной оценки ситуаций объектов в сложных системах на основе метода скользящего окна;

на основе алгоритмов вычисления оценок разработаны алгоритмы оценки качества экспертов системы адаптивной оценки;

разработан алгоритм протокола взаимодействия компонентов распределенного виртуального учебного процесса, предназначенного для работы в корпоративной сети.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны математические модели и алгоритмы на основе системного анализа учебных процессов на всех этапах образовательной системы, относящейся к категории сложных информационных систем, закономерностей информационных связей между ее составляющими;

разработаны программный модуль и метод решения задач адаптивной оценки состояния объектов при разработке модулей, способствующих принятию решений для сложных информационных систем;

разработаны модели и алгоритмы, направленные на виртуализацию адаптивной контрольно-тестовой системы, являющейся основным компонентом учебного процесса;

разработаны специальные программные модули оценки уровня сложности и надежности тестовых заданий и соответствия предметов адаптивной контрольно-тестовой системы Государственным образовательным стандартам в разрезе преподаваемых дисциплин;

разработаны инфологическая и функциональная структуры сложной системы адаптивного оценивания на основе методологий IDEF и соответствующее программно-алгоритмическое обеспечение.

Достоверность результатов исследования обоснована математической постановкой задачи в методическом аспекте, четкостью алгоритмов и методов распознавания, применяемых при ее решении, соответствием решений теоретическим и практическим результатам, соответствием результатов тестовой функции и внедрения в реальную практическую область, а также инициализацией разработанных программных модулей в сетевой среде и внедрением их в учебных процессах в реальном секторе высшего образования.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования обоснована разработанными методами, моделями и алгоритмами для построения системы адаптивной оценки ситуаций в сложных информационных системах.

Практическая значимость результатов исследования обоснована системой адаптивной оценки на основе разработанных методов, моделей и алгоритмов, организацией механизмов повышения ее эффективности, повышением эффективности при их использовании в практике принятия решений в определении состояния объектов.

Внедрение результатов исследования. На основе проектирования программных средств, алгоритмов и моделей решения задачи адаптивной оценки ситуаций в сложных системах на базе методов распознавания:

программное средство Adaptive Assessment, поддерживающее принятие управленческих решений в оценке теплообменников и радиаторных изделий в форме модуля при их разработке, а также в практике анализа технических,

экономических и социальных состояний, внедрено в Узбекско-Российском совместном предприятии «Автотракторрадиатор» (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 18 октября 2019 года № 33-8/7392). Внедрение результатов данного исследования позволило повысить эффективность принятия решений при определении состояния процесса работы теплообменников и радиаторов в форме модуля, произведенных на предприятии, на 10%, а также коэффициент полезного действия общей производительности предприятия на 4-5% в год;

модели и программные модули адаптивной оценки состояний в сложных системах, разработанные на основе метода скользящих окон, внедрены в государственное унитарное предприятие «Центр по развитию информационных и коммуникационных технологий» при хокимияте Кашкадарьинской области для решения задачи классификации и оценки деятельности объектов оказания услуг в системе обработки информации и принятия решений (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 18 октября 2019 года № 33-8/7392). Обработка информации и оперативное проведение ускоренного мониторинга, а также адаптивная оценка деятельности объектов оказания услуг в системе обработки информации на 20-30% позволили повысить коэффициент общей производительности работы на 4-6% в год;

модели, алгоритмы и программные модули, предназначенные для оценки ситуаций в сложных системах, и решения соответствующих аналитических и управленческих вопросов внедрены в ООО «BePro центр программистов» и ООО «Developer Group» при разработке программного обеспечения адаптивной оценки знаний и умений специалистов предприятий (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 18 октября 2019 года № 33-8/7392). В результате создания программных средств с использованием моделей и алгоритмов, разработанных в этом исследовании, годовой доход центра программистов увеличился на 25%;

программное обеспечение с модулями адаптивной оценки ситуаций в учебном процессе, объективная оценка обучающихся и их классификация по способностям, поддержка принятия адекватных решений при выборе студентами следующего этапа в системе академического кредита внедрена в Ташкентском университете информационных технологий и Чирчикском Государственном педагогическом институте (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 18 октября 2019 года № 33-8/7392). Применение системы адаптивной оценки учебных процессов на основе разработанных в ходе исследования методов, моделей и алгоритмов позволило повысить эффективность результатов на 8-12% по сравнению с традиционными методами.

Апробация результатов исследования. Результаты настоящего исследования апробированы и обсуждены на 7 Международных и 5 Республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 26 научных работ, в том числе 12 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией к публикации основных научных результатов докторских диссертаций, из них 2 в зарубежных журналах и 7 в республиканских журналах, получены свидетельства на 3 программные разработки для ЭВМ.

Структура и объём диссертации. Диссертация содержит 120 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна, практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов исследования, приведены сведения о внедрении результатов исследования, об опубликованности результатов и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Вопросы адаптивной оценки ситуаций в сложных информационных системах**» описаны системный анализ ситуаций в сложных информационных процессах и их программная концепция, модель учебного процесса на примере сложной информационной системы и вопросы ее виртуализации, а также основы анализа и разработки систем адаптивной оценки и контроля знаний, являющиеся основным компонентом учебного процесса.

Для обеспечения объективности оценки классификации проблемных ситуаций, возникающих в сложных информационных системах, необходимо создание адаптивных методов, алгоритмов и соответствующего программного обеспечения данных в информационных потоках. В частности, приводится обоснование для разработки системного анализа учебного процесса, относящегося к категории сложных информационных систем, на основе мониторинга самостоятельной учебной деятельности и определения учебной эффективности.

Согласно анализу научно-практических сведений, представленных в литературе, важное значение имеет интеллектуализация системы тестового контроля, являющейся одним из базовых компонентов учебного процесса в академических кредитных системах. Обоснована актуальность разработки методов, алгоритмов и соответствующего программного обеспечения, позволяющих включать адаптивные свойства в системы виртуального контроля при объективной и адекватной оценке знаний и навыков обучающихся, современных информационно-коммуникационных технологий

при их внедрении, что нашло отражение в формировании основной цели диссертационной работы.

