

**6D070300 – «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша (PhD)  
философия докторы дәрежесін алуға ұсынылған Смайыл Асель  
Маралбайқызының «Интеллектілік ақпараттық-оқыту жүйесінің  
үлгілері мен әдістері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына  
АҢДАТПА**

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі:** Смарт - университет шеңберінде ресурстардың семантикалық көрінісін ескере отырып, тиімді оқу процесін ұйымдастыруға мүмкіндік беретін білім беру ресурсын әзірлеу өзекті болып табылады.

Университеттер мен жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру орталықтарының көпжылдық жұмыс тәжірибесі үздіксіз кәсіптік білім беру жүйесінде жеке оқыту негізгі талап, ал жеке білім беру проблемаларын шешудегі басты шектеу уақыт болып табылатынын көрсетеді. Бұл мәселенің тағы бір маңызды аспектісі болашақ мамандардың жеке қажеттіліктерін ескермейтін мәлімделген оқу бағдарламаларының мазмұны болып табылады. Оқу процесі әр студент үшін бірдей, әр курс үшін материал бірдей. Мықты пайдаланушы үшін мазмұн тым қарапайым және жеткіліксіз болуы мүмкін, сондықтан тиімсіз, ал әлсіз пайдаланушы үшін бұл күрделі және түсініксіз болуы мүмкін. Осылайша, оқуды дараландырудың балама тәсілдерін табу әлі де өзекті мәселе болып қала береді. Өзін-өзі оқыту және кәсіби білімді жетілдіру үшін сапалы жаңа мүмкіндіктер жергілікті және жаһандық желілерді қолдана отырып, қашықтықтан оқытудың жаңа ақпараттық технологияларын ұсынады. Дәстүрлі түрде құрылған күндізгі және одан да көп сырттай оқу курстарынан айырмашылығы, ақпараттық технологияларды қолдану тікелей жұмыс орнында оқуға жол ашады, бұл дұрыс ұйымдастырылған кезде процесті жекелеңдіруге және пайдаланушыларды жұмыста айтарлықтай үзілістерсіз оқытуға қажетті уақытты бөлуге мүмкіндік береді. Компьютерлік оқыту тұжырымдамасы процестің автономиясы (өзін-өзі басқару) қағидаттарына негізделген. Оны жүзеге асыру оқытушылар мен пайдаланушылардың өзара моральдық жауапкершілігінің дамыған компоненті бар оқыту және бақылау бағдарламаларының жаңа үйлесімін қамтиды. Оқу үрдісіндегі дербестік тек оқу орнының тәуелсіздігін ғана емес, сонымен қатар студенттің көп деңгейлі білім беру жүйесі аясында жеке оқу жолын таңдау құқығын да білдіреді.

**Зерттеу мақсаты.** Оқу процесінің траекториясы мен даралану ерекшеліктерін ескере отырып, деректердің семантикалық көрсетілуіне негізделген зияткерлік ақпараттық жүйенің модельдері мен әдістерін қолдана отырып жүйені әзірлеу.

**Зерттеу міндеттері.** Зерттеу мақсатына жету үшін келесі міндеттер қойылып шешілді:

- 1) Білім беру ресурстарына арналған қолданыстағы ақпараттық жүйелерге шолу және талдау;
- 2) Білім беру ресурсын құру модельдері мен әдістері;
- 2.1) Білім беру ресурсының контентін қалыптастыру;

- 2.2) Контентті семантикалық талдау негізінде құрастыру;
- 2.3) Мазмұнның реттілігін анықтау;
- 2.4) Микро оқытуға сәйкес оқыту элементтерінің санын басқару;
- 3) Жүйені веб-портал түрінде әзірлеу;
- 4) Бағдарламалық жасақтаманы тестілеу;
- 5) Astana IT University-ге бағдарламалық қамтамасыз етуді енгізу.

**Қорғауға шығарылатын диссертацияның негізгі ережелері:**

- 1) Білім беру ресурсын құру әдістемесі семантикалық талдауға негізделген;
- 2) Ұсынылған гипотеза негізінде тақырып жұбының семантикалық жақындық коэффициентін белгілеу;
- 3) Контенттегі материалдың орналасуы (слайдтарда, мәтіндерде) микро оқыту әдісімен анықталады;
- 4) Ресурстардың семантикалық көрінісі арқылы білім беру сапасы мен тиімділігінің жоғарылауын көрсететін дамыған жүйені эксперименттік зерттеу нәтижесі білім беру процесін цифрландыруға жағдай жасайды.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы:**

Кез-келген оқушыға арналған мазмұнды қалыптастырудың модельдері мен әдістерін қолдану ғылыми негізделген, пайдаланушының ерекшеліктерін ескереді.

Оқу мазмұнын құру үшін семантикалық талдау әдістері алғаш рет қолданылды.

Гипотеза контекстік жиынтықты қолдана отырып, сөздердің семантикалық жақындығын анықтау әдістерін қолдана отырып жасалады, содан кейін эксперимент, ғылыми гипотеза мазмұн тізбегін анықтау үшін Пирсонның корреляция әдісі арқылы дәлелденді, сонымен қатар ғылыми жұмыста онтология арқылы қашықтықтан оқыту ережелері келтірілген.

Дамыған жүйені қолдану білім беру сапасын жақсартатыны және тиімділігін көрсететіні дәлелденді.

**Жұмыстың практикалық маңыздылығы:**

Жұмыста алынған теориялық және қолданбалы нәтижелер ақпараттық және оқыту ұйымдары үшін жүйені жобалау мен дамытуда қолданыла алады. Сондай-ақ, алынған ғылыми нәтижелер әр оқушының жеке ерекшеліктерін ескере отырып, оқу процесін автоматтандыру үшін теориялық және қолданбалы негіз ретінде жасалуы мүмкін (интеллектуализация).

Интеллектуалды ақпараттық-оқыту жүйесінің модельдері мен әдістерін пайдалана отырып әзірленген жүйе ЖІШС "Astana IT University" университетінде енгізілді, ол қазіргі уақытта оқытуда белсенді қолданылады.

**Зерттеу әдістері:**

Семантикалық талдау (екі тақырыптың семантикалық жақындығы), деңгейлерді бөлу алгоритмі, жергілікті сілтеме әдістері, мысалы, Дайс өлшемі, Джаккар индексі және Кульчинский өлшемі, сонымен қатар Пирсонның корреляция әдісі, микро оқыту әдістері, Манн-Уитни критерийін қолдана отырып статистикалық талдаудың параметрлік емес әдісі.

