

# Семантик вебд суурилсан eScience системийн асуудлууд

Ш.Бат-Өлзий  
Монгол Улсын Их Сургууль  
[batulzii@num.edu.mn](mailto:batulzii@num.edu.mn)  
Д.Гармаа  
Монгол Улсын Их Сургууль  
Н.Мөнгөнбагана  
Отгонтэнгэр Их Сургууль

## ABSTRACT

**Ontology and data integration is one of the main direction of modern artificial intelligence systems. In this frame we are seeking new methods and tools for web data integration using OWL and ontology languages. Our main task is to create and use middleware system for data integration.**

## KEYWORDS

*Data integration, OWL, Ontology, Semantic web, DataSpace, eScience*

## 1. ҮНДСЭН АСУУДАЛ

Мэдээллийг хэрэглэж буй байгууллагууд тухайн мэдээллээ чөлөөтэй мөн тархмал байдлаар хэрэглэх шаардлагыг тавьж байдаг. Ихэнхи хэрэглэгчид буюу мэдээллийн системүүд нь дээрхи зорилгынхоо үүднээс өөрийн гэсэн загвар форматтай өгөгдөл, өгөгдлийн санг хэрэглэж байдаг. Энэ нь нэг систем нөгөө хэрэглэгчийн буюу системийн хэрэглэж байгаа мэдээллийг хэрэглэх шаардлагатай болбол уг өгөгдлийг өөрийн системийн тохирох форматад хөрвүүлэх үйл ажиллагааг хийх шаардлагатай болно. Энэ үйл ажиллагаа нь ихээхэн цаг шаардсан өртөг зардал өндөртэй ажиллагаа болдог.

Өгөгдлийг олж эзэмших үйл ажиллагаа нь хагас автомат, бүрэн автомат эсвэл хэрэглэгчийн үйл ажиллагаагаар хангагдаж байдаг. Өгөгдлийг хамтран эзэмших үйл ажиллагаа гэдэг нь оршин байгаа өгөгдлийн эх үүсвэрээс дээрхи асуудлыг шийдвэрлэхээр мэдээллийг хувиргаж байх үйл ажиллагаа гэж үзэж болно.

Дээрхи асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд олон тооны технологи, аргууд хөгжүүлэгдсэн байна. Эхэндээ мэдээллийн тохирох эх үүсвэр нь тухайн хэрэгцээг хангаж байх мэдээллийг яг агуулсан байх шаардлагатай гэж үздэг байсан байна.

Мэдээллийг хайх явцад нэг л удаа мэдээллийн эх үүсвэр олдсон тохиолдолд түүнд байгаа мэдээллийг ашиглах шаардлагатай болно. Тархалттай компьютерийн системийн хувьд өгөгдлийн утга зүйн тэнцүү чанар ихээхэн асуудал үүсгэдэг. [1]

Энэ төрлийн системүүдийн хувьд судлаачид онтологийг түлхүүр технологиор сонгон авсан байдаг.[2] Хамгийн сайн загварчлагдсан системүүдийн хувьд өгөгдөл нь өгөгдлийн сангаас түүнд ашиглагдаж байгаа онтологи руу дамжуулагддаг байна. Энэхүү онтологид суурилсан системийг нь Intelligent Information Integration [3] хэмээн нэрлэсэн байна. Мэдээллийн системийн интеграцийн асуудлыг хэрхэн шийдвэрлэх тухай олон арга технологиуд байгаагаас eScience системийг семантик вебийг ашиглан зохион байгуулах асуудлыг авч үзлээ. Семантик вебийн мэдээллийн интеграцийн хувьд олон технологиуд хэрэгждэгээс үндсэн 2 Java API хэрэглэгддэг байна. Java Simple API for MetaSearch (JSAM) ба Java Simple API for Web Information Integration (SAWII) гэсэн энэ 2 технологи нь мета өгөгдлийн хайлтыг гүйцэтгэх, query дамжуулалтын технологийг гүйцэтгэхэд хэрэглэгднэ.