Во второй главе диссертации «**Модели адаптивной оценки ситуаций в образовательной системе**» разработаны механизм адаптивной оценки состояния учащегося на основе математических моделей учебного процесса, функциональные параметры адаптивной оценки знаний, модель адаптивной оценки знаний на основе метода кусочно-линейной аппроксимации, метод скользящего окна при адаптивной оценке состояния объектов в сложных системах, алгоритмы оценки качества экспертов в системе адаптивного контроля, а также критерии оценки надежности тестовых заданий и ситуаций учебно-информационной системы со сложной структурой.

Важное значение имеет разработка математической модели виртуализации образовательной системы, в частности учебных процессов, являющихся ее базовой частью. С учетом того, что основной частью образовательного процесса является обучение учащихся, его математическая модель является основной составляющей модели учебного процесса. На основе этого предложена математическая модель управления основными уровнями учебного процесса. Существует ряд факторов, влияющих на деятельность учебного процесса, при которых требуется адаптация разработанной модели. Адаптация модели часто выполняется на уровне ее параметров путем решения следующей задачи:

$$\|f_1(X, U, C) - f(X', U')\| \xrightarrow{C \in D} \min \Rightarrow C^*,$$

где C^* – параметры адаптированной модели; $C = (c_1, c_2, \dots, c_k)$ – параметры модели; D – область изменения параметров; $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – первоначальное состояние обучающихся (или коллектива обучающихся); $U = (u_1, u_2, \dots, u_q)z$ – ситуации, воздействующие на учебный процесс, т.е. комплекс запланированных получаемых данных и знаний; X' – объем правильных ответов на вопросы контрольных вопросов обучающихся; U' – уровень знаний, полученных в результате усвоения обучающимися. Разработка математической модели учебного процесса позволяет формализовать учебный процесс, управлять им для достижения поставленной цели.

Создание математической модели учебного процесса позволяет сформулировать учебный процесс и направить его к намеченной цели. Основной целью учебного процесса является повышение эффективности обучения. В системах образования контроль знаний обучаемых является важным фактором, определяющим и анализирующим эффективность процесса обучения. Контроль знаний в процессе виртуального обучения основан на автоматизированной системе тестового-контроля. Рассмотрим общую схему проведения контроля знаний. Общий контроль осуществляется за несколько сеансов C_i , каждый из которых строится на основе модели обучаемого. В свою очередь в результате сеансов происходят изменения моделей обучаемых (рис. 1).

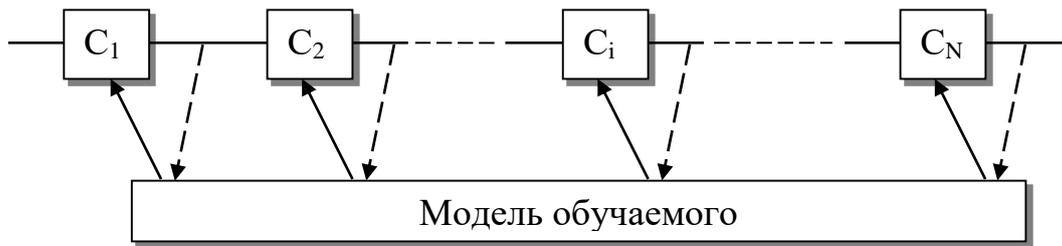


Рис. 1. Взаимовлияние сеансов контроля знаний и модели обучаемого

Общая схема проведения сеанса контроля знаний приводится на рис. 2.

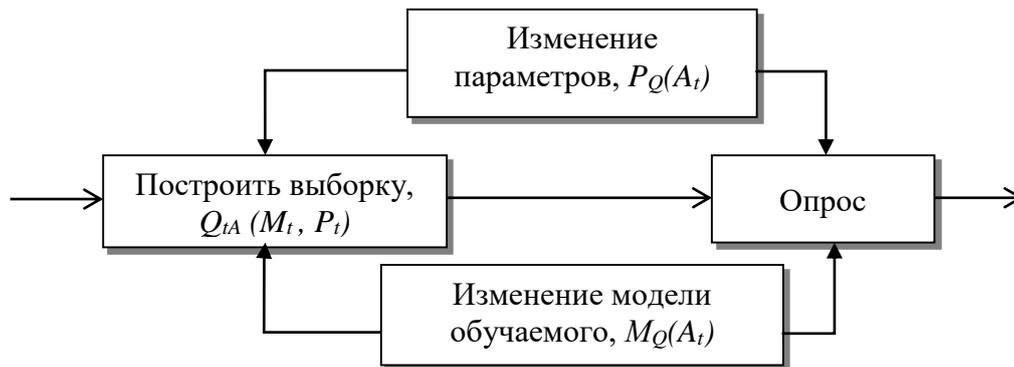


Рис. 2. Общая схема проведения сеанса контроля знаний

Для формирования контрольного задания во множестве вопросов Q выбираются подмножественные вопросы для обучающихся. Это множество будем называть актуальным множеством Q_A , $Q_A \in Q$. Как известно, данное множество связано с моделью обучающегося M и параметрами вопросов P_Q . В ходе опроса данное множество может подвергнуться изменениям. На основании ответа обучающегося на очередной вопрос осуществляется изменение актуального множества посредством модификации модели обучающегося и представлением других параметров вопросов. Наличие актуального множества и обратной связи с ответом обучающегося обеспечивает адаптацию Q_A обучающегося в ходе проведения контроля. В исследовании разработан механизм определения уровня сложности тестовых заданий методом классификации при формировании системы адаптивного контроля.

