

Ерөнхий суурийн физикийн хичээлд виртуал загвар бүтээж ашиглах нь

Б.Алтанхүү, Ш.Мөнхжаргал*, Ж.Дөлгөөн

МУИС, ШИС, БУС, Физикийн Тэнхим

Цахим хичээлийн үед сургалтын технологийг баяжуулан шинэчлэх шаардлага бий болсон. Загварчлал, симуляцийн технологи ашиглан үүнийг хямд төсрөөр хурдан шуурхай хэрэгжүүлэх боломжтой. Бид цар тахлын үеэр буюу 2020-2021 улиралд ерөнхий болон мэргэжлийн суурийн физикийн курсыг цахимаар заахдаа, хичээлийн агуулгаас тодорхой сэдвүүдийг сонгон авч харгалзах виртуал загваруудыг өөрсдөө бие даан бүтээж, сургалтын үйл ажиллагаандаа ашиглав. Мөн эдгээр загвараа сургалтын зориулалт бүхий жишиг загваруудтай харьцуулж үзсэн болно. Загварчлалын технологи ашиглан бүтээсэн сургалтын хэрэглэгдэхүүн нь физикийн үзэгдэл юмсын талаарх оюутан сурагчийн төсөөллийг визуал аргаар бататгаж, ойлгоцыг нь нэмэгдүүлэх; сургалтын эвристик арга зүйг (туршиж үйлдэнгээ өөрөө өөрийгөө сургах) хэрэгжүүлэх; цахим болон зайны сургалтыг зардал багатайгаар сонирхолтой хэлбэрээр өрнүүлэх зэрэг давуу талтай гэж үзэж байна.

Түлхүүр үгс: сургалтын технологи, сургалтын хэрэглэгдэхүүн, ерөнхий физик, физикийн сургалт, компьютерын загварчлал, байгалийн ухаан, мэдээллийн технологи, виртуал загвар, симуляци, GlowScript, Python, VPython

I. УДИРТГАЛ

Ковид-19 цар тахлын улмаас бүх сургалт гэнэт цахим (зайн) хэлбэрт шилжиж “амьд харилцаа” үгүй болсон нь хичээлийн агуулгад ч, сургалтын процесст ч илт нөлөөлөв. Тухайлбал ерөнхий суурийн физикийн хичээлүүд 2019-2020 хичээлийн жилийн эхний хагаст танхимаар ороод, сүүлийн хагаст цахимаар; 2020-2021 оны хичээлийн жилийн эхний хагасын дийлэнхэд танхимаар, хоёрдугаарт хагаст бүтэн цахимаар ороход, харгалзах ерөнхий суурийн оюутны сэтгэл ханамжийн асуулгын үр дүн эрс ялгаатай болсон байв [1]. Цар тахлын үеийн шинэ нөхцөл байдалд тохирсон сургалтын орчин, сургалтын технологийг оюутан шаардсан нь тодорхой. Оюутны үнэлгээний өгөгдөлд үндэслэн, сургалтын технологийг баяжуулах нь зүйтэй гэдэг нь эндээс харагдаж байна. Байгалийн ухааны хичээлийн хувьд үүнийг хэрэгжүүлэх нэг боломжит арга зам нь, тодорхой сэдвүүдээр *симуляци програм* буюу *виртуал загвар* боловсруулж, сургалтын нэмэлт хэрэглэгдэхүүн байдлаар ашиглах явдал гэж бид үзсэн. Ийм симуляци програмыг лекцийн цаг дээр ойлголт бататгах үзүүлэн-демонстраци хэлбэрээр; семинарын цаг дээр бодлогын визуал тавил байдлаар; онлайнаар тест, шалгалт авахдаа шалгалтын асуултыг хөдөлгөөнт дүрслэлтэй болгох зэргээр ашиглахад нэн тохиромжтой юм.