## 2. ТЕХНОЛОГИ

Семантик вебийн мэдээллийн интеграцийн асуудалд семантик веб төдийгүй вебийн үндэслэн байгуулагч Tim Berners Lee голлох үүрэгтэйгээр оролцдог юм. Бид семантик вебийн мэдээллийн интеграцийн асуудалд Tim Berners-Lee [6], James Hendler [7], OraLassila [7] ба Dan Brickley [8], Diego Calvanese зэрэг судлаачид технологийн гол шийдлүүдийг гаргасан байна.

Мэдээллийн өргөн орчинд нэгэн төрлийн бус өгөгдөл мэдээллийг хэрхэн нэгэн утгатай ашиглах вэ гэдэг нилээн ярвигтай асуудал байдаг. Ерөнхийдөө нэгэн төрлийн бус орчны асуудал нь үндсэн 3-н төрөлд хуваагдана гэж үздэг.

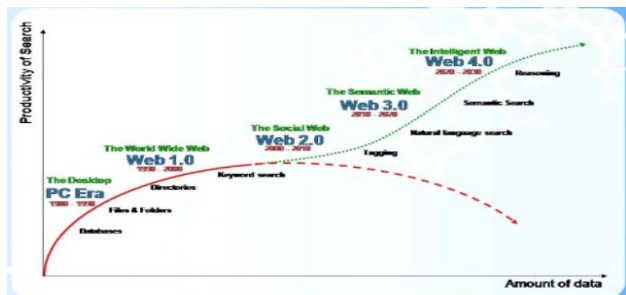
- 1 Синтакс (өгөгдлийн загварын нэгэн төрлийн бус байдал)
- 2 Бүтэц
- 3 Семантик гэсэн үндсэн 3 төрөлд хуваагдана гэж үзсэн байна.

Энэхүү хэсэгт бид семантик нэгтгэл болон агуулгад суурилсан шүүлт хийх, тэдгээрийг хэрэгжүүлэх аргуудыг хөгжүүлэх тухай судлан үзэх болно. Синтаксийн түвшинд стандартчилал нь хамгийн гол чухал хэсэг хэмээн үздэг. Ялгаатай өгөгдлийн эх үүсвэрүүдийг нэгтгэхэд хэрэглэгдэхээр олон тооны стандартууд хөгжүүлэгдсэн байна. Хамгийн сонгодог өгөгдлийн сангийн интерфэйс ODBC ээс гадна веб хандалтад HTML, XML ба RDF гэсэн технологиуд гарч ирсэн байна.

Компьютерийн сүлжээ өргөжин тэлэхийн хирээр W3C-ийн гаргаж буй стандарт хэлүүд ихээхэн хурдтайгаар шинэчлэгдэн гарч байна. Эдгээрийн зарим стандартууд нь мэдээллийн нэгтгэл, хамтран эзэмшилд зориулагдаж байна. Манай гол анхаарал нь мэдээллийн өргөтгөсөн тэмдэглэлийн хэл XML ба нөөцийг тодорхойлох загварын хэл RDF байх болно.

### 3. ШИЙДЭЛ

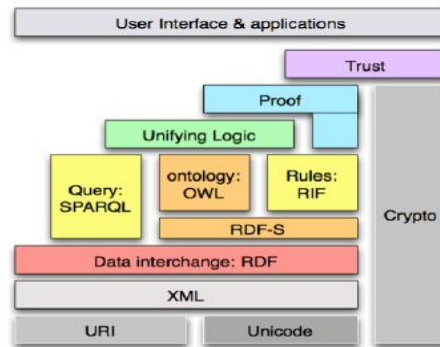
Вебийн технологийн хөгжлийн үйл явц болон үе шат бүрт хэрэглэгдэх технологиудын талаар дараах 2 зургаар харуулав.



Зураг №1 Вебийн хөгжлийн үе шат болон хөгжлийн хугацаа

Дээрхи зургаас харахад 2010 оноос эхлэн семантик веб буюу Web 3.0-ийн хөгжлийн болон хэрэгжилтийн хугацаа эхэлсэн байна. Энэхүү үе шатуудад мэдээллийн хэмжээ болон технологийн хоорондын хамаарал урвуу болж байгааг харж болно.