Схема процесса классификации тестовых заданий по уровню их сложности приводится на рис. 3, где Q – область предмета; S_n – фонд n -контрольных заданий по предмету; q_{nm} – контрольные задания m по n -предмету; T_{0n} – первоначальный контроль по n -предмету; $q_{mK_{nl}}$ – контрольные задания m по n -предмету, относящиеся к K_l -классу; T_n – контроль, проведенный по n -предмету. В данной схеме показан процесс определения классификации адаптивных контрольных заданий по уровню их сложности. Классификация осуществляется на основе результатов первоначального тестирования.

Метод кусочно-линейной аппроксимации и программу многоэтапного обучения при выборе метода выражения (ранжирования обучающихся) можно использовать при обучении или оценке в ходе проведения контроля.

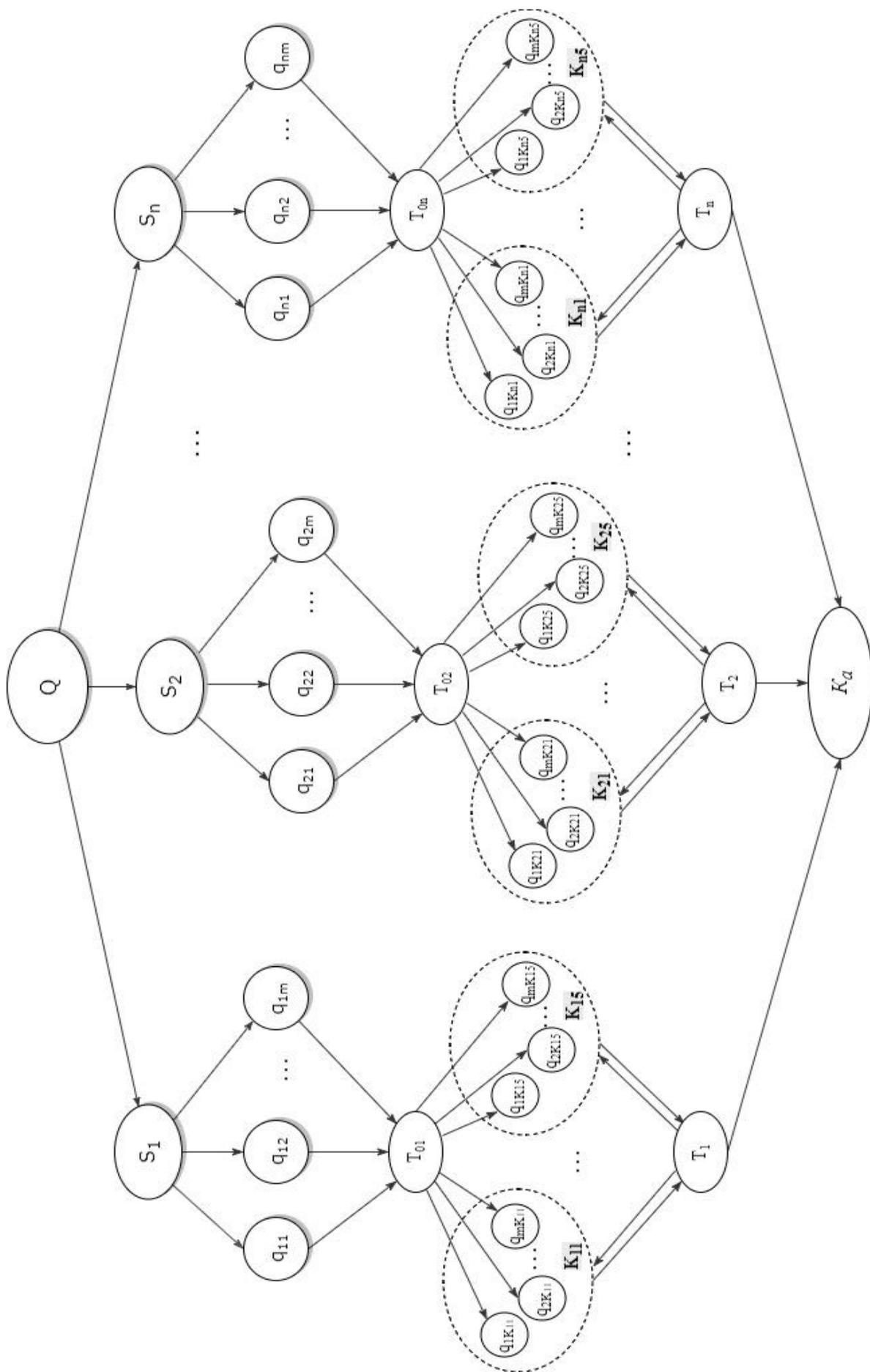


Рис. 3. Схема процесса классификации тестовых заданий по уровню их сложности

Алгоритм осуществления данного метода основан на классификации заданий в программе обучения в зависимости от дидактических характеристик, включающих значимость (z), сложность (d) и спецификацию (s). Принимается одно из трех значений характеристик значимости и сложности (минимальное, среднее и максимальное), а также одно из четырех значений спецификации («определение», «построение», «пример», «правило»). Поэтому в зависимости от весового коэффициента каждого из них соответственно выделяется m -класс заданий: $W_i = f(z_i, d_i, s_i), i=1,2,\dots,m$.

Функция характеристики обучающегося определена на основе следующей формулы:

$$y = \sum_{i=1}^n W_i x_i,$$

где условная оценка y – количество набранных баллов по выполнению обучающимся n -задания; x_i – оценка, полученная при выполнении i -задания; n – количество заданий; $W_i = \{W_1, W_2, \dots, W_m\}$ – вектор коэффициентов весомости задания. Средний балл A , набранный в ходе выполнения обучающимся n -задания, определяется следующим образом:

$$A = \frac{y}{C_u};$$

здесь C_u – количество попыток выполнения n -задания, $C_u \geq n$.

