

## “ДЕКЛАРАТИВ ӨВӨРМӨЦ” ТОДОРХОЙЛОЛТОД СУУРИЛСАН МЭДЭЭЛЛИЙН СИСТЕМИЙН ТЕХНОЛОГИЙГ БИЙ БОЛГОХ<sup>1</sup>

Е.С. Ферреферов\*, И.В. Бычков\*, Г.М. Ружников\*, А.Е. Хмельнов\*,  
С.Будням\*, С.Батбилэг\*\*, Д.Баянжаргал\*\*

**Хураангуй:** Энэхүү ажилд хэрэглэгчийн өгөгдлийн сантай харилцах харьцааг хэрэглээний мэдээллийн системийн автоматжуулалт, програм, хөгжлийн асуудлыг шийдэх нэгэн аргын тухай авч үзсэн. Энэ асуудлыг шийдэх “Декларатив өвөрмөц тодорхойлолт”-од суурилсан мэдээллийн сангийн боловсруулалтын автоматжуулсан мэдээллийн системийг үүсгэх технологи, арга хэрэгслийн системийг боловсруулж, дэвшүүлсэн болно.

Уг ажлаар дэвшүүлсэн арга нь өгөгдлийн сангийн загваруудыг судлах, боловсруулах тохиромжтой арга юм.

**Түлхүүр үг:** Боловсруулалтын автоматжуулалт, мэдээллийн систем, өгөгдлийн сан, тунхаг тодорхойлолт.

### Оршил.

Автомат мэдээллийн систем (АМС) нь хэрэглэгчдэд мэдээллийг цуглуулах, хадгалах тэдгээрийг загварчлах, тооцоолох, нэгтгэх, дүн шинжилгээ хийх, ба мэдээлэл хүргэх зэрэг боловсруулалтуудыг хийж гүйцэтгэх, хэрэглэгчид үр дүнг мэдээлэх үүрэг бүхий програм хангамжийн иж бүрдэл юм.

Зарим АМС нь мэдээлэл, өгөгдлийг боловсруулах нийлмэл бүтэц бүхий ярвигтай алгоритмд суурилсан гаднаас мэдээлэл оруулах төхөөрөмжүүдтэй харилцан ажиллах боломжтой байдаг боловч энэ төрлийн ихэнх системийн гол зорилго нь хэрэглэгчдэд ойлгомжтойгоор өгөгдлийн санг удирдах системийг (ӨСУС) зохион байгуулахад оршино.

---

<sup>1</sup>Энэхүү ажил нь №16-57-44034 Монг\_а төслийн хүрээнд ОХУ-ын ССС-ийн санхүүжилтээр хийгдсэн болно.

\*Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск.

\*\*Монгол Улсын Их Сургууль

Хэрэглэгч болон өгөгдлийн сангийн (ӨС) тодорхой хэсгийн харилцааг хэрэгжүүлдэг интерфэйсийн програм хангамжийг өгөгдлийн сангийн хавсралт програм (ӨСХП) гэж нэрлэе. ӨСХП-уудын гол зорилго нь санг үүсгэх, өгөгдлийг унших, шинэчлэх, устгах зэрэг стандарт үйлдлүүдийг (CRUD үйлдлүүд) гүйцэтгэхээс гадна, өгөгдлийг тодорхой шалгуураар шүүх, тайлан, мэдээний өгөгдөл бэлтгэх зэрэг нэмэлт үүрэгтэй байна. Иймд ӨСХП нь АМС-ийн нэг дэд систем (жишээ нь биллингийн системийн дэд хэсэг), эсвэл бие даасан АМС (жишээ нь хотын хаягжуулалтын эсвэл үл хөдлөх хөрөнгийн бүртгэлийн системүүд) байж болдог. Түүнээс гадна ӨСХП-ууд нь тооцоолох системийн нэг бүрэлдэхүүнд, тухайлбал хэрэглэгчийн бүртгэлийн дэд систем хэлбэртэйгээр орж болно.

Императив программчлал болон визуал компонентуудын санд үндэслэсэн АМС-ийн боловсруулалтын орчин үеийн технологиуд нь (жишээ нь VCL [1], MFC [2], FCL [3]) ерөнхий зорилтуудын хэрэгслүүд болно. Тэдний дотор өгөгдлийн сан, түүний хувилбаруудын баазад ажиллах бизнес-логик болон визуал интерфэйсийг хэрэгжүүлэх компонентууд байна. ӨСХП боловсруулахдаа ихэвчлэн эхлээд ӨС-ийн бүтэц-схемийг байгуулсны дараа ӨСХП-ийг боловсруулах ба зарим тохиолдолд энэ хоёр процесс нь зэрэг явагдаж болно. Ингэхдээ энэхүү программд ашиглаж буй өгөгдлийн сангийн хүснэгтийн бүтцийг код хэлбэрээр эсвэл визуал загварчлалын хэрэгслүүдээр тодорхойлж өгөх ба хүснэгт бүрийг засварлах, харах хэрэглэгчийн интерфэйсийг боловсруулж өгөх шаардлагатай. Их хэмжээний өгөгдөл бүхий хүснэгтүүдийн хувьд тодорхой шалгуураар хайлт хийх, өгөгдлийн “шүүлтийг” хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Өөр өөр хүснэгтүүдтэй ажиллах программчлалын кодууд нь ашиглаж буй талбарын төрөл нэрсүүдээр ялгарах ба энэ нь нэг хэлбэрийн код бүхий их хэмжээсийг үүсгэнэ. Визуал программчлалыг ашигласнаар энэхүү хэмжээс буурахгүй, зөвхөн программыг бүтээх хурд л хэд дахин нэмэгддэг. ӨС-ийн бүтэц өөрчлөгдөхөд, жишээ нь шинэ хүснэгт эсвэл талбар нэмэгдэхэд ӨСХП-ийн кодоод ӨС-д шинээр орсон элементүүдэд хандалт хийгддэг байхаар функцуудыг нэмж, өөрчлөлт оруулах шаардлагатай. ӨС-ийн хүснэгтүүдтэй ажиллах нэг хэлбэрийн функцуудын тооцооллыг хангалттай автоматжуулахгүй байх нь ӨСХП-ийн боловсруулалтад их цаг, хөдөлмөр үрэх, тэдгээрийг сайжруулах боломжийг эрс багасгах зэрэг сөрөг нөлөө их байна.

Сүүлийн үед хэрэглэгчийн интерфэйсийн автоматжуулалтын хүрээнд (жишээ нь, Model-Based User Interface Development [6]), болон АМС-ийг бүхэлд нь (жишээ нь, Model Driven Architecture [7]) автоматжуулах судалгааны ажлууд эрчимтэй хийгдэх боллоо. Эдгээр судалгааны ажлуудын гол хандлага

нь их хэмжээний өгөгдлүүдтэй ажиллах орчин үеийн аргуудыг боловсруулахад чиглэж байна. Тухайлбал: АМС-ийг их хэмжээний өгөгдлүүдийн системүүдийн модуль хэлбэрийн бүтэцтэйгээр (зарим тохиолдолд зөвхөн хэрэглэгчийн интерфейс бүхий [9]), янз бүрийн хэрэгслүүдийг (жишээ нь, UML ангиллын загваруудад тохиргоо хийх замаар [10], модульчлагдсан бүтцийг ашиглах [11], эсвэл судалж буй салбарын онтологийг [12]) ашиглан байгуулж байна. АМС-ийн бүтцийн талаархи мэдлэгийн хэлбэржүүлэлт нь нэг ижил, төсөөтэй бүтцийг нэг удаа ялган авч, тэдгээрт явагдах бизнес-үйл ажиллагааны загварчиллыг тусгай компонент болгон авснаар, түүнийг ӨСУС-ийн төстэй бүтэцтэй бүх компонентуудад шинээр төстэй бүтцийг бий болгох, бизнес үйл ажиллагааны алгоритмын боловсруулгад хэрэглэх боломжийг олгодог.