Өөрөөр хэлбэл тухайн системүүд буюу веб системүүд хэрэглэж байгаа технологио хэрхэн өөрчлөхөөс ихээхэн хамаарна. Технологио өөрчлөхгүй бол өгөгдлийн хэмжээг удирдах боломжгүй болно.



<http://www.w3.org/2006/Talks/0718-aaai-tbl/>

Зураг № 2 Семантик вебийн архитектур

Вебийн технологийн хувьд семантик вебийн технологийн стандартыг хамгийн сүүлийн байдлаар W3C –ээс баталсан байна. Уг стандартыг дээрхи зургаар харуулав.

Хамгийн анхны асуудал бол түүнийг тодорхойлох үе шатанд гарах ба нийлмэл бүтцээс хамаардаг байна.

Өгөгдлийн хэд хэдэн эх үүсвэрүүд хоорондоо харилцан холбогдох үед өгөгдлийн интеграцийн систем логик схемийн үүргийг гүйцэтгэж байх үед медиатор системийн тухай ярих шаардлагатай болно. Энэ төрлийн схем нь дундын схем болон өгөгдлийн ялгаатай эх үүсвэрүүдийн хооронд семантик хөрвүүлэлтийг(mappings) гүйцэтгэснээр үйл ажиллагаагаа явуулдаг. Энэ уялдаа холбоо нь систем хэрэглэгчийн хүсэлтэнд хэрхэн хариулах үйл ажиллагааг тодорхойлж өгнө.

Дундын схем ба хөрвүүлэлтийн загварчлалын үндсэн 2 арга байдаг байна. Үүнд *global-as-view(GAV)* ба *local-as-view(LAV)* гэсэн 2 арга ашиглагдана.

### Схем(Schema), Хүсэлт(Query) ба Мэдээллийн шүүлт(View)

Схемийг нэрлэгдсэн холбоосуудын олонлог гэж энгийн байдлаар тодорхойлж болно. Холбоос дахь байрлалуудыг багана гэж нэрэлдэг ба тодорхой нэрээр нэрлэж схемийн үндсэн хэсэг гэж тооцдог. Холбоост өгөгдлийн мэдээллүүдийг ашиглах хэлбэр нь дараах байдлаар бичигднэ.

$$q(\bar{X}) \Leftarrow e_1(\bar{X}_1) \wedge \dots \wedge e_n(\bar{X}_n)$$

$e_1 \dots e_n$  нь холбоосууд,  $\bar{X}_n$  нь тухайн холбоос дахь элементийн хослолууд нв байна. Энэхүү query ийн үр дүн нь хос бүрийн олонлог байна. Мэдээллийн шүүлт гэдэг нь нэрлэгдсэн хүсэлтийг хэлнэ. Олон төрөлт байдалтай өгөгдлийн схемүүдийг хооронд нь нэгтгэхэд олон төрөлт схемүүдтэйгээ дугаарлагдсан шүүлтээр холбогдсон

глобал схемийг хэрэглэнэ. Дараах 2 төрлийн үндсэн хандлага байдаг гэж үзсэн байна. Энэ хандлага нь схем хоорондын хөрвүүлэлтийн чиглэлээс хамаардаг байна.

- **Глобал шүүлтийн хандлага**

GAV арга нь өгөгдлийн эх үүсвэрүүд дээр тодорхойлогдож байгаа шүүлтүүдийн(view) олонлогоор тодорхойлогдсон дундын схемүүдээс тогтно. Энэ төрлийн орчин нь хэрэглэгчийн хүсэлтийг бүрэн хангаж чадах хэлбэрээр илэрхийлэгдэх боломжтойгоороо давуу талтай юм. Харин энэ аргын дутагдалтай тал нь дундын орчин нь суурь болж байгаа өгөгдлийн эх үүсвэр, тэдгээрийн өөрчлөлттэй холбоотой байх явдал бөгөөд энэ нь Вебийн агуулгын хувьд учир дутагдалтай тал болж байна.