Определённый средний балл A' вычисляется следующим образом:

$$A' = A + \alpha_1 r + \alpha_2 \frac{C_u - n}{n} + \alpha_3 \frac{C_m}{n} + \alpha_4 \frac{C_v}{n}, \quad (1)$$

при этом r – ранг обучающегося (равен 1, 2 или 3); C_u – количество попыток выполнения n -задания; C_m – количество обращений к справочным материалам; C_v – количество заданий, выполненных в определенный отрезок времени ($C_v \leq n$); $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – коэффициенты. Оценка P в четырехбалльной системе контроля определяется в соответствии следующей формулой.

$$P = \begin{cases} 2, & \text{если } A' \leq c_1; \\ 3, & \text{если } c_1 < A' \leq c_2; \\ 4, & \text{если } c_2 < A' \leq c_3; \\ 5, & \text{если } A' \leq c_3; \end{cases} \quad r = \begin{cases} r_0 - 1, & \text{если } A' < c_4; \\ r_0, & \text{если } c_4 < A' \leq c_5; \\ r_0 + 1, & \text{если } A' > c_5, \end{cases}$$

где $c = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$ – вектор предельных значений; предельные значения c_4 и c_5 используются при определении обучающихся. r – ранг обучающихся после выполнения n -задания, r_0 – ранг обучающегося до выполнения n -задания (в начале процесса работы автоматизированной системы обучения, как правило, ранг обучающегося равен $r_0 = 2$). Контрольные параметры, относящиеся к коэффициентам весомости W_i ($i=1,2,\dots,m$), а также предельные значения c_j ($j=1,2,3$) и α_k ($k=1,2,3,4$) определяются по результатам контрольного эксперимента на этапе обучения.

Процесс контроля знания на основе кусочно-линейного метода показан на рис. 4.

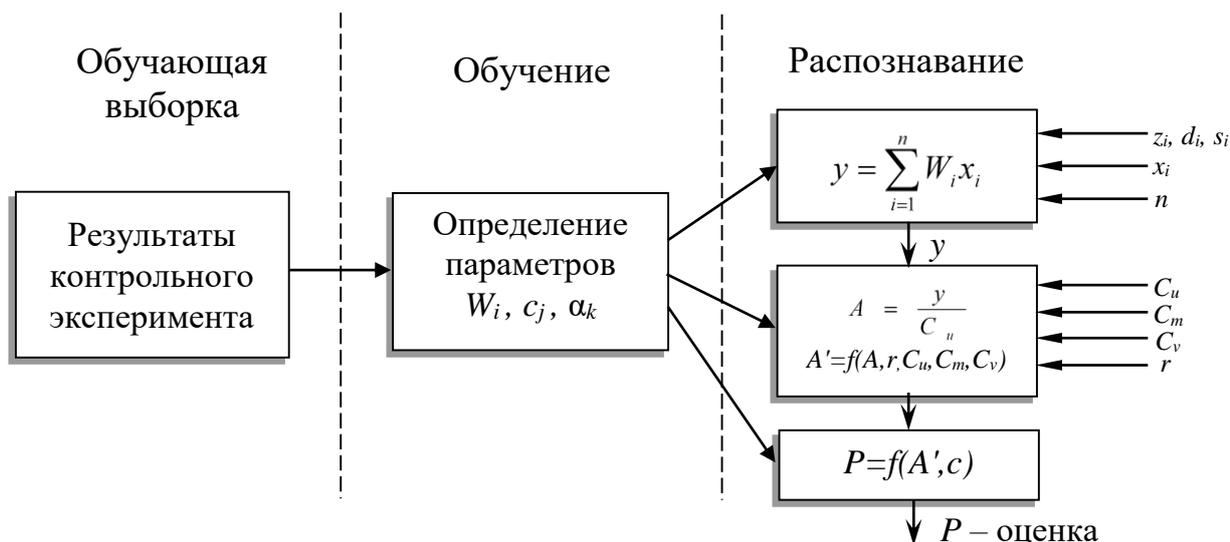


Рис. 4. Модель адаптивной оценки знаний на основе метода кусочно-линейной аппроксимации

Применение метода скользящего окна при кусочно-линейной аппроксимации позволяет достичь точности обучения в процессе классификации. Метод скользящего окна основан на идее последовательного сглаживания полиномами ряда членов, построенных для отдельных частей ряда, и составляется следующим образом. В первую очередь для первых N членов ряда строится многочлен p -уровня, при этом $p \leq N - 1$, а N может быть произвольным, область определения выявляется в соответствии со значениями построенной функции (на основе кусочно-линейной аппроксимации). Затем путем движения на шаг вправо получаем значения N ряда, строится новый полином и на основании его значений строится новая функция и т.д. (рис. 5).

Признак Объект	N_q	A	C_u	C_m	r
1-объект	0,331521739	0,18731112	0,070207453	0,923076923	0
2-объект	0,336956522	0,190570036	0,069583173	1	0,5
3-объект	0,338768116	0,187124897	0,072128313	0,769230769	0,25
4-объект	0,335144928	0,165912319	0,059210526	0,884615385	1
5-объект	0,336956522	0,177432797	0,064925086	0,884615385	0,75
6-объект	0,018115942	0,24521824	0,000144065	0,884615385	0
7-объект	0,231884058	0,125569485	0,173405686	0,538461538	0,5
8-объект	0,231884058	0,129014624	0,165962351	0,576923077	0,25
9-объект	0,231884058	0,131833374	0,19861698	0,423076923	0,5
10-объект	0,231884058	0,130521344	0,184306569	0,461538462	0,25
11-объект	0,231884058	0,129514042	0,177295428	0,384615385	0,5
12-объект	0,922101449	0,521929793	0,171676911	0,576923077	0,5
13-объект	0,923913043	0,525975927	0,175806761	0,576923077	0,5
14-объект	0,333333333	0,156567273	0,056809451	0,153846154	1
15-объект	0,338768116	0,194015175	0,090712639	0,230769231	0
16-объект	0,34057971	0,192762397	0,084854015	0,115384615	0,25
17-объект	0,608695652	0,33689111	0,165818287	0,423076923	0
18-объект	0,619565217	0,339896084	0,164569727	0,384615385	0,75
19-объект	0,623188406	0,355293401	0,171436804	0,423076923	0,75
20-объект	0,621376812	0,347624369	0,165482136	0,384615385	0,25
21-объект	0,619565217	0,349088765	0,16845947	0,423076923	0,5
22-объект	0,608695652	0,339210442	0,177535536	0,230769231	0,25
23-объект	0,608695652	0,341394338	0,172205148	0,384615385	0,25
24-объект	0,619565217	0,347023374	0,181137149	0,346153846	0,25
25-объект	0,619565217	0,34983366	0,157510565	0,653846154	0,25
26-объект	0,619565217	0,34832694	0,164617749	0,576923077	0,25
27-объект	0,619565217	0,345694414	0,175710718	0,384615385	0,25

h шаг сдвигания
 Y_1 - функция 1-го окна
 Y_2 - функция 2-го окна
 Y_3 - функция 3-го окна
 Y_4 - функция 4-го окна
 ...