Ихэнх өгөгдлийн сангууд нь бодит объектуудын тухай мэдээллийг агуулсан байдаг. Ийм объектууд нь тодорхой орон зайд байрлах нь илэрхий бөгөөд үүнийг шуудангийн хаяг, байршлын координат, кадастрын дугаар гэх мэт тодорхой шинж чанарыг илтгэсэн өгөгдлүүдээр тодорхойлогдоно. Энэ тохиолдолд орон зайд уягдсан/бэхлэгдсэн/ мэдээллийг өгөх, шинжилгээ хийх хамгийн тохиромжтой хэлбэр нь уг объектийн газрын зураг дээрх дүрслэл/буулгалт/ юм. Иймээс орон зайн өгөгдлийг (ОЗӨ) боловсруулах, танилцуулах, шинжилгээ хийх бодлогуудад орчин үеийн АМС нь геомэдээллийн систем (ГМС)-ийн функциональ боломжуудыг ямар нэг хэмжээгээр агуулж байх шаардлага гардаг. Орчин үеийн ГМС-ийг хөгжүүлэгчдэд API (жишээ нь, GisToolKit, MapX) зэрэг ГМС-ийн функцийг хангалттай хэмжээнд хэрэгжүүлэх боломжийг олгож буй нь үнэн боловч, энэ нь геомэдээлийн технологийн тодорхой хэмжээний мэдлэгийг шаарддаг, хүнд ярвигтай ажил юм. ГМС-ийн өнөөгийн аргууд нь ГМС-ийн өгөгдлүүдийг ашигладаг тул түүний функцуудыг авч үзэж буй/үүсгэж/ АМС-д дахин хуулж бичихийг шаарддаг. АМС-ийг ӨС-ийн боловсруулалтын функцуудтэй интералчлах чиглэлд сайжруулалт хийхийн тулд системийг хөгжүүлэгчид энэхүү АМС-ийн анхны кодууд хэрэгтэй, хэрэв эдгээр код байхгүй бол системийг дахин шинээр хийх шаардлага гарч ирдэг.

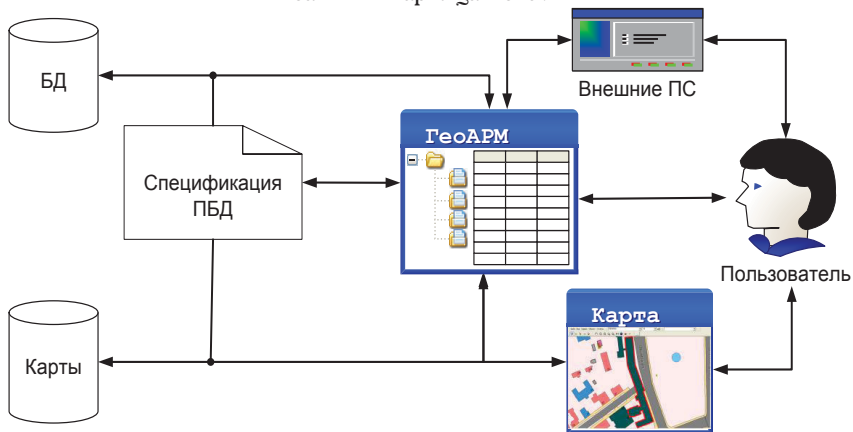
Иймээс өгөгдлийн санг үүсгэх, боловсруулах, шинжлэхэд хугацааг богиносгох, зардлыг багасгахын тулд мэдээллийн системийг автоматжуулах судалгаанд шинэ хандлага, зарчим оруулж ирэх шаардлага гарч ирж байгаа юм. ГМС-ийн функционалуудыг ашигласнаар олон асуудлыг илүү өргөн хүрээнд шийдэх боломжийг бидэнд олгох болно.

## Өгөгдлийн сангийн хавсралт программ хангамжийг тодорхойлох технологи

Бид автоматжуулсан мэдээллийн системийг байгуулах “декларатив өвөрмөц” тодорхойлолтуудад үндэслэсэн ӨСХП-ийн загваруудыг өгөх/дүрслэх, танилцуулах/, хадгалах технологийг боловсруулав. Уг ӨСХП нь түүний бүтцийн талаархи хамгийн бага зайлшгүй шаардлагатай мэдээллийг агуулж буй боловч хэрэглэгчийн интерфейс үүсгэх, CRUD функцуудыг автوماتаар хийх, хэрэглэгчийн асуулгыг бэлтгэх, орон зайн өгөгдлүүдтэй харилцан ажиллахыг дэмжих, тодорхой төрлийн бодлогуудад гадны модулиудтай холбогдох, харилцах үйл ажиллагааг зохион байгуулахад хангалттай байна. Декларатив өвөрмөц тодорхойлолт нь компакт учраас тохиромжтой ба бодит, чиглэсэн, илэрхийлэх боломжтойгоос гадна янз бүрийн өөрчлөлт, процессыг тайлбарлах өргөн боломжийг олгодог. Түүнээс гадна уг технологи нь ӨСХП-ийг модуль хэлбэрээр бий болгох, хөгжүүлэхийг дэмждэг учир илүү том хэмжээтэй шинэ ӨСХП-ийг боловсруулахдаа өгөгдлийн сангийн тодорхой хэсгүүдтэй интегралчлах боломжтой бэлэн програмуудыг агуулсан байдаг.

Бидний санал болгож буй технологид хэрэглэгч болон өгөгдлийн баазын харилцааг ӨСХП-ын тусламжтайгаар автоматчилагдсан ажлын байр (ААБ) гүйцэтгэх бөгөөд энэ нь хэрэглэгчийн өгөгдлийн санд нэвтрэх интерфейс, орон зайн өгөгдлийн санд нэвтрэх картографийн модуль, универсаль ААБ-ийн функциональ боломжийг ихэсгэх (тухайлбал, тооцоолох бодлогуудад) гадаад төхөөрөмжийн модулиудын (Plugin) тусламжтайгаар хийгдэнэ. (Зураг 1).