**Зерттеу нәтижелерін апробациялау және енгізу**

Жұмыстың негізгі ережелері мен ғылыми нәтижелері халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің "Ақпараттық жүйелер" кафедрасының семинарларында және ИТМО Ұлттық Зерттеу университетіндегі жас ғалымдардың V бүкілресейлік Конгрессінде (Ресей, Санкт-Петербург, 2016); Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 25 жылдығына және Сүлеймен Демирель университетінің 20 жылдығына арналған "Білім мен ғылымдағы инновациялар" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Қазақстан, Қаскелең, 2016); Қазақстан Тәуелсіздігінің 25 жылдығына арналған "Тәуелсіздікке апарар жол он жылдан кейін" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Қазақстан, Алматы, ХАТУ, 2016); "Ғылым мен өнеркәсіптегі ақпараттық технологиялар 2016" 2-ші халықаралық конференциясында (Қазақстан, Алматы, ХАТУ, 2016); "Ғылым мен қоғамның 5-ші Халықаралық конференциясы – практикалық қолданудың әдістері мен проблемалары" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Канада, Ванкувер, 2018); "Цифрлық Қазақстан - техникалық және кәсіптік білім беруге IT-технологиялар тетігін енгізу: білім беру процесінде модульдік және кредиттік оқыту технологияларын пайдалану ерекшеліктері" республикалық оқу-әдістемелік бірлестігінде (Қазақстан, Алматы, 2018); "Жүйелердің сенімділігі мен қауіпсіздігі жөніндегі 3-ші халықаралық конференциясында (ICSRS 2018)" (Испания, Барселона, 2018); "Ғылым мен өнеркәсіптегі цифрлық технологиялар-2019" 5-ші халықаралық конференциясында (Қазақстан, Алматы, 2019); 2021 IEEE Интеллектуалды ақпараттық жүйелер мен технологиялар (SIST) (Қазақстан, Нұр-сұлтан, 2021) және Дортмундағы Халықаралық ғылыми-зерттеу конференциясында 2021 (IRC 2021) баяндалып, талқыланды.

### **Диссертацияның көлемі мен құрылымы**

Жұмыстың құрылымы тұжырымдалған мәселелерді шешудің мақсаты мен дәйектілігімен анықталады және проблемалық-тақырыптық принципке негізделген. Диссертация кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған дереккөздердің 77 атауынан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады.

### **Диссертация тақырыбы бойынша жарияланымдар**

Диссертациялық жұмыс барысында алынған негізгі нәтижелер 12 баспа жұмысында жарияланды, оның ішінде 4 мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда жарияланды, 1 мақала Scopus және Web of Science Core Collection деректер базасымен индекстелетін, импакт-факторы 1,635 басылымда жарияланды, компьютерлік ғылымдар мен ақпараттық жүйелерге арналған квартиль-Q3, компьютерлік ғылымдар саласындағы қосымшаларға арналған процентиль – 51, 4 мақала халықаралық шетелдік конференциялар жинақтарында (Канада, Испания, Украина, Германия), 6 мақала халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар жинақтарында (Қазақстан) жарияланған және 1 "Деректерді семантикалық ұсынудың модельдері мен әдістерін пайдалана отырып, зияткерлік ақпараттық жүйе"

ЭЕМ бағдарламасына 2021 жылғы 14 шілдедегі № 19399 авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы авторлық куәлік алынған.

**Кіріспеде** диссертацияның таңдалған тақырыбының өзектілігіне негіздеме беріледі. Диссертацияның мақсаты, объектісі, пәні және міндеттері тұжырымдалған. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері сипатталған, олардың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы көрсетілген. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелерін сынақтан өткізу туралы мәліметтер келтірілген.

**Диссертацияның бірінші бөлімінде** білім беру мекемелері үшін зияткерлік ақпараттық жүйенің маңыздылығы мен рөлі қарастырылады. Білім беру процестерін автоматтандырудың заманауи тәсілдеріне шолу және талдау, сондай-ақ әдебиеттерге шолу жасалды. Пән мазмұнының ерекшеліктері, сондай-ақ оқу элементтерінің жүйелілігі мен саны қарастырылған.

Ақпараттық технологиялар қоғамның интеллектуализациясы, оның білім беру жүйесі мен мәдениетін дамыту процесінде басты орын алады. Сонымен қатар, оқытудың ақпараттық құралдарын пайдалану өзін-өзі оқыту жүйелері үшін де, кадрлардың біліктілігін арттыру және қайта даярлау жүйелері үшін де өте тиімді әдіс болды.

Қазіргі қоғамды ақпараттандыру процестері және олармен тығыз байланысты білім беру қызметінің барлық нысандарын ақпараттандыру процестері қазіргі заманғы ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) жетілдіру және жаппай тарату процестерімен сипатталады. Мұндай технологиялар ашық және қашықтықтан білім берудің заманауи жүйелерінде оқытушы мен студенттің өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету және ақпарат беру үшін белсенді қолданылады. Қазіргі заманғы мұғалім АКТ саласында білімді ғана емес, сонымен қатар оларды кәсіби қызметінде қолдану бойынша маман болуы керек. Технология тұжырымдамасы практикалық мәселені шешу үшін ғылыми және инженерлік білімді қолдануды қамтиды. Содан кейін ақпараттық технологияларды білімді ақпараттық ресурсқа айналдыру процесі ретінде қарастыруға болады. Ақпараттық технологиялардың мақсаты оны кейіннен талдау үшін ақпарат алу және оның негізінде белгілі бір әрекетті орындау туралы шешім қабылдау болып табылады. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар-бұл ақпаратты өңдеудің әртүрлі құрылғыларын, механизмдерін, әдістері мен алгоритмдерін сипаттайтын жалпы түсінік. АКТ желілік құралдарының көмегімен оқу-әдістемелік және ғылыми ақпаратқа кеңінен қол жеткізуге, жедел консультациялық көмекті ұйымдастыруға, зерттеу қызметін модельдеуге, нақты уақыт режимінде виртуалды оқу сабақтарын (семинарлар, дәрістер) өткізуге болады.