Рис. 5. Метод скользящего окна

Исходя из этого, в процессе перехода на следующий уровень происходит так называемое скольжение «окон» в пространстве N по всем значениям ряда. Необходимо оптимально выбрать нечетные значения N , поскольку в этом случае последовательное значение средней точки в отрезке скольжения (точки вычисления значения полинома) всегда соответствует измеряемому следующему моменту. Ряд вычисленных значений составленных полиномов по сегментам ряда скользящих окон дает сглаженную оценку ряда анализируемых значений (конкретные значения).

Таким образом, окно включает в себя нечетные значения $N=2m+1$, которые относятся к ряду. Для удобства и избегания ограничения общности мы их отметим целыми числами (с индексами) $S = -m, -(m-1), \dots, -1, 0, 1, \dots, m-1, m$. При этом средняя точка окна равна $S=0$. Используя метод наименьших квадратов при оценке коэффициентов полинома, получаем следующее выражение:

$$\alpha_0 = c_0 + c_1 y_{-m} + c_2 y_{-(m-1)} + \dots + c_{2m+1} y_m. \quad (2)$$

Поскольку сумма в виде $\sum_{S=-m}^m S^j$ связана только с m , все коэффициенты $c_j, j = 1, 2, \dots, 2m + 1$ в уравнении (2) связаны с m и p , при этом y_S не зависит от наблюдений. Сглаженные значения ряда в точке $S=0$ равны $\bar{y}_0 = f(0) = \alpha_0$. В соответствии с этим сглаженные значения ряда в точке $S=0$ равны среднему весу (c_j) значений, наблюдаемых в точках $2m + 1$.

Таким образом, при использовании метода скользящего окна при оценке тренда необходимо обозначить постоянные c_j , зависящие от выбора только m и p , а затем вычислить α_0 по формуле (1).

Возможность получения более точных результатов путем сглаживания рядов методом скользящего окна можно видеть на примере определения сложности тестовых заданий. При применении самого простого варианта метода скользящего окна наблюдаются положительные результаты по сравнению с сглаживанием заданных рядов полиномами высокого порядка.

При применении метода скользящего окна возникает вопрос определения ширины окна. В связи с этим рассмотрены сглаживания с помощью скользящей кусочно-линейной аппроксимации полиномом 1го порядка на основе системы нечетких логических выводов и метод адаптации ширины скользящего окна на основе заданных данных.

Условия выбора ширины скользящего окна выражаются следующим образом:

$$|\delta a_i| \leq k \gamma_i. \quad (3)$$

Здесь k – коэффициент определения ширины отрезка надежности со стандартной погрешностью от 1 до 3, a_i – оценка коэффициента модели по методу наименьших квадратов, γ_i – стандартная погрешность i -коэффициента модели. Результат (3) позволяет создать адаптивную систему для выбора ширины скользящего окна в зависимости от характера представленных данных на основе определенного значения дисперсии коэффициентов модели.

В третьей главе диссертации **«Программное обеспечение и алгоритмы адаптивной оценки ситуаций в образовательной системе»**

рассматриваются вопросы адаптивной оценки состояния объектов образовательной системы на основе метода скользящего окна и классификации обучающихся по их способностям на основе алгоритмов вычисления оценок, разработаны информационные модели, алгоритмы и программное обеспечение системы адаптивного контроля знаний, а также описан процесс организации распределенной системы адаптивного контроля.

Исходя из разработанных методов сложность тестового задания определяется по формуле:

$$d' = d_3 + \beta_1 t_{avg} + \beta_2 C_i + \beta_3 D_1 + \beta_4 D_2 + \beta_5 D_3,$$

где d_3 – оценка, данная экспертами, тестовому заданию (очень легко, легко, средняя сложность, очень сложно); t_{avg} – среднее время, потраченное на выполнение тестового задания; C_i – уровень компетентности тестового задания, D_1 – количество выбранных тестовых заданий с 100%-ными правильными вариантами ответов; D_2 – количество выбранных тестовых заданий с 75%-ными правильными вариантами ответов; D_3 – количество выбранных тестовых заданий с 50%-ными правильными вариантами ответов; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ – коэффициенты искомой функции.

Для описания работы системы адаптивного контроля используются методологии IDEF. Контекстная диаграмма «Модуль контроля знаний и анализа полученных результатов» разработана на основе методологии IDEF0.

Контекстная диаграмма системы адаптивного контроля знаний приводится на рис. 6 и включает в себя следующие входящие потоки: сведения по регистрации пользователя, данные, полученные из сборника тестов, данные о выбранных тестах. Исходящие данные, являясь результатами выражения, состоят из отчетов по результатам контроля и тестовых заданий пользователя:

- сообщение об ошибке в ходе тестирования: обучающиеся могут потребовать у преподавателей внести изменения в тесты;
- отчет об успеваемости обучающихся: позволяет обучающимся провести анализ собственной деятельности по определенной дисциплине и определить уровень усвоения материала.