Ялангуяа нэгтгэл нь салаалсан дүрмээр тодорхойлогдно. Энэ дүрэм нь ялгаатай өгөгдлийн олон төрөлт байдалтай схем дэх холбоосуудын эхний таарах хэсэг ба нэгтгэгдсэн схем дэх холбоосын үр дүнгээр тодорхойлогдно. Глобал схемд тавигдсан хүсэлт(query) нь шүүлтийн тодорхойлолтуудыг ашиглан нөхцлүүдийг нээх замаар хариултаа авна. Нээгдэж байгаа хүсэлт нь өгөгдлийн сангийн системд хэрэглэгдэж байгаа энгийн уламжлалт техникийг ашиглан тодорхойлогдно. Энэ хандлагын дутагдалтай тал нь тус тусдаа саланги мэдээллийн системүүдийн бие даасан байдал нь нэгтгэгдсэн нэг хүсэлтийг бий болгоход алдагдах явдал юм. Үүнийг шийдвэрлэх асуудал нэгтгэгдсэн системд мэдээллийн эх үүсвэрийг нэмэх болон хасах үед бий болох болно.

- **Локал шүүлтийн хандлага**

Локал хүсэлтийн хандлага нь шүүлтүүд нь эсрэг замууд дээр хэрэглэгдэх байдлаар тодорхойлогдно. Өгөгдлийн хувиргалтыг гүйцэтгэх нь мэдээллийн нэгтгэлийн хувьд чухал үүрэгтэй байна. Мета өгөгдлийн хувьд өгөгдлийн хувиргалт нь өгөгдлийн эх үүсвэрийн загвараас хүсэлт гаргасан хэрэглэгчийн өгөгдлийн загварт шилжүүлэх үйлдэл юм. өгөгдлийн хувиргалт нь үндсэн 2 алхамд хуваагдна.

1. Өгөгдлийн элементийг өгөгдлийн эх үүсвэрээс хүлээн авагч руу өгөгдлийг буулгах ба ямар нэгэн хувиргалтыг заавал гүйцэтгэнэ.
2. Кодын үүсгүүр нь хувиргалтын бэлэн програмыг үүсгэнэ.

### Тодорхойлолт 1 Хэлний хамрах хүрээ

$L'$  гэсэн хэлийг дараах нөхцлийг хангасан  $\tau : L \rightarrow L'$  буулгалт оршин байвал  $L$  хэлийг агуулж байна гэж хэлнэ.

$\exists \tau, (\forall \delta \in L, \tau(\delta) \in L')$

Бид энэ агуулагдлыг  $L < L'$  гэж тэмдэглэнэ.

Бид  $L'$ -ийн орчинд мэдлэгийг хамтран эзэмших хэд хэдэн аргыг тодорхойлсон бөгөөд эдгээр нь дараах үндсэн аргууд байна гэж үзлээ.

## 4. МЭДЭЭЛЛИЙН ИНТЕГРАЦИ ТҮҮНИЙ ЭЛЕМЕНТҮҮД

### Тодорхойлолт 3.1

Өгөгдлийн интеграцийн систем  $I$  нь  $\langle G, S, M \rangle$  гэсэн гурвалаас тогтно. Үүнд :

$G$  -Глобал схем (Global schema) - Бүтэц болон хязгаарлалтууд

$S$  - Олон төрөлт эх үүсвэр схемүүд (Source schema)

$M$  -  $G$  ба  $S$ -ийн хооронд буулгаж буй буулгалт

Мэдээллийн интеграци  $I$  –ийн семантикийг тодорхойлохын тулд бид өгөгдлийн эх үүсвэр өгөгдлийн сан  $D$ -ээс эхлэх ёстой. Үүний тулд бид глобал өгөгдлийн сан гэсэн ойлголтыг  $I$  ба  $D$ -ийн хувьд хэрэглэх шаардлагатай болно.