Ақпараттық технологиялардың әлеуметтік маңыздылығын талдай отырып, мыналарды атап өткен жөн:

- Қазіргі заманғы ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар қоғамның дамуының маңызды стратегиялық факторы болып

табылатын ақпараттық ресурстарын жандандыруға және тиімді пайдалануға мүмкіндік береді;

- Өркениеттің дамуы ақпараттық қоғам бағытында жүреді, онда жұмыспен қамтылған халықтың көпшілігінің объектілері мен нәтижелері енді материалдық құндылықтар емес, негізінен ақпарат және ғылыми білім болып табылады. Сонымен бірге, ақпараттық технологиялар қоғамда болып жатқан ақпараттық процестерді оңтайландыруға және көптеген жағдайларда автоматтандыруға мүмкіндік береді;

- Ақпараттық процестер басқа, күрделі өндірістік немесе әлеуметтік процестердің маңызды элементтері болып табылады. Осыған байланысты ақпараттық технологиялар тиісті өндірістік немесе қоғамдық технологиялардың құрамдас бөлігі ретінде қарастырылады;

- Телекоммуникациялық технологиялар ақпараттық технологиялардың бөлігі бола отырып, адамдар мен ұйымдар арасындағы ақпараттық өзара іс-қимылды қамтамасыз етуде, сондай-ақ бұқаралық ақпаратты дайындау және тарату жүйелерінде өте маңызды рөл атқарады.

Astana IT University, Халықаралық Ақпараттық Технологиялар Университеті, Нархоз университеті, AlmaU, UIB, Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті және Астана Медицина Университеті сияқты Қазақстанның 7 жоғары оқу орны іріктелді. 2020 жылдың 16 наурызынан бастап бүкіл әлемдегі пандемияға байланысты барлық университеттер қашықтықтан оқытуға көшті. Жоғарыда аталған барлық университеттер "Moodle" жүйесін пайдаланады, өйткені жүйенің артықшылықтары бар: модульдік веб-бағдарланған құрылым, мультимедиялық деректерді қолдау, SCORM және IMS халықаралық стандарттарына сәйкес құрылған курстармен, сондай-ақ ашық бастапқы жүйемен жұмыс істеу мүмкіндігі бар. Қашықтықтан білім беруді талдау келесі артықшылықтарды анықтады: оқу процесінің икемді кестесі, сонымен қатар материалдардың қол жетімділігі және ұтқырлық. Кемшіліктері: өзін-өзі тәрбиелеу, жауапкершілік, төзімділік, табандылық және табандылық.

Адаптивті интеллектуалды жүйелер мыналарды ұсынады: интерактивті білім беру ортасында оқытудың икемділігі, оқытуды жекелендіру және бейімдеу, географияға қарамастан мазмұнға еркін қол жетімділік. Мұндай технологиялар оқу-әдістемелік материалдарды әзірлеуге, сондай-ақ оқытудың жеке траекторияларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

94 респонденттің арасында адаптивті интеллектуалды оқыту жүйесін қолдану туралы орыс тілінде сауалнама жүргізілді. Сұрақтар қашықтықтан оқытуға арналды. Себебі бейімделу жүйесін бірінші кезекте қашықтықтан оқытуда қолдануға болады. Сауалнама нәтижелері респонденттер бейімделгіш зияткерлік жүйенің көмегімен оқығысы келетінін көрсетті, өйткені бұл қазір өзекті. Сауалнама нәтижелеріне сүйене отырып, студенттер өздері білетін пәндерге уақыт жұмсағысы келмейді, жеке оқу траекториясын қалайды деп қорытынды жасауға болады. Жүйе пайдаланушылар үшін бейімделгіш және ақылды болуы керек. Шолу және талдау мазмұнның реттілігі мәселесі бар және шешілмегенін көрсетті, осыған байланысты бұл

жұмыста контенттің арасындағы айырмашылықтардың өзара байланысының ерекшеліктері қарастырылады, семантикалық деректерді талдау негізінде мазмұн тізбегі анықталады, сонымен қатар жеке оқу процесі бар жүйе жүзеге асырылады. Дәстүрлі оқытуда процестерді рәсімдеуде кемшіліктер бар, өйткені оқыту барлық студенттер үшін бірдей. Мазмұн бірдей және пайдаланушыларды қабылдау түрлері әртүрлі, сонымен қатар қолданушы бүкіл курсты білуі мүмкін, бірақ ол оны өтуі керек. Дәстүрлі оқыту жүйесі икемді емес, әр қолданушы үшін жеке емес. Оқытуды рәсімдеудің қолданыстағы әдістері әлсіз, сондықтан оқытуды даралау арқылы оқытудың тиімділігін арттырған жөн. Әдістер мен модельдерді қолдану арқылы жүйені дамыту оқытудың тиімділігін арттырады. Бөлімде сонымен қатар оқытудың жақсы тиімділігін қамтамасыз ететін көп өлшемді оқыту моделі туралы айтылады. Әдебиетке шолу әлемде жеке оқу үрдісі бар екенін көрсетті. Көптеген ғалымдар пайдаланушылар үшін адаптивті жүйелерді ойлап тапты. Адаптивті интеллектуалды жүйе барлық пайдаланушыларға қажетті білім алу кезінде оқуға уақытты тиімді жұмсауға көмектеседі.

**Диссертацияның екінші бөлімінде** зияткерлік ақпараттық-оқыту жүйесін құру әдістемесі қарастырылады. Атап айтқанда, оқу процесінің мазмұны пайдаланушының қабылдау түріне байланысты болуы керек. Онтология көмегімен семантикалық мазмұнды талдау оқушыға жеке траекторияны қамтамасыз етеді. Білім беруді ақпараттандыруға байланысты компьютерлік оқытуда адаптивті оқыту идеялары да қолданылды.

Оқытудың ақпараттық жүйесінің бейімделгіш оқыту қағидаттарын ескере отырып әзірленуі үшін негізгі талап білім алушының жеке ерекшеліктеріне сәйкес оқыту процесін (университет шеңберінде де, қашықтықтан оқыту кезінде де) қамтамасыз ету болып табылады. Бұл мәселені оқыту жүйесіне оқыту жүйесінің функционалдығының әртүрлі нұсқаларына және оны жүзеге асырудың әртүрлі тәсілдеріне байланысты әртүрлі әдістер мен әдістерді енгізу арқылы шешуге болады.