Разрабатываемая виртуальная контрольная система использует вспомогательные программные средства в программном комплексе, что позволяет расширить функциональные возможности этой системы, но оценка обучающихся с помощью дополнительных программных средств неизбежно приводит к увеличению времени обратной связи с системой. На основе предложенных моделей разработано специальное программное обеспечение – *Adaptive Assessment* (адаптивной оценки) для осуществления адаптивного контроля знаний студентов в условиях кредитно-модульной системы. При разработке программного обеспечения использовался комплекс программ, основанный на разработке веб-приложений (PHP, Java Script, JQuery, MySQL). Программа ориентирована на работу на различных платформах (Windows, Android, iOS, Tizen, Linux, NetWare и т.д.) и обладает возможностями многофункциональной адаптивной оценки и высокой защищенностью.

В четвертой главе диссертации «**Практическое внедрение программного обеспечения системы адаптивной оценки состояния объектов в сложных системах**» описываются программные и аппаратные средства организации системы адаптивной оценки состояния объектов, интерфейсы модулей программного обеспечения, результаты классификации состояний объектов учебного процесса на основе методов распознавания, сравнительный анализ традиционных и виртуальных учебных процессов на основе системы адаптивной оценки знаний, а также вопросы внедрения системы адаптивного контроля знаний в условиях академической системы кредита.

На основании результатов, полученных по итогам тестирования на базе приведенных критериев и сведений, полученных методом кусочно-линейной аппроксимации, алгоритмов вычисления оценок методом скользящего окна, проведено распознавание с помощью разработанного программного обеспечения. Задания выделены в классы по сложности, получены результаты после применения всех методов и определена точность обучения (таблица).

Результаты, полученные на основе методов распознавания

№ п/п	Метод распознавания	Точность обучения, %
1	Метод скользящего окна	98,8
2	Алгоритмы вычисления оценок	92,6
3	Метод кусочно-линейной аппроксимации	89,7
4	Метод полиномиальной регрессии (III порядка)	86,3
5	Метод дерева выводов (Decision tree)	85,5
6	Метод линейной регрессии	69,3

Результаты, полученные на основе проведенных исследований, показали, что при применении метода скользящего окна в решении задач адаптивной оценки ситуаций с помощью методов распознавания достигнута высокая точность по сравнению с другими методами.

При определении сложности контрольных заданий в процессе разработки программного обеспечения адаптивной оценки знаний, т.е. при автоматическом ранжировании тестовых заданий без участия экспертов, был использован метод скользящего окна на основе кусочно-линейной аппроксимации, а при классификации обучающихся по их способностям использовались алгоритмы вычисления оценок.

На основе разработанного виртуального учебного процесса и программного обеспечения системы адаптивного тестового контроля знаний в целях определения эффективности виртуализированного учебного процесса были проведены опытно-экспериментальные работы. Для объективной оценки знаний, которыми овладели обучающиеся на основе виртуальных и традиционных учебных процессов, применялась виртуальная система тестового контроля.

Результаты проведенных опытов с использованием статистических методов доказали высокие показатели эффективности исследовательских работ в экспериментальной группе относительно контрольной от 8 % до 12 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертационной работе на тему «Модели, алгоритмы и программное обеспечение адаптивной оценки ситуаций в образовательных системах» получены следующие научные и практические результаты:

1. Изучены закономерности информационных потоков в учебном процессе на основе системного анализа учебных процессов в образовательной системе, относящейся к группе сложных информационных систем, сформированы основные компоненты виртуализации учебного процесса и определены базовые модули программного обеспечения, разработка которого запланирована на их основе.

2. В результате особенностей системы тестового контроля, являющейся одним из базовых компонентов виртуального учебного процесса, выявлена необходимость в нем, а также сформированы принципы создания его алгоритмического и программного обеспечения.

3. Разработана многоэтапная математическая модель виртуального учебного процесса, на ее основе построена архитектура виртуального учебного процесса, разработано алгоритмическое обеспечение по обработке ее основных информационных потоков, взаимосвязанных узлов и информационных потоков. Это позволяет управлять учебным процессом для достижения поставленной цели.

4. Разработан усовершенствованный метод аппроксимации на основе скользящих окон в поиске оптимального решения задачи адаптивной оценки ситуаций. Результаты, полученные с использованием этого метода, сопоставлены с результатами классификации адаптивного контроля знаний на основе различных методов распознавания, и обоснована возможность достижения высоких результатов использования метода скользящего окна при решении таких задач.

5. Исследован метод скользящего окна, определяющий уровень значимости признаков в классе алгоритмов адекватного вычисления оценок и разработаны вычислительные алгоритмы получения на их основе информационного веса и оценки сложности. В результате классификация по состоянию объектов при разработке системы адаптивной оценки, в частности, классификация по сложности тестовых заданий, позволила повысить точность обучения.

6. Разработан программный модуль, поддерживающий принятие управленческих решений в практике оценки и анализа технического, экономического и социального состояния объектов в сложных системах с использованием адаптивных моделей и алгоритмов, разработанных на основе

метода скользящего окна. Разработанный программный модуль использован при решении задач классификации, в частности при оценке состояния в работе радиаторных изделий и теплообменников, произведенных на предприятии в виде модуля, что позволило повысить эффективность принятия решений.

7. Разработаны алгоритм оценки качества экспертов на основе алгоритмов вычисления оценок и его программный модуль. В результате этого повысилась надежность и точность информации при адекватном формировании таблицы учебной выборки в решении задач классификации и формировании базы данных системы адаптивного контроля.

8. Разработаны функциональная структура и структура данных системы адаптивной оценки, определяющей данные, которые входят в программное обеспечение, разрабатываемое на основе методологии IDEF, факторы воздействия на него и критерии влияния на исходящие данные как результат программного обеспечения. В результате этого появилась возможность определить модули программного обеспечения, разработка которого запланирована, его составные части, структуру базы данных и вычислительных операций, осуществляемых в нем.

9. Разработан протокол взаимодействия компонентов распределенного учебного процесса. Это позволило устранить недочеты и проблемы, возникающие в процессе передачи и обработки данных при применении программного средства в корпоративной сетевой среде.