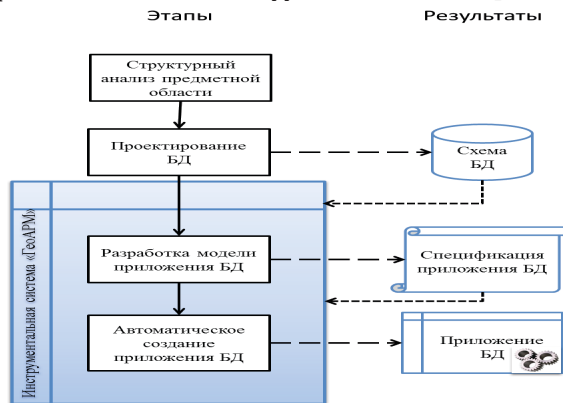
Рисунок 1. ӨСХП-ын технологид хэрэглэгч ба өгөгдлийн сангийн харилцах схем



Энэхүү авч үзэж буй технологи нь цоо шинэ системийг хөгжүүлэхэд эсвэл бэлэн буй өгөгдлийн системтэй ажиллах хавсарга программ хангамжуудыг боловсруулахад ч ашиглагдах боломжтой. Ө.х. бусад аргуудад, тухайлбал EAV аргад хэрэглэдэгтэй адил өгөгдлийн сангийн зохион байгуулах аргад чухал ач холбогдол өгдөггүй тул ихэнх тохиолдолд ГеоААБ системд буй өгөгдлийн санг ашиглах ӨСХП-ыг бий болгох боломжтой бөгөөд өгөгдлийн санг өөр бодлогуудад нийцтэй бэлэн программыг уламжлуулан ашиглах боломжийг олгодог. Санал болгож буй технологийн хүрээнд АМС-г үүсгэх процесс нь дараах дарааллаар явагдана. (Зураг 2). Хэрэв шинээр АМС үүсгэж буй бол эхлээд тухайн судалж буй салбарын бүтэц, үйл ажиллагааны бүрэн шинжилгээг хийж, бизнес процессын мөн чанар, бүтэцэд тавигдах шаардлага зэргийг тодорхойлж, процессыг загварчлан функциональ хамаарлыг илрүүлнэ. Дараа нь өгөгдлийн санг загварчлах үе явагдах ба үр дүнд нь тодорхой ӨСУС-д (жишээ нь, MS SQL Server, Oracle гэх мэт) хөгжүүлж буй систем дэх өгөгдлийн сангийн схем үүснэ. (Эдгээр үеүүдэд бидний санал болгож буй технологи хэрэглэгдэхгүй гэдгийг анхаарна уу.)

Гуравдугаар үед «ГеоААБ» инструменталь системийн тусламжтайгаар ӨСХП-ын загварыг байгуулна. Оролтын өгөгдлүүдээр ӨСУС-д хадгалагдаж буй ӨС-ийн бүтцийн тухай мета-өгөгдлүүдийг ашиглана. Өгөгдлийн бүтцийн схем нь өгөгдлүүдийн хоорондох холбоосны талаархи бүтэцлэгдсэн / хэлбэржсэн, тодорхой болсон/ мэдлэгийг илэрхийлэх бөгөөд бүрэн хэмжээний ӨСХП-ыг бий болгоход хангалтгүй юм. ӨС-ийн бүтцийн талаархи мэдлэг, мэдээллийг хэрэглэгчид мэдээллийг хүргэх болон хүснэгт хоорондын хамаарлыг тайлбарлах аргуудын талаархи мэдлэгээр өргөжүүлэх хэрэгтэй.

Зураг 2. ӨСХП-ийг байгуулах технологийн үе шатууд.



Бидний авч үзэж буй өгөгдлийн сангийн загварчлалын технологи нь MVC [14] –ийн зарчмыг хэрэгжүүлэхтэй төстэй (жишээ нь, Oracle ADF [15]), санал болгож буй ӨСХП нь MVC-тэй ижил өгөгдлийн сангийн бүтцийн (ӨС-ийн схем) талаархи мэдээллээс гадна хэрэглэгчид өгөгдлийг хүргэх аргуудын мэдээллийг агуулж байдгаараа давуу юм.

Түүнээс гадна бидний загварт орон зайн өгөгдлүүдийн хамаарал, тэдгээрийн гадаад программчлалын хэрэгслүүдтэй харилцах аргууд багтсан байж болно. Мөн авч үзэж буй загварын хувьд программын кодуудын генерацн, компиляцийн процессууд байхгүй нь MDA-ээс ялгарах нэг онцлог болно. АМС-ийг бий болгох аливаа ажиллагаа нь ӨС-д хандах, ОЗ өгөгдлүүдтэй харилцах, гадаад хэрэглээний системүүдтэй ажиллах боломжтой «ГеоААБ» универсаль системд зориулсан ӨСХП-ыг бий болгоход оршино.

Загварыг байгуулахын тулд «Хүснэгтүүд», «Танилцуулга», «Дүрэм», «Нэмэлт» зэрэг объектуудыг тодорхойлж өгөх шаардлагатай. «Хүснэгтүүд» нь өгөгдлийн сангийн харгалзах объектуудын (хүснэгтүүдийн) харилцан үйлчлэл(CRUD-операцууд)-ийг дэмждэг, бүтцийн талаар, тухайлбал хүснэгтүүдийн талбар, тэдгээрийн төрөл, өгөгдлийн сангийн бусад хүснэгтүүдтэй хамаарах хамаарлыг агуулсан мэдээллийг агуулсан байх шаардлагатай. Зөв төлөвлөж боловсруулсан ӨС-ийн хувьд мета-өгөгдөл бүхий хүснэгтүүдийг ӨСУС-ээс автоматаар гарган авч болдог. Гэхдээ холбоо хамаарлын мэдээллийг агуулаагүй ӨС-гууд байдгийг дурдах хэрэгтэй (тухайлбал, уламжлагдан үүссэн ӨС). Тиймээс ӨС-ийн загварын объектуудыг тодорхойлохдоо холбоо, хамаарлын мэдээллийг нарийвчлан зааж өгөх шаардлагатай. Мөн хэд хэдэн ӨС-тай зэрэг ажиллах ӨСХП-ыг боловсруулахад дээрх мэдээлэл зайлшгүй шаардлагатай байна.

Дөрөвдүгээр үед инструменталь систем нь ӨСХП-ийн нэг хэсэг болж автоматаар тохируулагдах ба өгөгдлийн сантай харьцах бүх функцийг дэмжин ажиллах бөгөөд шаардлагатай үед орон зайн өгөгдлүүдтэй харьцан ажиллах боломжтой байх ёстой.

«ГеоААБ» системийн онцлогоос хамаарч ӨСХП-ийн хэрэглэгчийн бүх интерфэйс нь динамикаар үүснэ. Энэ нь хүснэгт бүрийн хувьд хэрэглэгчийн интерфэйсийн (интерфэйсийн элементүүдийг үүсгэх, тэдгээрийг өгөгдлүүдтэй холбох, компиляци хийх, зүгшрүүлэх гэх мэт) хэлбэрийг тусгайлан боловсруулах шаардлагагүй байдгаар давуу талтай юм. Интерфэйсийн элементүүдийг үүсгэх, тэдгээрийг өгөгдлүүдийн бүтэцтэй холбох механизмыг системийн тайлбарт

тодорхойлж өгсөн болно.