Қабылдау түрі бойынша психофизиологиялық қабілеттер визуалды, аудио және кинестетикалық болып бөлінеді. С. Ефремцевтің басым перцептивті модальділігін диагностикалау-қабылдаудың жетекші арнасының әдісі. Визуалдар ақпаратты суреттер, жад, қиял арқылы қабылдайды. Визуалда қимылдың жоғарылауы бар. Аудиалдар ақпаратты есту арқылы қабылдайды. Кинестетик ақпаратты сезім, эмоциялар арқылы қабылдайды. Айта кету керек, ойлаудың бір түріне жататын адам жоқ. Біздің әрқайсымызда олардың әрқайсысының бір бөлігі бар, бірақ сонымен бірге адамның қабылдаудың басым түрі бар. Статистикаға сәйкес, адамдардың 35% - ында қабылдаудың басым түрі-визуалды, адамдардың 25% - ында қабылдаудың басым түрі-аудиал, ал адамдардың 40% - ында қабылдаудың басым түрі-кинестетикалық. Визуалға арналған мазмұнды визуализациялау әдістері: диаграммалар, графиктер, иллюстрациялар, демо-модельдер, эксперименттер. Аудиалдар үшін: дәріс материалдары, аудиокурстар, бейне, аудиокітаптар.

Халықаралық Ақпараттық Технологиялар Университетінде "Database in Information Systems" курсы аясында жетекші қабылдау арнасы әдісі бойынша студенттердің 3 тобы үшін ойлау түрін анықтауға тест өткізілді.

Интеллектуалды білім беру жүйесі пайдаланушыларға тиімді білім алуға көмектеседі. Ақпараттық жүйе мыналарды көздейді:

- интерактивті білім беру ортасында оқытудың икемділігі;
- оқытуды дербестендіру және бейімдеу;
- қабылдау түрі бойынша алуан түрлі контент;
- географияға қарамастан контентке тегін қол жеткізу.

Зияткерлік жүйе революциялық оқу материалдарын әзірлеуге, сондай-ақ оқытудың жеке траекторияларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Жүйенің бейімделуі-әр пайдаланушының өзіндік оқу траекториясы болады. Кірген кезде пайдаланушылар қабылдау түрін және белгілі бір курс бойынша білім деңгейін анықтайтын 2 сынақтан өтеді.

Интеллектуалды ақпараттық жүйелер дәстүрлі ақпараттық жүйелерді дамытудың табиғи нәтижесі болып табылады. Олар шешім қабылдау үшін ақпаратты дайындау процестерін ғана емес, сонымен қатар ақпараттық жүйе алған мәліметтерге негізделген шешімдерді әзірлеу процестерін автоматтандырудың жоғары деңгейімен жоғары технологиялық технологияларды шоғырландырды.

Онтологияны әзірлеу қамтитын жолдар:

- 1) онтологиядағы классты анықтау;
- 2) класстардың таксономиялық иерархияда орналасуы (кіші класс-суперкласс);
- 3) слоттарды анықтау және осы слоттардың рұқсат етілген мәндерін сипаттау;
- 4) дана слоттарының мәндерін толтыру.

16 класстарм және атрибуттар жүйе үшін жасалды: класс «departments» id, name, created\_at, updated\_at бап; класс «users» id, name, email, password, remember\_token, created\_at, updated\_at бап; класс «students» id, character\_type, user\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «teachers» id, name, user\_id, department\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «subjects» id, name, department\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «teacher\_subjects» id, teacher\_id, subject\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «quizzes» id, title, teacher\_id, subject\_id, isPsychological, created\_at, updated\_at бап; класс «question\_types» id, name, created\_at, updated\_at бап; класс «student\_quizzes» id, student\_id, quiz\_id, accepted, result, created\_at, updated\_at бап; класс «questions» id, title, question\_value, quiz\_id, question\_type\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «themes» id, name, subject\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «materials» id, title, created\_at, updated\_at бап; класс «answers» id, right, content, question\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «question\_themes» id, question\_id, theme\_id, created\_at, updated\_at бап; класс «theme\_materials» id, material\_id, theme\_id, character\_type, created\_at, updated\_at және класс «student\_quiz\_results» id, question\_id, answer\_id бап.

Құру әдістемесі мазмұн үшін онтологияны қолданады. Онтологияны дамыту класстарды анықтаудан басталады, содан кейін класстарды таксономиялық иерархияда бөлу керек, содан кейін слоттарды анықтау және осы слоттардың рұқсат етілген мәндерін сипаттау және соңында экземпляр ұяларының мәндерін толтыру қажет. Осылайша, білім беру мекемелері үшін мазмұн онтологиясын жасауға болады. Сондай-ақ, мазмұнды пайдаланушының қабылдау түрі бойынша бөлу анықталад. Онтологияны құру оқуды жекелендіруге жағдай жасауға көмектеседі. Деректерді семантикалық талдаудың әртүрлі әдістерін қолдану пайдаланушылар үшін жеке оқу траекториясын құруға мүмкіндік береді.

**Диссертацияның үшінші бөлімінде** сөздер мен тақырыптардың семантикалық жақындығын есептеудің әртүрлі әдістері мен модельдері қарастырылған. Мәселе бір пән бойынша тақырыптар тізбегін, сондай-ақ оқу элементтерінің санын қолдана отырып шешіледі. Гипотеза, сондай-ақ әртүрлі ғылыми әдістерді қолдана отырып гипотезаны дәлелдеу ұсынылады. Ақпараттық жүйенің математикалық моделі жасалды. Интеллектуалды жүйенің көмегімен оқытудың тиімділігін бағалау да анықталады.

Мазмұнды құру алгоритмін қарастырамыз. Кез-келген курстың  $T_N$  тақырыптары арасындағы байланыс бағдарланған граф түрінде ұсынылуы мүмкін,  $G_T$  графтың шыңдары тақырыптар, ал доғалар тақырыптар арасындағы қатынасты анықтайды.  $G_T$  тақырып графының қасиеттері:

1) оқу процесінің басталуына сәйкес келетін бастапқы шың және оқу процесінің соңына сәйкес келетін соңғы шың бар.

2)  $G_T$  - бұл шексіз график, өйткені  $T_N$  тақырыбы басталатын тақырыптар тізбегін игеріп, студент оны қайтадан оқи алмайды.

3)  $G_T$  графы шексіз болғандықтан, оны деңгейлерге бөлуге болады, яғни иерархия түрінде ұсынуға болады.

Бұл жағдайда жоғарғы деңгейде жалған бастапқы шың, ал төменгі деңгейде оқу процесінің соңына сәйкес келетін жалған соңғы шың болады. Қорытынды шың студент бітіргеннен кейін болуы құзіреттіліктерді талдау негізінде анықталады.

Алгоритмнің шексіз  $G_T$  графигі деңгейінде ыдырауын қарастырамыз:

1) кіретін доғаларсыз шыңды тауып, оған  $r = 0$  дәрежесін беріңіз. Осы шыңнан доғаларды аламыз.