10. На основе разработанных методов, алгоритмов и программных модулей разработано программное обеспечение системы адаптивной оценки Adaptive assessment, которая предназначена для работы в корпоративной сетевой среде. Разработанное программное обеспечение позволяет достичь эффективных результатов принятия адекватных решений при адаптивной оценке состояний в учебных процессах, объективной оценке и классификации обучающихся по способностям, а также выборе студентами следующего уровня в академической системе кредита.

11. Приводится сравнительный анализ процессов традиционного и виртуального обучения в рамках внедрения системы адаптивной оценки в образовательной системе. Согласно анализу, применение в учебном процессе адаптивной системы оценки, построенной на основе разработанных методов, моделей и алгоритмов, позволило повысить эффективность процесса на 8-12 % по сравнению с традиционным методом.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF
INFORMATION TECHNOLOGIES**

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

KHIDIROVA CHAROS MURODILLOYEVNA

**MODELS, ALGORITHMS AND SOFTWARE FOR ADAPTIVE
ASSESSMENT OF SITUATIONS IN EDUCATIONAL SYSTEMS**

05.01.04 – Mathematical and software support of computers, complexes and
computer networks

**DISSERTATION ABSTRACT
OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2019

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.3.PhD/T447

The dissertation has been prepared at Tashkent University of Information Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the websites of the Scientific Council (www.tuit.uz) and “ZiyoNet” Information and Educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific adviser: **Radjabov Bakhtiyor Sharipovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: **Muminov Bakhtiyor Boltaevich**
Doctor of Technical Sciences, Docent

Rakhimov Nodir Odilovich
Doctor of Technical Sciences

Leading organization: **Tashkent State Technical University**

The defense will take place “__” _____ 2019 at _____ the meeting of Scientific council No. DSc.27.06.2017.T.07.01 at the Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, city of Tashkent, Amir Temur street, 108. Phone: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent University of Information Technologies (is registered under No. _____). (Address: 100202, city of Tashkent, Amir Temur street, 108. Phone: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

Abstract of dissertation sent out on “__” _____ 2019 y.
(Mailing report No. _____ on “__” _____ 2019 y.).

R.Kh. Khamdamov
Chairman of the Scientific Council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

F.M. Nuraliev
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Docent

Kh.N. Zaynidinov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop software and algorithmic support for adaptive assessment models of situations in the educational process of the information management system of education, which is part of complex information systems.

The object of the research work is a virtual adaptive test process, which is a component of a complex information system.

The scientific novelty of the research work is as follows:

an improved approximation method based on sliding windows has been developed to solve the classification tasks during data mining;

models of adaptive assessment of situations based on the sliding window method have been developed;

on the basis of evaluation calculation algorithms have been developed quality assessment algorithms for experts of the adaptive assessment system;

an algorithm has been developed for the interaction protocol of the components of a distributed virtual educational process designed to work in a corporate network.

Implementation of research results. Based on the design of software, algorithms and models for solving the problems of adaptive assessment of situations in complex systems based on recognition methods:

Adaptive Assessment software that supports management decisions for evaluating heat exchangers and radiator products in the form of modules for their development, as well as for studying technical and social conditions in the Uzbek-Russian joint venture “Avtotraktorradiator”. (certificate of the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications of October 18, 2019, No.33-8/7392). The research results will increase the efficiency of decision-making when using the operating conditions of heat exchangers and radiators in the form of a module produced at the enterprise, by 10%, as well as on the useful effects of the total productivity of the enterprise by 4-5% per year;

models and software modules Adaptive assessment - all this happens with the help of various systems that use sliding windows that are implemented in the State Unitary Enterprise “Center for the Development of Information and Communication Technologies”. and decision-making (certificate of the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications of October 18, 2019, No.33-8/7392). Information processing and rapid accelerated monitoring, as well as an adaptive assessment of the facilities based on the services provided by the information processing system, allow increasing the coefficient of total labor productivity by 4–6% per year by 20–30%;

models, algorithms and software modules designed to assess situations in which systems are used, and solutions that should be implemented by BePro Programmer Center LLC and Developers Group LLC when developing software for the adaptive assessment of knowledge and skills of enterprise specialists (certificate of the Ministry for the Development of Information Technologies and

Communications of October 18, 2019, No.33-8/7392). The annual income of central programmers increased by 25%;

software with modules for adaptive assessment of the situation in the educational process, objective assessment of students and their classification by methods, support for making adequate decisions when choosing students in the framework of academic loans at the Tashkent University of Information Technologies and Chirchik State Pedagogical Institute (certificate of the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications of October 18, 2019, No.33-8/7392). The use of adaptive assessment methods for educational processes based on the methods, models and algorithms developed during research allows us to increase efficiency by 8-12% compared to traditional methods.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙЎАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Раджабов Б.Ш., Хидирова Ч.М. Ўқув жараёнини виртуаллаштириш тизимининг компонентлари ва дастурий таъминоти // ТАТУ хабарлари. – Тошкент, 2009. - № 3. – Б. 83-85. (05.00.00; №31)

2. Раджабов Б.Ш., Хидирова Ч.М. Махсус фанлар бўйича виртуал назорат тизимининг математик модели ва дастурий таъминоти // ТАТУ хабарлари. – Тошкент, 2010. - № 1. – Б. 107-112. (05.00.00; №31)

3. Хидирова Ч.М. Виртуал ўқув жараёнининг компьютер модели ва унинг дастурий таъминоти // *Informatika va energetika muammolari*. – Toshkent: Fan, 2010. - № 5. – Б. 57-62. (05.00.00; №5)

4. Хидирова Ч.М. Медиатаълим тизимида билимларни адаптив тест-назорат қилишнинг модел ва алгоритмлари. // ТАТУ хабарлари. – Тошкент, 2011. - № 4. – Б. 97-101. (05.00.00; №31)

5. Раджабов Б.Ш., Хидирова Ч.М., Мамажанов Р.Я. Алгоритмы параметрической адаптации моделей сложных систем по дискретным наблюдениям // ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2016. - № 3. – Б. 23-28. (05.00.00; №16)

6. Раджабов Б.Ш., Хидирова Ч.М. Исследование классов алгоритмов непрерывной и дискретной адаптации моделей в условиях неполной информации // ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2017. - № 2. – Б. 19-25. (05.00.00; №16)

7. Хидирова Ч.М. Кредит-модул тизими тузилмаси таркибида билимларни адаптив баҳолашни автоматлаштириш // Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари. – Тошкент, 2019. - № 1(7). – Б. 36-38. (05.00.00; №10)

8. Khidirova Ch.M. Methods and algorithms of determination of complexity of test questions for formation a database system of the adaptive test-control of knowledge // *International Conference in Central Asia on Information Science and Communications Technologies – ICISCT*. - Tashkent, 2017. - № 3. – pp. 2-5. Scopus, F=1,95-2016; 31.10.2017 243/3-сон раёсат қарори).