II. АРГА ЗҮЙ. ЖИШЭЭ ЗАГВАРУУД.

2020-2021 улиралд ерөнхий ба мэргэжлийн суурийн физикийн хичээлд виртуал загвар бүтээж ашиглахдаа бид дараах арга зүйг баримтлан ажилласан. Үүнд:

1. *Ерөнхий физикийн бүлгээс сэдвээ сонгох;*
2. *Виртуал загварчлал үйлдэхэд хэрэглэгдэх програмчлалын хэл, програм хангамжийг сонгох;*
3. *Сэдвийн дагуу загвараа бүтээх (програм бичих);*
4. *Загваруудаа нээлттэй орчинд байршуулж, оюутанд хүргэх;*
5. *Бүтээсэн загваруудаа жишиг загваруудтай харьцуулах.*

Бидний хувьд 16 долоо хоногийн турш хичээл ороход яригдах бүх сэдвээр нэг бүрчлэн симуляци бүтээх боломжгүй тул сонголт хийх шаардлага гарсан. Сануулж хэлэхэд, бид цар тахлын хөл хорионы үеэр цахимаар хичээллэж байсан учраас, зүгээр амаар тайлбарлаад юм уу томъёо үзүүлээд өнгөрөхөд хангалтгүй мөртлөө бас шууд бодитоор туршаад үзүүлэх боломжгүй тийм сэдвүүдээс сонгож авахыг зорьсон. Үүнийхээ дагуу, “вектор хэмжигдэхүүн” бүлгээс 3, “механик” бүлгээс 12, “цахилгаан статик” бүлгээс 4 сэдэв сонгож загвар боловсруулав.

Бид виртуал загваруудаа 3 хэмжээст дүрслэлтэйгээр хийхийг зорьсон. Ялангуяа вектор хэмжигдэхүүн, цахилгаан статик орон, механик динамикийн үзэгдлүүдийг 3 хэмжээст тохиолдолд дүрслэх нь чухал байдаг. Үүний тулд GlowScript (Web VPython) системийг ашиглав. Энэ нь веб (интернет) орчинд Python-тест хэлээр 3 хэмжээст дүрслэл бүхий интерактив програмыг хялбархан байдлаар хөгжүүлэх боломжийг олгодог програмчлалын хэл-систем юм.

Физик үзэгдлийн загварыг байгуулахдаа аль болох хялбар алгоритм аргачлалаар тооцоо

* munkhjargal@num.edu.mn

хийхийг хичээсэн. Жишээ нь механик хөдөлгөөний тэгшитгэлийг интегралчлахдаа энгийн Эйлерийн 1-р эрэмбийн аргыг ашиглав. Ерөнхий физикийн сэдвээр сургалтын зориулалттай симуляци үйлдэхэд энэ нь нарийвчлалын хувьд хангалттай, цаг хугацааны хувьд хэмнэлттэй юм.

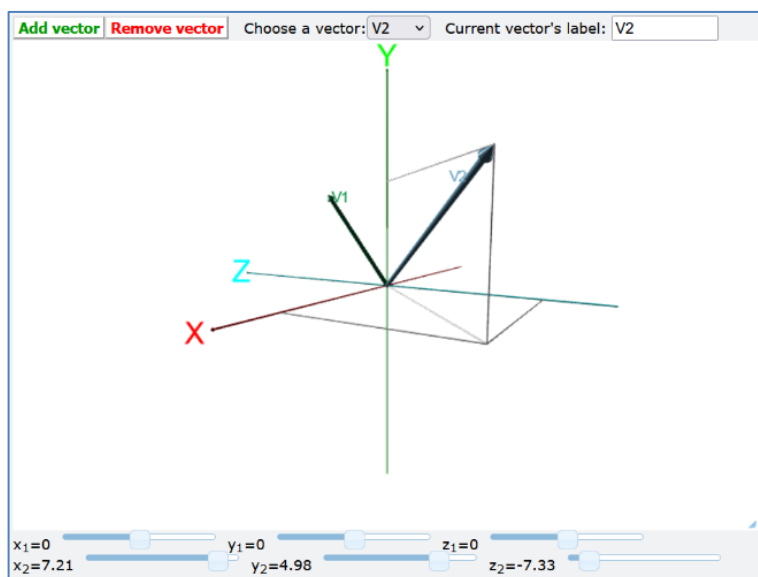
Бид өөрсдийн боловсруулсан симуляци програмуудыг интернетийн **GlowScript.org** портал сайт дээр нээлттэй байршуулсан [2].

Нээлттэй гэдгийн учир нь програмын эх код нь сонирхсон хэн бүхэнд бүрэн нээлттэй, ил байгаа. Оюутан, өөр бусад сонирхогч нэгэн, зөвхөн манай загварын хүрээнд баригдалгүй, бидний хөгжүүлсэн код дээр суурилоод өөрөө шинээр загвараа хөгжүүлэх боломжтой гэсэн үг. Нөгөө талаас, виртуал загваруудыг ажиллуулахад оюутны компьютер дээр нэмэлт програм хангамж суулгах шаардлагагүй, интернетийн сүлжээтэй үед веб браузерт шууд тоглуулдаг

онцлогтой. Орчин үед аливаа програм хангамжийн тэр дундаа сургалтын болон эрдэм шинжилгээний програмын хөгжил нь вебд суурилсан, байнгын онлайн хүрэлцээтэй байх тэр чиг хандлагыг бид дагав.