Дээрх технологийн дагуу үүссэн ӨСХП-нь программчлалын кодыг өөрчлөхгүйгээр сайжруулж, хөгжүүлж болох боломжийг бидэнд олгоно. Санал болгож буй инструменталь систем өөрт нь суулгасан визуал инструменталь хэрэгслүүдийн тусламжтайгаар ӨСХП-г үүсгэх, сайжруулах боломжийг хангахаас гадна системийн “амьдралын мөчлөг” бүрт ӨСХП-ыг сайжруулах хугацааг хэмнэх боломжийг олгох болно

### Өгөгдлийн сангийн хэл

ӨСХП-г үүсгэхдээ түүний онцлогийг тусгасан декларатив-хэлийг (ӨСХПХ) боловсруулсан [16] бөгөөд , зохиомж нь ӨСХП-ын бүх элементүүдийг нарийвчлан илэрхийлэх боломжийг олгохын хажуугаар хангалттай компакт байна. Боловсруулсан хэлний дүрэм нь LL(1) ангилалд хамаарах ба ӨСХП-ын элемент бүр нь тусгай өгүүлэгдэхүүн, өгүүлбэрээр бичигдэнэ.

ӨСХПХ нь дараах бүтэцтэй байна:

<Эхлэл үг> <Заавал байх илэрхийлэл үгс> [Заавал байх албагүй илэрхийлэл үгс]

Өгүүлбэрийн эхлэл нь эхний үг аль “эхлэл түлхүүр үгийн олонлогт харьяалагдаж байгаагаар тодорхойлогдоно. Өгүүлбэр бүр нь “заавал байх” болон “заавал байх албагүй” өгүүлэгдэхүүн буюу илэрхийлэл үгсээс тогтох ба эдгээр нь хоорондоо “зай”-гаар зааглагдаж ялгагдана. Өгүүлэгдэхүүнүүд нь системийн атрибутыг дүрслэх (илэрхийлэх) нөөц “албан” үгсийг агуулах ба энэ атрибутын утгыг «=» тэмдгээр өгнө. Жишээ нь, **READONLY** эсвэл **SCHEMA=<атрибутын утга>**. Зарим тохиолдолд “албан” үгсийн дараагаар өгүүлэгдэхүүнүүдийг «(...)» тэмдэг дотор, эсвэл таслалын дараагаар «,» гэсэн хэлбэртэйгээр бичиж болно.

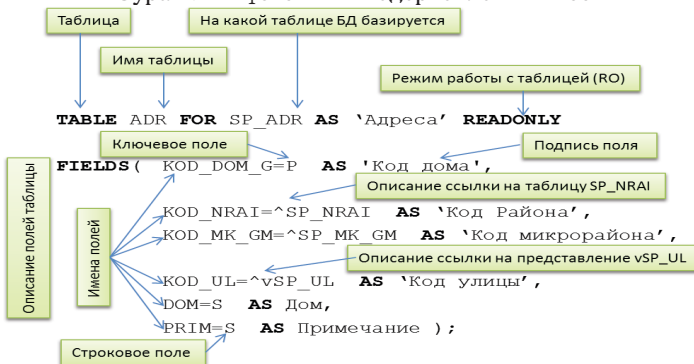
ӨСХП-ын хэлний бүтэц нь: ӨС-д холбогдох арга, ӨСХД-ын ерөнхий параметрууд, хүснэгтүүд, холболтууд, модулиудын холбоос, ОЗМС-тэй холбогдох, харилцах арга зэргийг илэрхийлэх, дүрслэх боломжийг бидэнд олгох боломжтой байхаар зохиогдсон байна. ӨС-тай холбогдох аргын тухайд түүний ӨС-д холбогдох технологийн (BDE ба ADO-г дэмждэг эсэх) талаар болон аутентификацийн (ӨСУС эсвэл Windows-ийн хэрэгслүүд, хэрэглэгчийн нэр, нууц үгийг асуух, эсвэл тэдгээрийг тусгайд нь хадгалах гэх мэт) мэдээллийг

агуулсан байна. Түүнээс гадна, ӨСХП-ын гадаад төрх, харагдах байдлын талаархи параметруудийн (жишээ нь, программын нэр, өгөгдөхүүнүүдийн мөн чанарыг илэрхийлэх хэлбэр нь мод эсвэл бүрэлдэхүүн) талаархи мэдээлэл, мөн ӨС-ийн хүснэгтүүдтэй ажиллах ерөнхий дүрмийн талаар мэдээлийг заавал агуулсан байна.

Зураг 3 дээр хэрэглэгчийн интерфэйсийг автоматаар үүсгэх, тэдгээрийн ӨС-ийн харгалзах хүснэгтүүдтэй харилцан үйлчлэх механизмыг дүрслэн харууллаа. Хүснэгтийн талбаруудын хувьд тэдгээрийн хэлбэр, өгөгдлийн төрөл, программ, тэдгээрийг ашиглах арга, хэлбэр, дүрмийг тодорхойлж өгнө. Жишээ нь, мөрийн талбарт (varchar) «мөрийн», «файлын нэрийг агуулсан», «нэрлэгдсэн», «жагсаалтын» гэх мэт төрлүүдийг харгалзуулж болно. «Мөрийн» төрөл нь уг талбарт дурын тэмдэгтүүдээс тогтож болохыг, хайлт, асуулгын хувьд хэрэглэгч мөр, дэд мөрүүдэд тодорхой шаардлага, нөхцлүүдийг тавих боломжтой болохыг илэрхийлнэ. «Файлын нэрийг агуулсан» талбар нь их хэмжээний ӨС-ийн өгөгдлүүдтэй үед файлд хүрэх замыг заахад хэрэглэдэг бөгөөд их хэмжээстэй өгөгдлүүдийн хувьд энэ нь өгөгдөлд нэвтрэх болон боловсруулалтын хурдад их нөлөөтэй байна. «Жагсаалтын» төрөл нь тухайн талбарын элемент нь төгсгөлөг утга авахыг зааж өгнө. (жишээ нь, «тийм», «үгүй»).

Харин blob-талбарыг тодорхойлж дүрслэхдээ «графикийн» ба «баримтын» гэсэн хоёр хэлбэрийг ашиглана. «Графикийн» хэлбэрээр тодорхойлогдсон талбарт хэрэглэгчид файлыг уг талбарт хадгалагдах хэлбэрийг харуулдаг бол «баримтын» хэлбэрт байгаа талбарын файлын хувьд уг файлыг ачаалах, харах зэрэгт уг файлын өргөтгөлийн талаар мэдээлэл хэрэгтэй байна.

Зураг 3. Хүснэгтийг тодорхойлох жишээ





Талбарыг тодорхойлохдоо дээрх хэлбэрүүдээс гадна тэдгээрийн орох зайн объектуудтэй (тоон картын объектууд) харилцах үүрэг, хэмжээний талаар мэдээлэл оруулах боломжтой байдаг. Жишээ нь, хүснэгтийг тодорхойлох талбарыг “хаягжилтийн” байдлаар тодорхойлж өгч болно. (талбар нь «гудамж» ба «байшин»). Орон зайн объектуудын координатыг агуулах хүснэгтийн талбарын хувьд орон зайн тоон аргыг тодорхойлж өгч болох бөгөөд энэ нь өгөгдлийн санд тоон картыг автоматаар үүсгэх боломжийг олгоно.