9. Khidirova Ch.M. Application of algorithms for calculating estimates in the problems of adaptive assessment // *European science review*. – Austria, 2018. No 9-10. – pp. 112-117. (05.00.00; №3)

10. Radjabov B.Sh., Khidirova Ch.M. “Algorithms of the Parametric Adaptation of Models of Complex Systems by Discrete Observations” // *Journal of Multimedia Information System*. – South Korea, 2017. Vol. 4. – pp. 317-320.

11. Khidirova Ch.M., Davronov Sh.R. Building systems of quality analysis adaptive test control of knowledge. // *Научный журнал «Молодой ученый»*. – Казань: ООО «Молодой ученый», 2016. - № 19(1). – С. 111-114.

12. Раджабов Б.Ш., Мамажанов Р.Я., Хидирова Ч.М. Внедрение виртуального образовательного процесса при обучении технических дисциплин // *Актуальные проблемы прикладной математики и*

информационных технологий – Аль-Хорезми 2009: Труды Международной конференции. – Ташкент, 2009. Том 2. – С. 296-300.

13. Khidirova Ch.M. Implementation of virtual educational process at training of technical disciplines // The 4th International Conference on “Application of Information and Communication Technologies – AICT”. –Tashkent, 2010. – pp. 169-171.

14. Khidirova Ch.M. Elaboration of model and algorithms of the virtual control of knowledge in educational process // The 5th International Conference on “Application of Information and Communication Technologies – AICT”. – Azerbaijan, Baku, 2011. – pp. 251-254.

15. Раджабов Б.Ш., Хидирова Ч.М. Виртуал назорат тизимида саволларнинг актуал тўпламини шакллантириш // Алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси учун кадрлар тайёрлаш сифатини ошириш муаммолари: ТАТУ ва филиаллари профессор-ўқитувчиларининг илмий-услубий конференция материаллари. – Тошкент, 2012. № 1. – Б. 176-178.

16. Хидирова Ч.М. Ўқув жараёнида виртуал ўқув қўлланмаларини тадбиқ этиш ва уларни ишлаб чиқиш технологиялари // Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини ахборот коммуникация технологиялари асосида ривожлантириш муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. – Қарши, 2012. – Б. 445-447.

17. Хидирова Ч.М. Методы идентификации процессов оценки надежности корпоративных вычислительных систем // Перспективные информационные технологии: Материалы Международной научно-технической конференции. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2017. – С. 1017-1020.

18. Хидирова Ч.М., Ахматов У.Ж. Разработка алгоритмов параметрической адаптации моделей сложных систем по дискретным наблюдениям // Перспективные информационные технологии: Материалы Международной научно-технической конференции. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2017. – С. 1020-1024.

19. Khidirova Ch.M., Ahmatov U.J. Synthesis of optimizational algorithms of continuous and discrete adaptation of models under conditions of incomplete information. // Таълим ва илмий тадқиқотлар самарадорлигини оширишда замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ўрни: Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. – Қарши, 2017. – Б. 176-178.

20. Хидирова Ч.М., Хамроев А.Х. Адаптив тест-назорат тизимини ишлаб чиқишда баҳоларни ҳисоблаш алгоритмларидан фойдаланиш // Таълим ва илмий тадқиқотлар самарадорлигини оширишда замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ўрни” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. – Қарши, 2017. – Б. 183-185.

21. Radjabov B.Sh., Khidirova Ch.M. Algorithms for continuous and discrete models of adaptation under conditions of incomplete information // The 4th International Conference on Big Data Applications and Services (BIGDAS2017). – Tashkent, Uzbekistan, 2017. – pp. 47–52.

22. Хидирова Ч.М. Применение методов распознавания образов в задачах адаптивной оценки // Инновации в технологиях и образовании: Материалы XI Международной научной конференции. – Белово, Велико-Тырново, Шумен, 2018. - Ч. 2. – С. 358-363.

23. Раджабов Б.Ш., Хидирова Ч.М. Мураккаб информацион тизимларда ҳолатларни адаптив баҳолашнинг узлуксиз ва дискрет моделлари // Математик моделлаштириш, алгоритмлаш ва дастурлашнинг долзарб муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. – Тошкент, 2018. – Б. 221-226.

24. Хидирова Ч.М. Virtual Education – Виртуаллаштирилган ўқув жараёнининг дастурий таъминоти // Ўзбекистон Республикаси Давлат патент идорасининг ЭҲМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома № DGU 02023. 9.08.2010.

25. Хамидуллаев А.Х., Каюмов Ш.Ш., Хидирова Ч.М. Олий ўқув юртлари таълими муҳити учун адаптив мониторинг тизими – Adaptive Assessment // О‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligining EHM uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 06471. 17.05.2019.

26. Хидирова Ч.М., Хамидуллаев А.Х. “Adaptive Assessment”–ҳолатларни адаптив баҳолаш тизими // О‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligining EHM uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 07121. 04.11.2019.

Автореферат «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари » илмий журнали таҳририяда таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларида матинларнинг мослиги текширилди

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 98.

Гувоҳнома № 10-3719

“Тошкент кимё технология институти” босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.