2) қандай да бір кезеңде бағанда кіріс доғалары жоқ шыңдар жоқ делік. Осы шыңдарға  $r$  дәрежесінің келесі мәнін береміз және олардан шыққан доғаларды алып тастаймыз.

3) 2-кезең барлық шыңдар сараланғанға дейін қайталанады.

Ескерту 1. Шексіздік қасиеті мұрагерлік болып табылады, яғни егер графтың кез-келген шыңы құлаған доғалармен бірге алынып тасталса, қалған қосалқы графта шексіз болады.

Ескерту 2. Контурсыз графтар келесі қасиеттерге ие:

– кіріс доғаларсыз кем дегенде бір шың бар (бастапқы шың);



- Шығыс доғаларсыз кем дегенде бір шың бар (соңғы шың деп аталады);
- Граф иерархия түрінде ұсынылуы мүмкін, яғни деңгейлерге жайылуы мүмкін, ал деңгей нөмірі-бұл бастапқы шыңнан осы деңгейдің шыңына дейінгі максималды жолдың ұзындығы.

Профессор Бондарчуктың семантикалық жақындығын есептеу әдісі қолданылды.  $w_1$  және  $w_2$  - семантикалық жақындықты есептеу керек сөздер делік. Бондарчук әдісін бірнеше кезеңге бөлуге болады:

1.  $w_1$  және  $w_2$  сөздерінің контекстік жиынтығын қалыптастыру. Бұл жиынтықтарда  $w_1$  және  $w_2$  сөздері бір контексте жиі қолданылатын сөздер бар. Содан кейін сөздердің жалпы контекстік жиынтығы қалыптасады. Бұл жиынтықтың қуаты  $n+m$ .

2 Жалпы анықтаушы мен  $w_1$  және  $w_2$  сөздерінің әрқайсысы арасындағы қалыпқа келтірілген қасиеттерді есептеу.

3. Семантикалық жақындықты есептеу. Семантикалық жақындықты есептеу үшін  $C$  мәтінмәндерінің жиынтығынан барлық сөздер үшін  $R_i$  коэффициенттерін есептеу керек.

Сондай-ақ, 1-кестеде көрсетілген барлық тақырыптардың бір-бірімен семантикалық жақындығын есептеу керек:

Кесте 1. Тақырыптар арасындағы семантикалық жақындық

| <b>Topics</b>                                            | <b><math>w_1</math></b> | <b><math>w_2</math></b> | <b>Semantic proximity</b> |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Topic 1 - Introduction to the Information Systems        | Topic 1                 | Topic 2                 | 0,3                       |
| Topic 2 - Software Requirement Specification (part 1)    | Topic 2                 | Topic 3                 | 0,8                       |
| Topic 3 - Software Requirement Specification (part 2)    | Topic 3                 | Topic 4                 | 0,77                      |
| Topic 4 - Information System modeling                    | Topic 4                 | Topic 5                 | 0,483                     |
| Topic 5 - UML modeling                                   | Topic 5                 | Topic 6                 | 0,81                      |
| Topic 6 - Design of IS                                   | Topic 6                 | Topic 7                 | 0,44                      |
| Topic 7 - Database                                       | Topic 7                 | Topic 8                 | 0,21                      |
| Topic 8 - Search Engine                                  | Topic 8                 | Topic 9                 | 0,37                      |
| Topic 9 - Software Testing Information System            | Topic 9                 | Topic 10                | 0,48                      |
| Topic 10 - Feasibility study of the IS                   | Topic 10                | Topic 11                | 0,91                      |
| Topic 11 - Criteria for IT projects                      | Topic 11                | Topic 12                | 0,27                      |
| Topic 12 - Development of IS                             | Topic 12                | Topic 13                | 0,67                      |
| Topic 13 - ADO technology                                | Topic 13                | Topic 14                | 0,34                      |
| Topic 14 - Final presentation,<br>Topic 15 - Examination | Topic 14                | Topic 15                | 0,94                      |

**Ұсынылған гипотеза:** егер семантикалық жақындық 0,75-тен үлкен болса (сараптамалық зерттеулер мен эксперимент нәтижесінде), онда тақырыптар тәуелді болады, атап айтқанда тақырыптар арасындағы үлкен семантикалық байланыс анықталады. Басқаша айтқанда, бұл тақырыптардың мазмұны өзара байланысты және бір-біріне байланысты. Әрине, тақырыптар сәйкес келеді. Егер гипотезаны ұстанатын болсақ, онда тәуелділік тақырыптарда көрінеді:

1. тәуелділік-T2, T3;
2. тәуелділік-T3, T4;
3. тәуелділік-T5, T6;
4. тәуелділік – T10, T11;
5. тәуелділік-T14, T15.

Ережелер:

1-ереже: егер студент 2-ші тақырыпты игермеген болса, ол 3-ші тақырыпқа ауыса алмайды;

2-ереже: егер студент 2-тақырыпты игерсе, бірақ 3-тақырыпты игермесе, ол 4-тақырыпқа ауыса алмайды;

3-ереже: егер студент 5-тақырыпты игермеген болса, ол 6-тақырыпқа ауыса алмайды;

4-ереже: егер студент 10-тақырыпты меңгермеген болса, ол 11-тақырыпқа ауыса алмайды;

5-ереже: егер студент 14-тақырыпты игермеген болса, ол 15-тақырыпқа ауыса алмайды.

Деректердің семантикалық көрінісін, сондай-ақ мәтіннің семантикалық талдауын қолдана отырып, бір тақырып аясында тақырыптар тізбегін жасауға болады. Болашақта бұл әдісті тек оқу процесінде ғана емес, сонымен қатар курста немесе оқу жылына жоспар құру кезінде де қолдануға болады.

Ғылыми эксперимент Astana IT University-де 2019 жылдың бірінші триместрінде бірінші курс студенттері арасында өткізілді. Бұл экспериментке 5 топқа бөлінген 115 қолданушы қатысты. Студенттер алдымен білім деңгейін анықтау тестінен, содан кейін қабылдау түрін анықтау тестінен өтті. Білім беру жүйесі үшін қабылдаудың тек 2 түрі бар: визуалды және аудио. Мазмұн түрі үшін қабылдау түрі анықталды. Элементтердің визуалдары үшін жүйе көбірек бейнелер, презентациялар, аудиоматериалдар үшін - тек аудиокітаптар мен дәрістер берді. Әр дәрістен кейін 2-кестеде көрсетілгендей тапсырмалар берілді. Бірінші триместрде пайдаланушылар барлық емтихандарды, соның ішінде практикалық немесе зертханалық тапсырмалар мен тесттерді тапсыра алады.