Жишээ болгон хотын аж ахуйн объектуудын талаархи мэдээллийн баазыг үүсгэх хаягжилтийн төрлийн (SP\_ADDR хэлбэрийн хүснэгтийн бичиглэл) өгөгдлийн санг авч үзье. Энэ тохиолдолд объект нь хэд хэдэн байгууламжаас (SP\_ADDR бичиглэлийн BUILDINGS хэлбэрийн нарийвлал) тогтож болно. Байгууламж бүр нь дотроо хэд хэдэн хэсэг эсвэл өрөөнүүдтэй (BUILDINGS бичиглэлийн FLATS хэлбэрийн нарийвчлал) байж болно. Хотын аж ахуйн тухайн объектын бүх өрөө, тасалгаануудын мэдээлэл хэрэглэгчид хэрэг болсон бол SP\_ADDR хүснэгтийн тодорхойлолтод дараах хэлбэрийн бичиглэлийг зааж өгөх шаардлагатай:

**REFS( ороо=< vFLATS.Buildings\_ID.SP\_ADDR\_ID),**

Энд

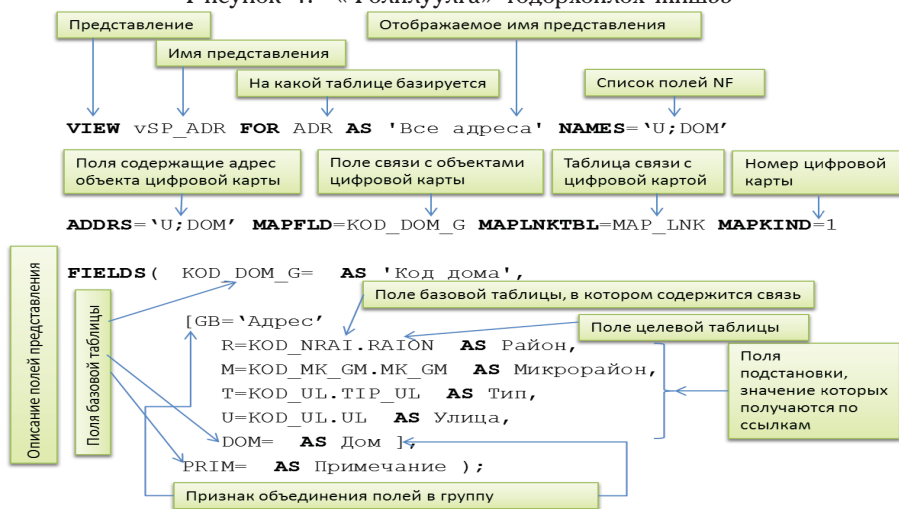
vFLATS – FLATS хүснэгтийн үндсэн дээр тодорхойлогдсон “харагдах байдал”;

Buildings\_ID – FLATS табицуудын BUILDINGS хүснэгттэй холбоост талбар;

SP\_ADDR\_ID – SP\_ADDR хүснэгтэд холбоотой BUILDINGS талбар.

«Толилуулга» хэсэгт нэг эсвэл хэд хэдэн хүснэгтүүдтэй холбоос бүхий өгөгдлийн сангийн талбаруудын мэдээлэл, SQL асуулга, файлууд, тэдгээртэй харилцан технологи зэргийн мэдээллийг тодорхойлж өгнө. (Зураг 4)

Рисунок 4. «Толилуулга» тодорхойлох жишээ



## Өгөгдлийн санг нэвтрүүлэх (ашиглах) инструменталь систем

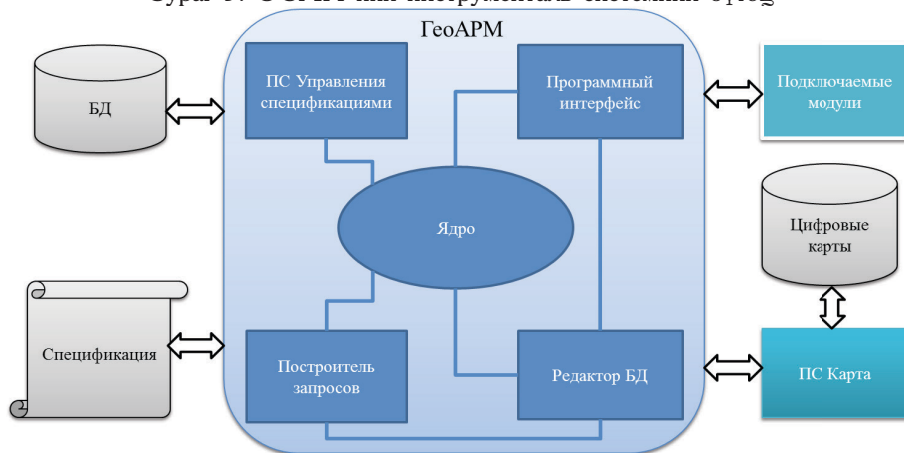
Өгөгдлийн санг ашиглахад автоматжуулалт болон төрөлжсөн төгөлдөржүүлэлтийг буй болгохын тулд зохиогчид инструменталь систем — Гео ААБ [17]-ийг боловсруулсан болно. Уг инструменталь систем нь өгөгдлийн санг ашиглахад интерактив төрөлжилтийг буй болгохоос гадна өгөгдлийн санг тоон карт (газар зүйн зураг), гаднах дэд системүүдтэй харилцан холболтыг зохицуулдаг. Мөн өгөгдлийн сангийн ашиглалтын хэрэгжилт нь инструменталь систем дэхь төрөлжсөн тайллын үр дүнг динамик зарчмаар гүйцэтгэгдэнэ.

Инструменталь систем нь дараахь дэд системүүдээс тогтоно: “цөм”, “төрөлжилтийн удирдлага”, “өгөгдлийн сангийн редактор”, “ашиглалтын лавлах эмхлэх”, “программын интерфейс” модуль (зураг 5). Өгөгдлийн сангийн ашиглалтын хэрэгжилт болон боловсруулалтын ерөнхий схем нь “ГеоААБ” инструменталь системд дараахь хэлбэртэй болно: “төрөлжилтийн удирдлага” дэд системийг ашиглан өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилт буй болох ба тэр нь системийн цөмд ачаалагдсаны үр дүнд инструменталь систем нь өгөгдлийн сангийн ашиглалтын асуудал баримжаалсан хэлбэрт орж, өгөгдлийн сангийн “ашиглалтын лавлах эмхлэх” редактор, дэд системүүдээр дамжин өгөгдлийн сантай харилцах боломжийг хангах, мөн зориулалтын программын интерфейсээр дамжуулан холбогдсон давхарлаг — сангийн тусламжтайгаар төрөлжсөн бодлогуудыг шийдэх боломжтой ба “карт” дэд системээр дамжуулан

орон зайн өгөгдөлтэй харьцана.

Системийн цөм нь өгөгдлийн сангийн удирдлагын системтэй ашиглалтын бүх дэд системүүдийн харилцан уялдааг зохицуулснаар өгөгдлийн сангийн удирдлагын системтэй харилцан үйлчлэлийн хувьд интерфэйсын командуудад өгөгдлийн сангийн ашиглалтын дэд системийн командыг хувиргах болон төрөлжсөн тайлалыг хангана.