Өөрсдийн боловсруулсан зарим загвар дээр онцлогийг нь авч үзье.

Вектор хэмжигдэхүүн (1-р зураг). Вектор хэмжигдэхүүнтэй ажиллах симуляци програмыг ашиглан оюутан 3 хэмжээст тэгш тэгш өнцөгт тооллын системд дурын векторыг “өөрийн гараар” байгуулж, түүнийгээ 3 хэмжээст огторгуйд эргүүлж тойруулан харж чадна. Ингэснээрээ, векторын тухай үндсэн ойлголтуудад визуал хэлбэрээр хариулт авах боломжтой. Цаашлаад, баруун гарын дүрэм, вектор ба скаляр үржвэрийн тухай ойлголтоо ч сайжруулан бататгах боломжтой.



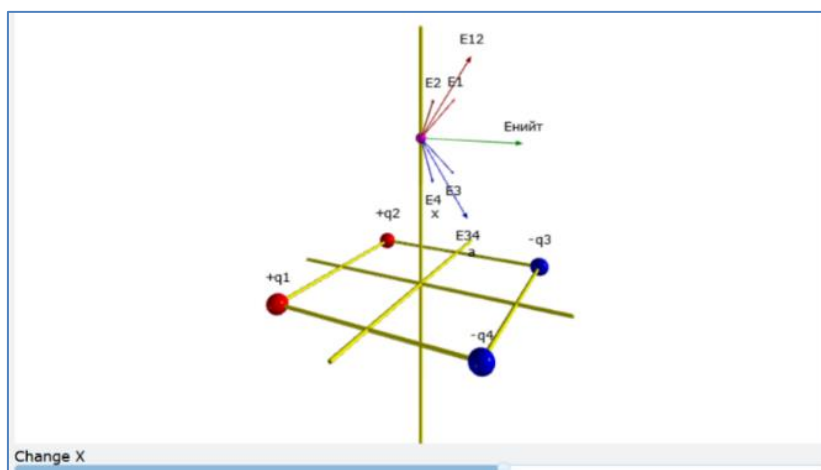
1-р зураг. Вектор хэмжигдэхүүнтэй ажиллах 3 хэмжээст виртуал загвар.

Цахилгаан статик орон (зураг 2). Цэгэн цэнэгийн системийн үүсгэх нийлбэр цахилгаан орон нь цэнэгийн системийн хавтгайд перпендикуляр тэнхлэг дээрх x цэгт ямар байхыг \vec{E} -ийн хувьд 3 хэмжээст байдлаар загварчлан харуулсан програм юм. Эндээс оюутан цахилгаан орны, цахилгаан орны хүчлэгийн вектор түүний чиглэл, цахилгаан орны суперпозици, Кулоны хууль зэргийг хялбархан байдлаар ойлгож авах боломжтой.

Эдгээр болон дурдагдаагүй бусад симуляци програмтай [2]-оос дэлгэрэнгүй танилцана уу. “Соронзон орон” сэдвийн хүрээнд тогтмол гүйдлийн соронзон орны 3 хэмжээст загвар

боловсруулсан талаар [3]-аас дэлгэрэнгүй танилцаж болно.