Өгөгдлийн сан  $B$ -г Дөгөгдлийн сантай дараах байдлаар хамааралтай үед түүнийг мэдээллийн интеграци  $I$  –ийн хувьд глобал өгөгдлийн сан хэмээн тодорхойлно. Үүнд

- $B$  нь  $G$  дээрхи бүх хязгаарлалтыг хангаж байх
- $B$  нь  $D$ -тэй хамааралтай  $M$  буулгалтыг бүрэн хангаж байх

Бид мөн өгөгдлийн интеграцийн системд дамжуулагдсан хүсэлтийн семантикийг тодорхойлж чаддаг байх ёстой. Хэрэв  $DB$  нь өгөгдлийн сан бөгөөд  $q$  нь өгөгдлийн хүсэлт бол бид  $q$  хүсэлтийг хангаж буй жагсаалтуудын олонлогыг хүсэлтийн семантик гэж нэрлээд  $q^{DB}$  гэж тэмдэглэнэ.

Дөгөгдлийн санд суурилсан мэдээллийн интеграци  $I$  –ийн хувьд хариулт  $q^{I,D}$  гэдэг нь мэдээллийн интеграцийн системд илгээгдсэн  $q$  хүсэлтийг хангах  $t \in q^B$  нөхцлийг хангасан  $t$ -ийн олонлогийг хэлнэ. Дөгөгдлийн санд суурилсан мэдээллийн интеграци  $I$  –ийн хувьд  $B$  нь зөв утгатай глобал өгөгдлийн сан юм.  $q^{I,D}$  -г  $q$ -ийн тодорхой хариултын олонлог хэмээн нэрэлдэг.

## 5. ОНТОЛОГИ ТҮҮНИЙ БАЙГУУЛАЛТ

Бүтэцлэгдсэн мэдлэгийг илэрхийлэх болон шалтгаант холбоог тодорхойлох логикуудыг тодорхойлолтын логик(Description Logic) хэмээн нэрэлдэг.

Тодорхойлолтын логик нь дараах элементүүдээр тодорхойлогддог.

**Тодорхойлолтын хэл**- concepts болон roles-ийг хэрхэн дүрслэхийг тодорхойлж өгнө.

- $Human \cap Male \cap \exists hasChild \cap \forall gasChild. (Doctor \cup Lawyer)$

**Мэдлэгийг тодорхойлох механизм** - concept болон role-ийн талаархи мэдлэгийг тодорхойлох механизм

- $T = \{ Father \equiv Human \cap Male \cap \exists hasChild, \}$
- $HappyFather \in Father \cap \forall hasChild. (Doctor \cup Lawyer) \}$

**Объектын атрибутыг тодорхойлох механизм**

- $A = HappyFather(john), hasChild(john, mary) \}$

**Шалтгаант холбоог тогтоох**

- $T \mid = Happyfather \in \exists hasChild. (Doctor \cup Lawyer)$
- $T \cup A \mid = (Doctor \cup Lawyer) (mary)$

Мэдээллийн технологи болон компьютерийн ухааны хувьд онтологи гэдэг нь тухайн нэг тодорхойлогдох муж дээрхи функцуудын олонлогоор тодорхойлогдож байгаа мэдлэгийн хийсвэр дүрслэл ба тэдгээрийн хоорондын холбоос байдаг. Онолын хувьд онтологиыг “formal, explicit specification of a shared conceptualization” хэмээн тодорхойлсон байна. Онтологи нь мэдээллийг зохион байгуулах бүтэцлэгдсэн фрэймворк юм. Тодорхойлолтын логикыг ашиглан онтологиыг дараах байдлаар тодорхойлсон байна.

## ОНТОЛОГИ (knowledge base)

- Онтологи гэж  $O = \langle T, A \rangle$ : хослолыг хэлнэ. Үүн

### Description Logic TBox T

Онтологи дахь өгөгдлийн дотоод мэдлэгийг илэрхийлсэн олонлогоос тогт Concept болон Role-ийн хооронд **универсал харьцааг** илэрхийлнэ.  
 Concept-ийн агуулагдах харьцаа  $C_1 \sqsubseteq C_2 \quad [\forall x(C_1(x) \rightarrow C_2(x))]$   
 Role-ийн агуулагдах харьцаа  $R_1 \sqsubseteq R_2 \quad [\forall x, y(R_1(x, y) \rightarrow R_2(x, y))]$   
 Харьцааны атрибутын хоорондын хамаараг  
 (functional R) (transitive R)

### Description Logic ABox A

Тухайн элементийн гишүүнчлэлийн харьцаагаар илэрхийлэгднэ.