Зураг 5. ӨСХП-ийн инструменталь системийн бүтэц



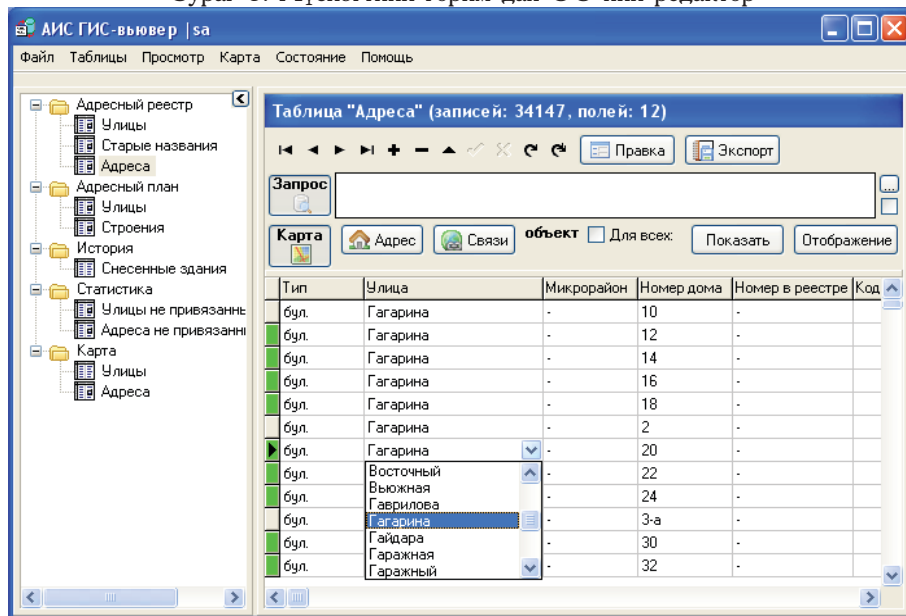
“Төрөлжилтийн удирдлага” дэд систем нь өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилтийн боловсруулалтын хэрэглэгчийн интерфэйсийн функцийг гүйцэтгэнэ. Уг дэд системийн тусламжтайгаар зохиогчид өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилтийн төгөлдөржүүлэлтийг буй болгох үйлдлийг гүйцэтгэхэд: өгөгдлийн сантай холбогдохыг тааруулах, өгөгдлийн сангийн удирдлагын системээс мета-мэдээллээр ачаалах болон сонгох, хүснэгтэн бичлэгийн удирдлага, мэдүүлэгийн бичиглэлийг буй болгох, өгөгдлийн сангийн ашиглалтын ерөнхий параметруудийг эмхлэх, гаднах программын системүүд болон тоон карттай харилцан холбогдох параметруудийг зохицуулна.

“Өгөгдлийн сангийн редактор” дэд систем нь асуудал баримжаатай өгөгдлийн сантай харилцан холбогдох хэрэглэгчийн интерфэйсийг хэрэгжүүлнэ.

Мэдүүлэг ба хүснэгтүүдийн төгөлдөржүүлэлт болон хандах хэлбэр нь өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжүүлэлтэнд нийцэх бүтцийн бичиглэлийн үндсэн динамик хэлбэрээр буй болно. Өгөгдлийн сангийн редактор нь (зураг б) үндсэн цэс, мөн чанарын мод, бодлогуудын болон өгөгдлүүдийн мужуудыг агуулна. Үндсэн цэс нь хурдан хандалтанд зориулалт бүхий автоматжуулсан

мэдээллийн системийн бүх функцийг агуулна. Мөн чанарын мод нь (зураг 6-ийн зүүн талд). Автоматжуулсан мэдээллийн системийн төрөлжилт дахь мэдүүлэг болон хүснэгтүүдийн нэрс агуулагдах ба тэдгээр нь гүйцэтгэх функц болон зориулалтаар утгачилсан бүлгүүдэд нэгтгэгдсэн байна.

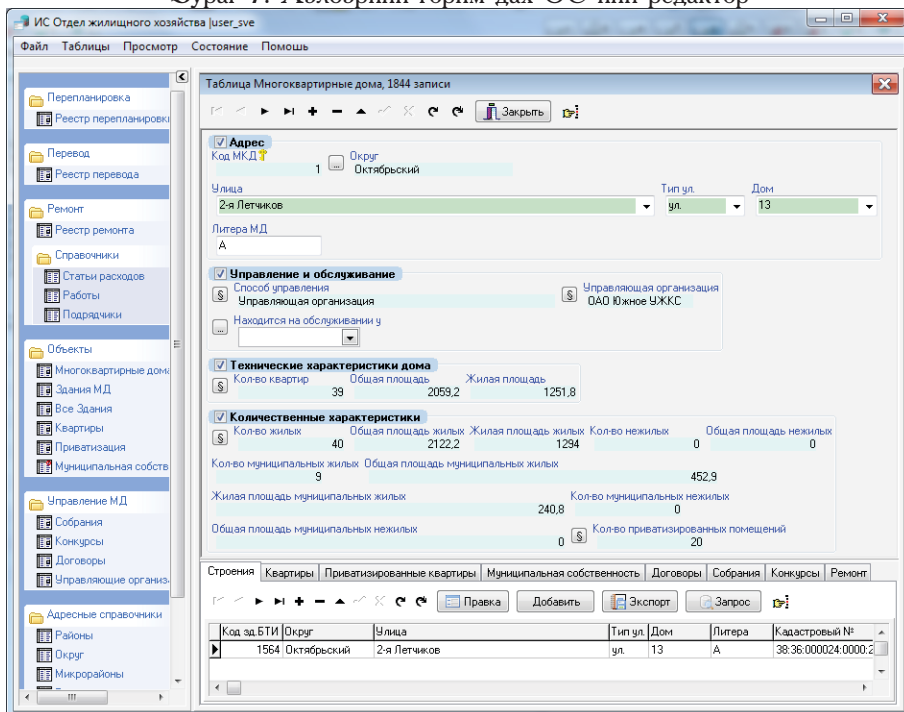
Зураг 6. Хүснэгтийн горим дахь ӨС-ийн редактор



Өгөгдлийн мужид (зураг 6) мэдүүлэг болон хүснэгтэд ажиллахад зориулалт бүхий удирдлагын элементүүд тусгагдсан байна. Өгөгдөлтэй харьцах ажиллагаа нь хоёр горимоор хэрэгжинэ: бичилтийн цуглуулгын хяналтын хувьд хүснэгтийн горим буюу тодорхой бичиглэлтэй ажиллах горимын хэлбэр зэрэг болно. Удирдлагын элементүүдийн бүрэлдэхүүн, мэдүүлэг болон хүснэгтийн талбартай ажиллах хэв маяг буюу мэдүүлэг нь төрөлжилтийн мэдээллийн үндсэн дээр автоматаар тодорхойлогдоно. Тухайлбал, хүснэгтийн горимд утгуудын нэрс нь талбар — тулгуурын хувьд автоматаар бүрэлдэх ба хэрэв хэд хэдэн хүснэгтэн салбар эх үүсвэртэй ажиллах бол тэдгээрийн сонголтын дарааллаар тодорч болно. Хэлбэрийн горимд (зураг 7) бүх хэрэглэгчийн интерфэйсын элементүүд автоматаар буй болно. Суурь хүснэгтүүдийн талбарын утгуудын хяналтын хувьд төрөлжилтэнд дурдсан талбарын хэлбэрээс хамааран “календарь”, “флаг”, “оролтын талбар” хэлбэрийн визуаль интерфэйсийн элементүүд буй болно. Хэрэв талбаруудын бүлэглэлүүдийн өөр хэлбэр тодорхой бус бол нэг заалтаар