2-кесте - бір топтың барлық бағалары

|   |           | type   | level | kn | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8   | a9  | a10 | a11 | a12 | a13 | a14  | a15 |
|---|-----------|--------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 1 | 1_student | audial | 22    | 95 | 49 | 64 | 70 | 72 | 78 | 85 | 93 | 87,5 | 95  | 90  | 80  | 81  | 87  | 82,5 |     |
| 2 | 2_student | visual | 20    | 95 | 63 | 73 | 55 | 74 | 76 | 85 | 85 | 75   | 85  | 80  | 70  | 74  | 75  | 75   |     |
| 3 | 3_student | visual | 20    | 95 | 43 | 50 | 60 | 57 | 72 | 85 | 92 | 87,5 | 100 | 75  | 80  | 80  | 90  | 81,6 |     |

|    |            |        |    |       |       |       |      |       |       |      |       |      |       |    |       |       |       |       |       |
|----|------------|--------|----|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4  | 4_student  | audial | 23 | 70    | 43    | 53    | 65   | 32    | 53    | 85   | 85    | 37,5 | 75    | 70 | 50    | 62    | 74    | 64,1  |       |
| 5  | 5_student  | audial | 22 | 95    | 60    | 60    | 70   | 88    | 83    | 80   | 90    | 56   | 85    | 85 | 70    | 73    | 84    | 80,4  |       |
| 6  | 6_student  | audial | 16 | 95    | 76    | 73    | 69   | 75    | 85    | 90   | 90    | 75   | 75    | 77 | 60    | 75    | 100   | 88    |       |
| 7  | 7_student  | visual | 15 | 55    | 76    | 70    | 59   | 30    | 44    | 60   | 74    | 62,5 | 85    | 80 | 60    | 64    | 50    | 52,4  |       |
| 8  | 8_student  | audial | 15 | 95    | 76    | 65    | 50   | 90    | 84    | 70   | 85    | 87,5 | 100   | 90 | 70    | 75    | 100   | 87,7  |       |
| 9  | 9_student  | audial | 15 | 95    | 43    | 33    | 75   | 63    | 73    | 50   | 50    | 62,5 | 80    | 85 | 60    | 60    | 65    | 65,9  |       |
| 10 | 10_student | audial | 7  | 0     | 66    | 70    | 83   | 71    | 75    | 80   | 75    | 0    | 85    | 80 | 60    | 63    | 77    | 72,2  |       |
| 11 | 11_student | audial | 13 | 80    | 76    | 70    | 59   | 57    | 61    | 75   | 70    | 50   | 70    | 75 | 70    | 69    | 64    | 64,6  |       |
| 12 | 12_student | visual | 17 | 85    | 76    | 64    | 60   | 85    | 85    | 90   | 90    | 87,5 | 90    | 85 | 85    | 83    | 85    | 84,4  |       |
| 13 | 13_student | audial | 13 | 0     | 43    | 53    | 49   | 52    | 54    | 75   | 80    | 0    | 0     | 75 | 70    | 59    | 60    | 57,9  |       |
| 14 | 14_student | audial | 21 | 95    | 46    | 57    | 83   | 78    | 77    | 60   | 90    | 0    | 100   | 75 | 55    | 90    | 99    | 89,7  |       |
| 15 | 15_student | visual | 29 | 95    | 76    | 70    | 60   | 73    | 77    | 85   | 85    | 75   | 85    | 90 | 80    | 79    | 85    | 80,8  |       |
| 16 | 16_student | audial | 17 | 85    | 60    | 53    | 70   | 73    | 78    | 85   | 90    | 87,5 | 90    | 90 | 80    | 79    | 79    | 78,7  |       |
| 17 | 17_student | visual | 18 | 80    | 63    | 67    | 60   | 85    | 75    | 80   | 90    | 0    | 0     | 60 | 70    | 90    | 90    | 85,5  |       |
| 18 | 18_student | audial | 28 | 85    | 49    | 50    | 66   | 93    | 83    | 70   | 84    | 87,5 | 85    | 85 | 85    | 78    | 80    | 80,3  |       |
| 19 | 19_student | audial | 7  | 95    | 49    | 57    | 64   | 56    | 77    | 75   | 75    | 75   | 85    | 90 | 75    | 75    | 79    | 77,2  |       |
|    | Average    |        |    | 78,42 | 59,63 | 60,63 | 64,6 | 68,63 | 73,15 | 77,1 | 82,78 |      | 81,66 |    | 80,89 | 70,70 | 74,15 | 80,15 | 76,25 |

Гипотезаны дәлелдеу. Но - гипотеза, барлық тақырыптар бір-бірімен байланысты емес.  $H_A$  - тақырыптар байланысты, мұнда семантикалық жақындық 0,75-тен асады. Дайс өлшемі, Джаккар индексі және Кульчинский өлшемі, сондай-ақ Пирсонның корреляция әдісі сияқты жергілікті анықтамалық әдістерді қолдана отырып, екі шаманың арасындағы сызықтық байланыстың болуын сипаттауға болады. Оқытушылар әр дәрістің тақырыптары арасындағы өзара байланысқа сараптамалық баға берді. Бондарчук әдісін, Джаккар индексін, Кульчинский өлшемін, Дайс өлшемін, сараптамалық бағалауды және Пирсонның корреляциясын қолдана отырып, семантикалық жақындықты есептеу керек. Студенттер тапсырмалар берді және барлық әдістер үшін орташа мәндер қолданылды. Толық мәтіннің қысқаша мазмұны әр тақырыптан алынды. Тақырыптар арасындағы сөздердің саны бойынша әр түрлі әдістерді қолдана отырып, сөздердің жақындығын есептеуге болады. Әр тақырып бағаланды және қорытынды балл орташа балл ретінде қабылданды. Формулаларды алмастыра отырып, біз барлық әдістер үшін мәндер алдық. 3-кестеде екі тақырып көрсетілген, сонымен қатар Бондарчук әдісі, Джаккар индексі, Кульчинский өлшемі, Дайс өлшемі, сараптамалық бағалау және Пирсонның корреляциясы арқылы семантикалық жақындық есептелген.