- Concept –ийн хувьд  $A(c)$
- Role-ийн хувьд  $P(c_1, c_2)$

Зураг №3 Онтологи

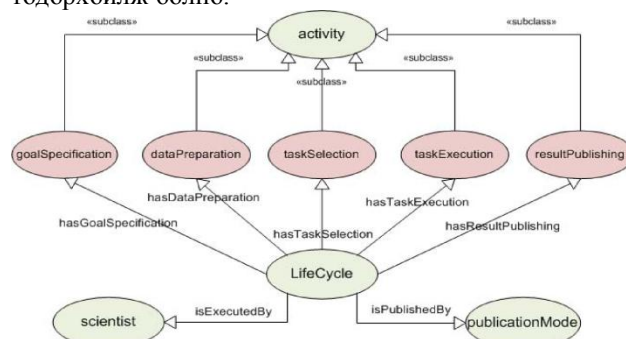
Онтологын дээрхи тодорхойлолт дээр суурилан бид eSciencesистемийг OWL хэлийг ашиглан дараах байдлаар онтологиыг тодорхойлон системийг загварчиллаа.

RDF дээр суурилсан, Вебийн мэдээллийг боловсруулах зорилготой компьютер шууд боловсруулах боломжтой тэмдэглэгээний хэл юм.

Хэрэглэгчид уншигдахаар зориулагдаагүй, W3C-ийн стандарт хэмээн сонгогдсон бөгөөд XML дээр суурилан зохиогдсон.OWL-ийг ашигласнаар компьютерууд вебийн мэдээллийг шууд нэгтгэж чадах ба OWL Lite, OWL DL, OWL Full гэсэнхувилбаруудтай. Шинжлэх ухааны мэдээллийн сангын олон системүүд дэлхий нийтэд хэрэглэгдэж байгаагаас бид дотоодын судлаачдын мэдлэгийн санг илэрхийлэх онтологид суурилсан мэдээллийн интеграцийн системийг дараах байдлаар зохион байгууллаа.

Онтологи нь хиймэл оюун ухаан, семантик веб, систем инженерчлэл, номын сангын шинжлэх ухаан, мэдлэгийн илэрхийлэл зэрэг салбаруудад хэрэглэгддэг мэдээллийг зохион байгуулах архитектур юм.

Компьютерийн ухаанд хэрэглэгдэж байгаа ойлголтын гол цөм нь ямар нэгэн зүйл төрөл, атрибут, болон холбоосын төрлүүдийн олонлогоос тогтох байдлаар тодорхойлж чадна хэмээн тодорхойлж болно.



Зураг №4 eSciencesистемийн үйл ажиллагааны диаграм.

Өмнөх зурагт харуулсан системийн үйл ажиллагааны диаграмийн нэгэн хэсгийг дараах хэлбэрээр OWL хэлэнд онтологи болгон зохион байгуулав. (хэсэгчлэв)

```

<rdf:subClassOf rdf:resource="#owl:Thing"/>
<rdf:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty rdf:resource="#hasTaskExecution"/>
    <owl:maxCardinality rdf:datatype="#xsd:nonNegativeInteger"
      1/>owl:maxCardinality>
  </owl:Restriction>
</rdf:subClassOf>
<rdf:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty rdf:resource="#hasTaskSelection"/>
    <owl:maxCardinality rdf:datatype="#xsd:nonNegativeInteger"
      1/>owl:maxCardinality>
  </owl:Restriction>
</rdf:subClassOf>

```

Системийн өгөгдлийн солилцооны систем дараах хэлбэрээр үйл ажиллагаагаа явуулж байна. Хэрэглэгч нэгэн судалгааны мэдээллийг жагсаалтаар харахыг хүссэн байвал SPARQL хүсэлт дараах байдлаар бичигднэ.

```

PREFIX owl: <http://localhost/LifeCycleOntology.owl#>

SELECT ?lifeCycle ?taskSelection ?scientist ?workflowName
WHERE {
    ?lifeCycle owl:hasTaskSelection ?taskSelection
    ?lifeCycle owl:isExecutedBy ?scientist.
    ?taskSelection owl:hasWorkflow ?workflow.
    ?workflow owl:workflowName ?workflowName.
    FILTER regex(?workflowName, "nigm", "i")
}