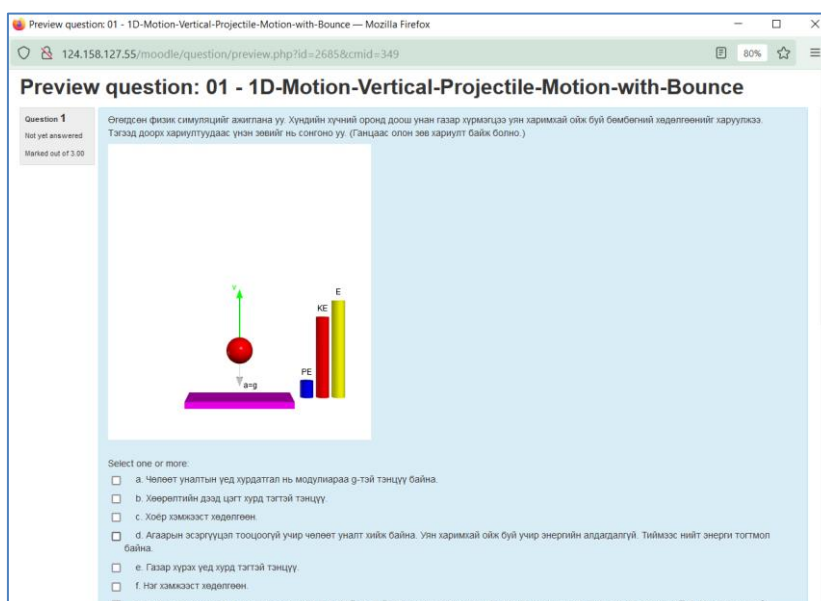
Виртуал загварыг онлайн шалгалтад хэрэглэх (зураг 3). Симуляци нь веб браузерт шууд ажиллах тул тухайн виртуал загварыг бүхлээр нь html файл руу экспортлох боломжтой. Түүнчлэн GlowScript.org дээрх *url*-хаяаар нь, эсвэл бүр minified javascript код хэлбэрээр өөр бусад веб сайтад байршуулах боломжтой.



2-р зураг. “Цахилгаан статик орны суперпозици” 3 хэмжээст виртуал загвар.

Тухайлбал бид цахим сургалтын Moodle платформын тусламжтайгаар ерөнхий суурийн хичээлийн онлайн шалгалт авахдаа, зарим виртуал загварыг тестийн асуулт дотор

байрлуулж өгсөн [4]. Оюутан асуултыг уншиж, симуляцийг тоглуулж үзээд, зөв хариултын хувилбаруудаас сонголтоо хийнэ.



3-р зураг. Виртуал загвар ашиглан бэлдсэн тестийн асуулт.

Зөв хариултыг “дугуйлах” ийм стандарт аргаас гадна, симуляцийг тоглуулж үзээд зөв хариултыг өөрийн үгээр сийрүүлж бичих, симуляцийг тоглуулахдаа хэмжилт хийгээд хялбар тооцоо үйлдэж, зөв хариултыг оруулах гэх мэтээр ажиллах ч боломжтой юм.

Ш. ЖИШИГ ЗАГВАРТАЙ ХАРЬЦУУЛАХ НЬ

Сургалтын зориулалттай виртуал загваруудын үлгэр жишиг болгож, АНУ-ын Булдер дахь Колорадогийн Их Сургуулийн багийн хөгжүүлсэн “PhET Interactive Simulations for Science and Math” [5] төслийг онцлон дурдаж

болно. Энэ төслийн хүрээнд физик, хими, биологи, математик болон бусад шинжлэх ухааны чиглэлээр олон тооны симуляцийг бүтээсэн нь өнөөдөр дэлхий даяар боловсролын орчинд ашиглагдаж байгаа билээ. Бид өөрсдийн боловсруулсан загвар програмуудыг [5]-ын “Физик” бүлгийн ижил төрлийн загваруудтай харьцуулж үзсэн (хүснэгт 1).

PhET төсөл	Бидний загварууд
Байгалийн ухааны бүх сэдвийг хамарсан.	Зөвхөн тус тэнхимд заадаг ерөнхий суурийн физикийн хичээлийн хүрээнд,

Дотроо дунд болон их дээд сургуулийн түвшнээр ангилсан.	тус хичээлийн оюутнуудаар хязгаарлагдсан.
Дизайн, дүрслэлийн хувьд шийдэл сайтай. Симуляцийг энтертейнмент байдлаар хүргэх гэж оролдсон.	Дизайн, дүрслэлийн хувьд “даржин”. Симуляцийг энтертейнмент байдлаар хүргэх тал дээр дутагдалтай.
Угаасаа л нэг зүйлийг (физик) загварчилж буй тул үндсэн агуулгын хувьд ялгаа байхгүй.	

1-р хүснэгт. Жишиг загвартай харьцуулсан байдал.

Харьцуулалтыг зөвхөн дизайн ба үндсэн физик агуулга, зорилтот бүлэг талаас нь хийсэн гэдгийг тэмдэглэе.