### 3-кесте-әртүрлі әдістерді қолдана отырып тақырыптардың семантикалық жақындығы

| $w_1$    | $w_2$    | Bondarc<br>huk's<br>semantic<br>proximit<br>y | Jaccard'<br>index | Kulchinsky<br>' measure | Dice'<br>measure | Expert<br>evaluation | Pearson's<br>correlation |
|----------|----------|-----------------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| Topic 1  | Topic 2  | 0,3                                           | 0,1379            | 0,2244                  | 0,2666           | 0,3                  | 0,05246                  |
| Topic 2  | Topic 3  | 0,8                                           | 0,0638            | 0,1428                  | 0,0857           | 0,9666               | 0,77802                  |
| Topic 3  | Topic 4  | 0,77                                          | 0,0862            | 0,1607                  | 0,1785           | 0,75                 | 0,7516                   |
| Topic 4  | Topic 5  | 0,483                                         | 0,0416            | 0,0881                  | 0,0909           | 0,4666               | 0,06282                  |
| Topic 5  | Topic 6  | 0,81                                          | 0,025             | 0,049                   | 0,0526           | 0,9                  | 0,89231                  |
| Topic 6  | Topic 7  | 0,44                                          | 0,0363            | 0,0789                  | 0,0526           | 0,45                 | 0,28259                  |
| Topic 7  | Topic 8  | 0,21                                          | 0,0338            | 0,0697                  | 0,0869           | 0,3166               | 0,68234                  |
| Topic 8  | Topic 9  | 0,37                                          | 0,0172            | 0,0356                  | 0,0277           | 0,3166               | 0,12597                  |
| Topic 9  | Topic 10 | 0,48                                          | 0,0172            | 0,0356                  | 0,0434           | 0,55                 | 0,55783                  |
| Topic 10 | Topic 11 | 0,91                                          | 0,0192            | 0,0384                  | 0,0333           | 0,883                | 0,82699                  |
| Topic 11 | Topic 12 | 0,27                                          | 0,0174            | 0,1333                  | 0,0133           | 0,25                 | 0,46811                  |
| Topic 12 | Topic 13 | 0,67                                          | 0,0185            | 0,0366                  | 0,04             | 0,5333               | 0,44746                  |
| Topic 13 | Topic 14 | 0,34                                          | 0,0232            | 0,0463                  | 0,0526           | 0,3666               | 0,73213                  |
| Topic 14 | Topic 15 | 0,94                                          | 0,0243            | 0,048                   | 0,0434           | 0,9166               | 0,95878                  |

Корреляция және семантикалық жақындық олардың сараптамалық бағалауға жақын екенін көрсетеді. Сонымен, семантикалық жақындық 0,75-тен асатын жерде тақырыптар тәуелді және дәйекті болады деп қорытынды жасауға болады. Бұл тақырып үшін гипотезада сипатталғандай өзара байланысты 5 жұп тақырып бар. Бондарчук әдісі мен Пирсонның корреляциясы бойынша 0,75-тен астам семантикалық жақындықта деректердің ұқсастығы байқалады. Тестілеу кезінде пайдаланушылар оқу үшін зияткерлік жүйені қолданды. Жүйенің арқасында олар қабылдау түріне негізделген мазмұнды толығымен алды. Студенттер сонымен қатар тесттер мен тапсырмалар тапсырды. Осылайша, білімнің бастапқы деңгейі мен соңғы білімді көруге болады. Тапсырма бағалары тақырыптардың семантикалық жақындығына ұқсас. Семантикалық талдау, сонымен қатар тақырыптардың семантикалық жақындығы әдістері білім беру саласындағы көптеген мәселелерді шешуге көмектеседі: тақырыптар тізбегі, оқу элементтерінің саны және мазмұны.

Ақпараттық-оқыту жүйесі үшін 4 түрлі коэффициентті (1) қамтитын және (2) шарты бар математикалық модель әзірленді.

$$W = \frac{1}{4}(\alpha w_1 + \beta w_2 + \gamma w_3 + \delta w_4) \quad (1)$$

мұндағы  $\alpha$ -Бондарчуктың семантикалық жақындығының коэффициенті,  $\beta$ -Жаккар индексінің коэффициенті,  $\gamma$ -Кульчинский өлшемінің коэффициенті,  $\delta$ -Дайстың өлшеу коэффициенті.

Шарт алға қойылған гипотезаны сипаттайды: егер кез-келген  $X(i)$  сөзі  $T1$  мәтінінде болса,  $y(j)$   $T2$  мәтінінде кездеседі және екі тақырыптың семантикалық жақындығы 0,75-ке тең немесе одан жоғары болса, онда бұл екі тақырып мағынасы жағынан ұқсас, әйтпесе екі тақырып әртүрлі.

$$\begin{aligned} \text{If } \forall (x(i) \in T1) \text{ and } ((y(j) \in T2) \text{ and } (\rho(x(i), y(j))) \geq 0,75 \\ \Rightarrow (x(i), y(j) \subseteq z) = 1 \\ \text{else } (x(i), y(j) \not\subseteq z) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

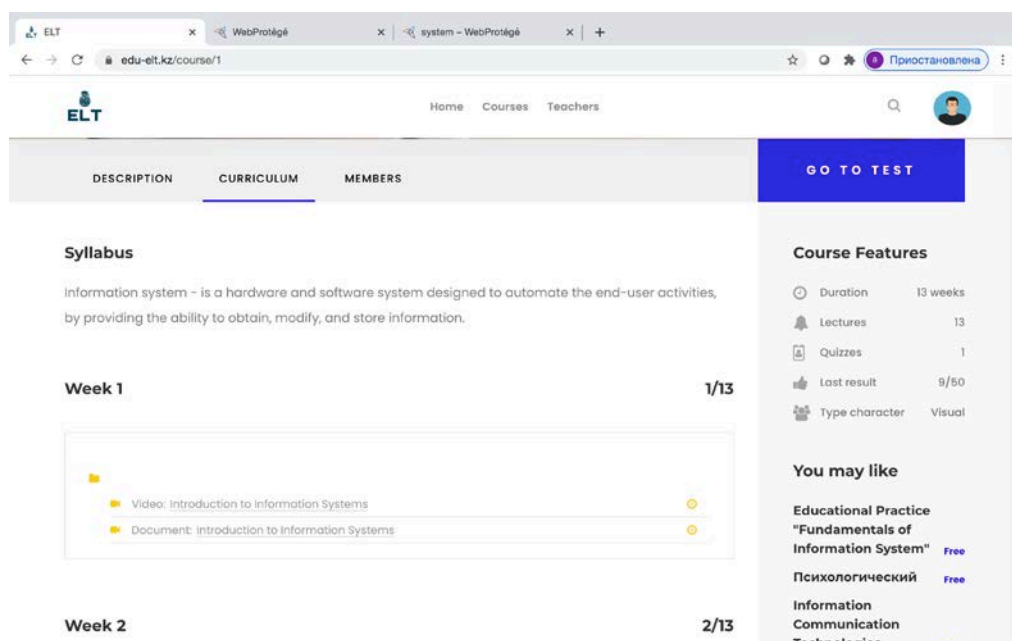
мұндағы  $x(i)$  –  $i$  мәтіндегі сөз  $T1$ ,  $y(j)$  –  $j$  мәтіндегі сөз  $T2$ ,  $\rho(\cdot)$  – Бондарчук әдісі бойынша есептелген қашықтық,  $\rho(\cdot) \geq 0,75$ .