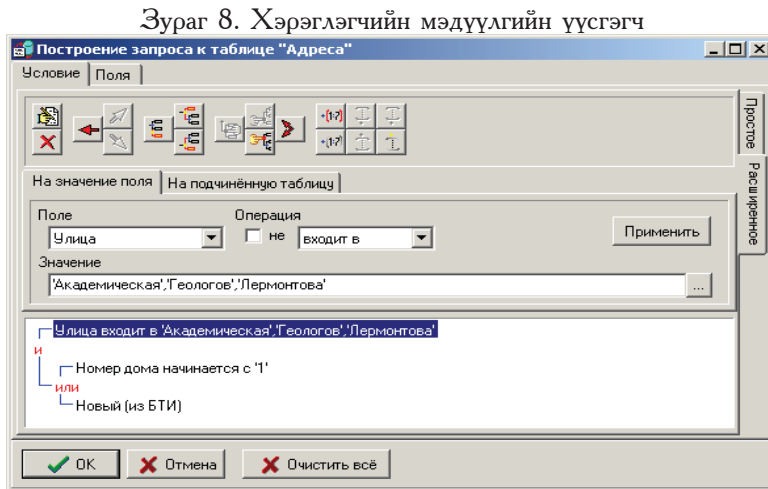
авагдсан талбар нь автоматаар бүлэгт нэгтгэгдэнэ. Давхарлалын тайлбартай харилцан үйлчлэл нь “гээгдэх нэрс” элементээр дамжин хэрэгжих ба утгууд нь мэдүүлгээс ашиглагдах ба тэр нь төрөлжилтийн мэдээллийн үндсэн дээр бүрэлдэнэ. Бичиглэл нь тодорхой үед төрөлжилтэнд “мастер-деталь” хэлбэрийн холбоо “хүснэгт-деталь”-ийн бичиглэлийн хэлбэрт тусгагдана. Хэрэглэгчийн ажлын байршил хялбар зохистой байр сууринаас бодлогын мужийн удирдлагын элементүүдийг бүрэлдүүлэлтийн менежер хариуцна [18].

Зураг 7. Хэлбэрийн горим дахь ӨС-ийн редактор



Хэрэглэгчийн мэдүүлгийн зохион байгуулалт нь универсаль хэлбэртэй бөгөөд тэр нь төрөлжилтөөр буй болсон төсөөлөл (илэрхийлэл) буюу тодорхой хүснэгттэй ажиллахаар чиглэгдсэн болно. Зохицуулагч нь хялбарчилсан болон өргөтгөсөн горимын аль алинд нь ажиллах боломжтой. Хялбарчилсан горимд хэрэглэгч талбарын нэртэй хүснэгтийг харах ба зарим нэгэн утгуудад хязгаарлалт өгч болохын зэрэгцээ, конъюнкцийн шаардлага нь хайлтын нөхцөлийг бүрэлдүүлнэ. Зайлшгүй тохиолдолд нэлээд түвэгтэй нөхцөл өгөгдөх бол өргөтгөсөн горимд шилжсэнээр илэрхийллийг хэвтээ чиглэлтэй мод хэлбэрт

хяналт хийх боломж олгогдоно. (зураг 8)



Өргөтгөсөн горим нь дагалдах хүснэгтүүдийн бичлэгүүдэд нөхцөл бүрдүүлэхийг баримталдаг. Тийм нөхцөлүүдийн бүрдэлт мэдүүлгийн зохицуулагч нь рекурсив хэлбэрээр дуудагдана. Талбарын утгууд дахь нөхцөлийн хяналтын арга нь дурын горимд өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилтийн төсөөлөл (илэрхийлэл) буюу хүснэгтүүдийн талбарын хэлбэрийн талаархи мэдээллээр тодорхойлогдоно. Программын интерфэйс нь дагалдах (давхарлал) системтэй ажиллахад зориулагдсан ба тэрээр “ГеоААБ”-ын архитектурт тусгагдаагүй тусгай бодлогуудыг шийдэх боломж олгоно. Давхарлал (дагалдах систем) нь холбогдсон сангуудын динамик төлөвд хэрэгжих ба системийн боломжийг өргөтгөнө.



нь заагдсан талбарууд дахь кодын оронд хүснэгтүүдийн лавлахаас (Lookир-талбар) хэрэглэгчдэд зориулагдсан агуулгатай нь тусгагдана.

Бичиглэлийн хянан засварлах хэлбэрт талбаруудыг байршуулах [18] механизм ашиглагдах бөгөөд тэр нь мэдээллийг илэрхийлэх болон өгөгдлийн хэлбэрийн хэмжээний өөрчлөлтийн хянан засварлахад тэдгээрийг талбаруудын хооронд хуваарилахад хэлбэрийн чөлөөтэй зайг үр ашигтай ашиглах боломж олгоно.

Энэ тохиолдолд хэрэв зохиогчдод талбаруудын байршлын хэлбэр тодорхой эрэмбээр автоматаар гүйцэтгэгдэх нь тааламжгүй бол бичлэгийн хянан засварлах автоматжуулсан хэлбэрийг төрөлжилтэд багтааж болох бөгөөд түүний дараа засварлагдаж болно.

GeoAAB системээр тайлбарлагдах боловсрогдсон төрөлжилтийн үр дүнд өгөгдлийн санд хүснэгтээр бичигдсэн мэдээллийг хянан засварлах, хайлт, харах үндсэн үйлдлүүдийг хангасан ашиглалтын горим буй болно. Үүний зэрэгцээ нэлээд хүндрэлтэй бизнес сэтгэлгээг хэрэгжүүлэх (тусгах) болон өгөгдлийн иж бүрдэлийг хангах үүднээс өгөгдлийн сангийн удирдлагын системийн программын механизмуудыг (траггери, хязгаарлалт) зайлшгүй ашиглах хэрэгтэй болдог. Мөн тэрээр өгөгдлийн сангийн удирдлагын систем хадгалагдаж буй функцууд болон процедурыг хэрэглэгч давхарлалыг дуудлага хэлбэрт шууд ашиглах (plugin) боломжтой. Системд аюулгүй байдлын туслах механизм (оролтыг хязгаарласан) ашиглагдахгүй бөгөөд учир нь өгөгдлийн сангийн удирдлагын системээр илэрхийлэгдэж буй механизмууд нь хэрэглэгчийн хэрэгцээг хангалттай гүйцэтгэх боломжгүй юм. Тухайлбал, төрөлжилтэнд хэрэглэгчийн интерфэйсын түвшинд тодорхой хүснэгт болон талбаруудыг өөрчлөхийг хориглох ба зөвхөн хэрэглэгчийн үйл ажиллагаанд хамаарагдах өгөгдлийн сангийн фрагментийг тусгана.