```

## 6. ДҮГНЭЛТ

Судалгааны ажлын хүрээнд нэгэн төрлийн бус өгөгдлийн орчинд мэдээллийн интеграцийг хэрхэн гүйцэтгэх тухай асуудлыг авч үзэж байна. Мэдээллийн системийн интеграцийг гүйцэтгэхдээ DAML+OIL, OWL хэлийг ашиглан ontology –д суурилсан өгөгдлийн эх үүсвэр болон хувиргах эх үүсвэрийн хооронд мэдээллийг хувиргах, мета өгөгдлийг тодорхойлох үйлдлийг зохион байгуулах шаардлагатай юм. Мэдээллийн интеграци системийг зохион байгуулахад вебийн орчний болон application орчны гэсэн 2 хувилбараар хийгддэг ба Oracle ETL болон MSSQL ийн интеграци зэргээр хийгдэх боломжтой.

Виртуал систем байгуулах асуудлууд – мэдээллийн интеграци судалгааны ажлыг гүйцэтгэхдээ олон судлаачдын судалгааны ажлуудыг зэрэгцүүлэн судлаж Maurizio Lenzini-ийн өгөгдлийн интеграцийн системийг эталоноор сонгон авсан нь тодорхой үр дүнг харуулна.

Монгол улсын хувьд хэлний боловсруулалт, нейрон сүлжээний чиглэлээр тодорхой судалгааны ажлууд хийгдсэн байдаг бол энэхүү судалгааны ажилмэдлэгийн инженерчлэлийн хувьд анхны ажил болон бүтээгдлээ.eSciencesистемийг бүрэн хэмжээгээр хэрэглээнд оруулах нь ажлын тодорхой нүдэнд харагдах үр дүн юм.

## 6. НОМ ЗҮЙ

[1] Д. Гармаа, Д. К. Вэйк – “Мэдээллийн нэгдсэн сүлжээнд холбоост өгөгдлийн сангуудыг нэгтгэх”, 2003

[2] Fensel, 2001, Gruninger and uschold, 2009 “Data integration and semantics”

[3]R.Karp, V.Chaudhri, and J.Thomere “XOL and XML-based ontology exchange language”, Aug, 2010, [www.ai.sri.com](http://www.ai.sri.com)

[4] S.LukeandJ.Heflin “SHOE 1.01 proposed specification SHOE project, Feb, 2000

[5] R.Kent, Conceptual Knowledge Markup Language,2008,[www.ontologos.org/ckml/ckml2002.html](http://www.ontologos.org/ckml/ckml2002.html)

[6] Berners Lee T, Semantic web road map, 1998,

[7] Berners Lee T, Hendler J, and Lassila O, The semantic web *Scientific American* (May 2001). 3, 12

[8] Brickley D and GuhaR Resource description framework (rdf) specification, w3c <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303>. 3, 12

[9] Ш.Бат-Өлзий, Д.Гармаа Семантик вебийн мэдээлэл солилцоо. 2008, ШУА, Информатикийн хүрээлэн, Эрдэм шинжилгээний бүтээл № 8

[10] Ш.Бат-Өлзий, Д.Гармаа “Онтологид суурилсан мэдээллийн интеграци” Математик Компьютерийн Ухаан 2012 Эрдэм шинжилгээний хурлын хураангуй.

[11] Ш.Бат-Өлзий, Д.Гармаа “Мэдээллийн интеграцийн системийг онтологи ашиглан зохион байгуулах нь” 25<sup>th</sup> Open Technet OSS in Mongolia, international Conference,

[12] Ш.Бат-Өлзий “Семантик вебд суурилсан мэдээллийн интеграцийн асуудлууд”Development of technology and technique, Interational Conference, ISBN 978-99962-51-62-7, 88-92