Микро-оқыту адамдарға білімін кеңейтуге және көп уақытты ысырап етпеуге көмектеседі. Микро-оқытуда білім мазмұнын құру үшін білім алу және аннотацияларды қолдану қажет, осылайша негізгі фактілерді жинақтап, қажетті ақпаратты алу қажет. Майкрософттың айтуынша, қазір шоғырланудың орташа ұзақтығы небары 8 минутты құрайды. Микро-тренингте мазмұн болуы керек, әсіресе бейне немесе аудиоматериалдардың ұзақтығы 5-10 минут, презентациялардағы слайдтардың саны 5-10, ал мәтіндік материалдардағы беттер саны 1-2 бет, тест және практикалық тапсырмалар болуы керек. Микро-оқыту құрылымы дәстүрлі оқыту әдісінің құрылымына ұқсас, бірақ бастапқы деңгейдегі тестілеу, сабақ (аудио/видео және мәтіндік материал), тест немесе практикалық тапсырмалар және қорытынды тест/практикалық тапсырмалар сияқты айырмашылықтар бар. Пайдаланушылардың әр санатының өзіндік шағын курсы бар. Санаттардың жалпы саны - 10.

Жұмыста білім берудің зияткерлік ақпараттық жүйесін құрудың алгоритмдері, модельдері мен әдістері қарастырылады. Деңгейдің ыдырау алгоритмі мазмұн тізбегін шешу үшін қолданылады. Бондарчук әдісінің семантикалық жақындығын, Жаккар индексін, Кульчинский өлшемін, Дайс өлшемін, сараптамалық бағалауды және Пирсонның корреляциясын есептеуді қоса алғанда, әртүрлі әдістерді қолдана отырып гипотеза жасалады және дәлелдер келтіріледі. Тақырыптардың семантикалық жақындығына негізделген оқыту жүйесінің математикалық моделі ұсынылған. Модель микро-оқыту әдісі туралы білім алу үшін қолданылады. Микро-оқыту пайдаланушыларға ақпаратты тез және оңай қабылдауға және игеруге мүмкіндік береді. Ман-Уитни критерийін қолдана отырып, статистикалық талдаудың параметрлік емес әдісімен жүйені пайдалану тиімділігін бағалау есептелген. Жүйені қолдана отырып оқытудың тиімділігі 1,15 есе жоғары.

**Төртінші бөлімде** зияткерлік ақпараттық-оқыту жүйесінің техникалық іске асырылуы сипатталады "edu-elt.kz". бағдарламалық жасақтама ашық бастапқы коды бар РНР жалпы мақсаттағы бағдарламалау тілін, MySQL интеграциясының ДҚБЖ және MVC архитектуралық моделін қолдана

отырып жасауға арналған Laravel веб-платформасын қолдана отырып, веб-сайт ретінде жүзеге асырылады. PHP бағдарламалау тілін таңдау динамикалық мазмұны бар сайттар үшін жасалған сценарий тілі болып табылады. Пайдаланушы курстың функцияларын көре алады: Курстың ұзақтығы, дәрістер, тесттер саны, тест нәтижесі және қабылдау түрі. Сондай-ақ, бетте пайдаланушы 1-суретке сәйкес курстың сипаттамасын, жеке оқу бағдарламасын және курс қатысушыларын көре алады.



1-сурет-курстың оқу бағдарламасы

### Қорытындылар

Бұл диссертациялық зерттеуде семантикалық талдаудың модельдері мен әдістерін қолдана отырып, зияткерлік ақпараттық-оқыту жүйесі жасалды. Диссертация аясында жүргізілген теориялық зерттеулер практикалық және ғылыми маңызы бар келесі нәтижелерді алуға мүмкіндік берді:

1. Қолданыстағы қашықтықтан оқыту жүйелері мен бейімделгіш зияткерлік жүйелерді талдау және шолу. Дамыған жүйеге қойылатын талаптар тұжырымдалған.

2. Ғылыми әдістер пайдаланушының ерекшеліктерін ескеретін кез-келген оқушыға арналған контентті қалыптастыру үшін қолданылады.

3. Семантикалық талдау негізінде білім беру ресурсын құру әдістемесі әзірленді.

4. Мазмұнға тәуелділер арасындағы семантикалық байланыстар туралы гипотеза ұсынылды және зерттеу барысында дәлелденді.

5. Ақпараттық технологиялар саласындағы зияткерлік қашықтықтан оқыту жүйесінің білім беру элементтерінің реттілігі мен санын басқару ұсынылған. Бұл жүйенің барлық компоненттері егжей-тегжейлі сипатталған. Математикалық модель семантикалық деректерді талдауды қолдана отырып жасалған.

6. Ресурстардың семантикалық көрінісі арқылы білім беру сапасы мен тиімділігінің жоғарылауын көрсететін дамыған жүйені эксперименттік зерттеу нәтижесі білім беру процесін цифрландыруға жағдай жасайды.

Зерттеудің теориялық нәтижелерінің сенімділігі ғылыми деректермен, эксперименттік зерттеулермен, сондай-ақ нақты жағдайдағы өнеркәсіптік сынақтармен расталды. Оқу материалын меңгеру дәрежесі есептелді. Эксперименттік топта меңгеру деңгейі 0,62 балға, ал бақылау тобында 0,13 балға төмендегені белгілі болды. Жүйені қолдана отырып оқытудың тиімділігі 1,15 есе жоғары. Бақылау және эксперименттік топтар арасындағы айырмашылықтардың маңыздылығы Манн-Уитни критерийін қолдана отырып, статистикалық талдаудың параметрлік емес әдісімен бағаланды. Орындалған жұмыстар нәтижелерінің экономикалық тиімділігі енгізу актісімен расталады. Болашақ жұмыстарда оқыту үшін жаңа мазмұнды пайдалану және құру бойынша ұсыныстарды қарастыруға болады және курстарда қолданылатын аудио және видео сияқты басқа деректер түрлерінен білім алуды қарастыруға болады.