Төрөлжилтийн модулийн хэрэгжсэн механизм нь янз бүрийн функциональ холбоос болон тусгай модулиар дамжин өгөгдөлд нэвтрэх AAB-ыг буй болгох болж олгоно.

Зарим хэрэглээнд хэд хэдэн хүснэгт бичиглэлийг хөндсөн бизнес-үйлдэл ашиглагдах боломжтой. Тийм үйлдлийг өгөгдлийн санд тусгах шаардлагагүй төлөвийг төсөөлөхөд хүндрэлтэй санагдаж болно. Үүний тулд уг үйлдлийн талаар гүйцэтгэгдэх үйлдлүүдийн тусгайлсан хүснэгтээр илэрхийлсэн бичлэгийг зайлшгүй нэмэх хэрэгтэй. Ийнхүү GeoAAB системд бизнес-үйлдлийг



хэрэгжүүлэхийн тулд түүний триггеранс үйлдлүүдийн нийцсэн хүснэгтүүдэд нөхөлтийг (оруулах) зайлшгүй дуудах ба харин үйлдлийн өөрөө гүйцэтгэгдэх нь үйлдлийн хүснэгт шинэ бичиглэлээр нөхөгдөхийг хэрэгжүүлнэ.

Нэлээн хүндрэлтэй асуудлын шийдлийн хувьд ГеоААБ системийг өргөтгөх боломж нь модулуудыг (plugin) нэмэх механизмаар гүйцэтгэгдэнэ. Нэмэгдсэн модулуудаас үйлдлийг дуудах товчлуур нь нийцэх хүснэгтүүдийн хэлбэрийн удирдлагын цувагт бэхлэгдсэн байж болохоос гадна бичлэгийн хянан засварлалтын хэлбэрээр тодорхой талбаруудтай зэрэгцэн тусгагдана. Нэмэлт модулийн үйлдлийн гүйцэтгэлийн явцад хамрагдах хүснэгтүүдийн мэдээлэлд болон хянан засварлагдах бичиглэлд нэвтэрнэ. Тухайлбал, нэмэлт модулийн ачаар теги-шаблоны агуулгаар тайланг нэгтгэх механизм хэрэгжсэн болно.

## Дүгнэлт

Дэвшүүлж буй технологи нь ӨС-ийн ашиглалтын автоматчилсан хэлбэрийг буй болгох боломж олгож байгаа бөгөөд тэр нь орчин үеийн ихэнхи автоматжуулсан мэдээллийн системийн чухал чанар болох системийг буй болгох хугацааг багасгах, хөдөлмөр зарцуулалтыг хэмнэх ихээхэн боломжийг олгож байна.

Тухайлбал “Pubs” өгөгдлийн санд зориулсан ӨСХП-нь MSSQLServer-г орох 11 холбоост хүснэгтүүдийг агуулсан туршилтын ӨС-г байгуулах, тестлэх ажлуудыг 1 цагийн хугацаанд гүйцэтгэсэн байна. Энд өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилтийн эзэлхүүн нь 160 мөрөөс тогтоно. Түүнээс гадна өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилтийн технологи нь орон нутгийн өөрөө удирдах хэд хэдэн байгууллагуудын автоматжуулсан мэдээллийн системийг буй болгоход үр ашигтай хэрэглэгдсэнээс гадна Эрхүү хотын захиргааны нэгжүүдийн мэдээллийн системүүдийн интеграц (нэгдмэл хэлбэр) болон систем дундын харилцан үйлчлэлийг буй болгоход ашиглагдсан болно.

Боловсруулсан “ГеоААБ” инструменталь систем нь өгөгдлийн сангийн ашиглалтын төрөлжилтийг буй болгохыг дэмжихээс гадна дурын өгөгдлийн сантай ажиллахад компиляц хийхгүйгээр тохируулах боломжтой, бас эхнээс нь өгөгдлийн санд авч үзээгүй тоон карттай ажиллах боломжийг олгоно.

**Ном зүй**

- VCL Overview //Embarcadero. URL: [http://docs.embarcadero.com/products/rad\\_studio/delphiAndcpp2009/HelpUpdate2/EN/html/devwin32/vclow\\_xml.html](http://docs.embarcadero.com/products/rad_studio/delphiAndcpp2009/HelpUpdate2/EN/html/devwin32/vclow_xml.html)
- Приложения MFC для рабочего стола. Microsoft Developer Network. URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/d06h2x6e.aspx>
- .NET Framework Class Library Overview// Microsoft Developer Network. URL: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hfa3fa08\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hfa3fa08(v=vs.110).aspx)
- Hibernate ORM documentation//Hibernate ORM. URL: <http://hibernate.org/orm/documentation/>
- Entity Framework (EF) Documentation.//Microsoft. Data Developer Center. URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/data/ee712907>
- Paulo Pinheiro da Silva, Tony Griffiths and Norman W. Paton. International Working Conference on Advance Visual Interfaces2000 (AVI2000). // Generating User Interface Code in a Model Based User Interface Development Environment. Palermo, Italy. 2000. pp. 155-160.
- Грибачёв К. Delphi и Model Driven Architecture. Разработка приложений баз данных. СПб.: Питер, 2004.
- Чарнецки К., Айзенкер У. Порождающее программирование. Методы, инструменты, применение. Для профессионалов. СПб: Питер, 2005. 736 с.
- Грибова В.В., Кисленок Р.С. Автоматизация разработки визуального представления пользовательского интерфейса по модели предметной области. // Искусственный интеллект. 2006. №4. pp. 148-152.
- Черкашин Е.А., Федоров Р.К., Бычков И.В., Парамонов В.В. Автоматизация синтеза ядра информационной системы с использованием UML-описания. // Вычислительные технологии. 2005. Т. 10. С. 114-121.
- Черткова Е.А. Применение модельных каркасов для разработки графического пользовательского интерфейса. //Вестник Астраханского государственного технического университета. 2007, №1(36). С. 150-153.
- Грибова В.В., Клещев А.С. Концепция разработки пользовательского интерфейса на основе онтологий. // Вестник ДВО РАН. 2005. № №. С. 123-128.
- Introduction to EAV Model in Magento// Magento Planet. URL: <http://magentoplanet.wordpress.com/2014/03/19/introduction-to-eav-model-in-magento/>
- Martin Fowler. Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional, 2003 P.533
- Oracle Application Development Framework - Oracle ADF. URL: <http://www.>

- [oracle.com/technetwork/developer-tools/adf/overview/index.html](http://oracle.com/technetwork/developer-tools/adf/overview/index.html)
- Фереферов Е. С., Хмельнов А. Е. Язык представления баз данных // Материалы III Международной конференции Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы — Улан-Удэ: БГУ, 2010. — С. 269 — 272.
- Бычков, И.В., Гаченко А.С., Ружников Г.М., Фереферов Е.С., Хмельнов А.Е., Фёдоров Р.К. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием // Новосибирск: Изд-во СО РАН, — 2012. — 369 с.
- Фереферов Е.С., Хмельнов А.Е. Реализация менеджера размещения визуальных компонентов в Delphi // Материалы международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» — Алматы - Новосибирск, 2008. — Т. 13, — С. 283 — 287.