PhET төслийн загварууд бол, олон хүний бүрэлдэхүүнтэй мэргэжлийн баг төсөв санхүүжилттэйгээр тодорхой төлөвлөгөө судалгааны дагуу урт хугацааны туршид хөгжүүлэн боловсруулж ирсэн эцсийн бүтээгдэхүүн юм. Сэдэв агуулгыг томъёолон бүрдүүлэх дэд баг, дизайн интерфэйсийг боловсруулах дэд баг, алгоритмыг боловсруулж кодыг бичих дэд баг гэх мэтээр ажил үүргийн зохимжит хуваарилалтайгаар хийж гүйцэтгэсэн төсөл. Энэ утгаараа дизайны хувьд боловсронгуй. Харин манай загваруудын хувьд, бид улирлын туршид ерөнхий суурийн хичээл зааж байхдаа өөрсдөө боловсруулсан, сайн дурын ажил. Тиймээс зарцуулсан цаг хугацаа хязгаарлагдмал, дизайныг давхар анхаарахаас илүүтэйгээр зөвхөн үндсэн физик агуулгыг л чухалчилсан.

Тэгвэл, ийм бэлэн жишиг загвар байхад өөрсдөө загвар хөгжүүлэхийн ач холбогдол юу вэ? Өөрсдийн хөгжүүлсэн загвар нь, багшийн зааж буй тухайн хичээлийн онцлог, сургалтын орчны нөхцөл байдлыг тусгасан, багшийн өөрийн шийдлийг агуулсан байх ёстой. Ингэснээр хөндлөнгийн загварт баригдалгүйгээр мэдээллийг оюутанд өөрийн үгээр хүргэх боломжтой. Хоёрдугаарт, эх хэл дээр бүтээгдсэн симуляци, цахим контентын санг арвижуулж байгаа хэрэг юм. Гуравдугаарт, багш өөрөө загварчлал, симуляци үйлдэх арга аргачлал, техник ур чадварт дадлагажин, зүгширнэ.

IV. ДҮГНЭЛТ

Ерөнхий суурийн физикийн курсын хүрээнд 3 хэмжээст симуляци програмууд боловсруулан ашигласнаар:

1. ярьж буй сэдвийг дүрслэл, хөдөлгөөнт зураглалын аргаар “амилуулж” үзүүлэх нь

оюутны ойлгоцыг нэмэгдүүлэх, улмаар танин мэдэх дур сонирхлыг нь өдөөх;

2. багш тухайн симуляцийг хичээлийнхээ дундуур самбар дээр, компьютер дээр, бүр гар утас юм уу таблет дээр шууд гаргаж үзүүлж болно; оюутнууд хичээлийн үеэр, бас хичээлийн дараа интернет байгаа ямар ч газраас дээрх загваруудыг дахин дахин ажиллуулж үзэж судлах боломжтой;
3. цахим сургалтын үед онлайн шалгалтын асуултын элемент болгож хэрэглэхэд нэн тохиромжтой;
4. материаллаг бааз хомс орчинд сургалтыг хямд төсрөөр явуулах

гэх мэт давуу тал, шинэлэг нөхцөл байдлыг бий болгоно гэж үзэж байна. Ялангуяа цар тахлын үед. Мэдээж, эцсийн үр дүн өгөөжтэй байхын тулд, өөрсдийн хөгжүүлсэн загварыг гадны жишиг загваруудтай (PhET) хослуулан хэрэглэх нь зүйтэй байх.

Цаашид,

- виртуал загварын санг улам өргөжүүлж, механик, хэлбэлзэл, молекул физик, термодинамик, оптик гэх мэт бүлгийн сэдвүүдээр симуляци програмуудыг боловсруулах;
 - байгаа загвар програмуудын дизайныг сайжруулах;
 - зарим загварыг дагалдах документаци буюу тусламжийн систем боловсруулах;
 - бэлэн болсон загвартай оюутан хэрхэн ажиллаж буй талаар дидактикийн судалгаа үнэлгээ хийх
- зэргээр үргэлжлүүлэн хөгжүүлэх шаардлагатай.

V. НОМЗҮЙ

- [1] МУИС-ийн Сургалтын Нэгдсэн Систем, Багшийн талбар, Оюутны сэтгэл ханамжийн судалгаа, <https://sisi.num.edu.mn>
- [2] Ерөнхий физикийн демо загварууд, <https://glowscript.org/#/user/Altankhuu/folder/PHYS100/>
- [3] Б.Алтанхүү, О.Лхагва, Тогтмол гүйдлийн соронзон орны 3 хэмжээст компьютер загвар бүтээх нь, Физик, МУИС-Эрдэм шинжилгээний бичиг, №32 (553): 38-43, 2021 он.
- [4] PhysMoodle – Сургалт удирдах систем, <http://124.158.127.55/moodle/>
- [5] Interactive Simulations for Science and Math, <https://phet.colorado.edu/>