

6. ИНЖЕНЕРИЙН УДИРТГАЛ ХИЧЭЭЛИЙГ БЭЛТГЭХ БА ЗААХ АРГА ЗҮЙН ЗӨВЛӨМЖ

Арга зүйн зөвлөмж боловсруулсан:

ШУТИС-ийн МТС-ийн багш:

П.Аюурзана

Ж.Хашбат

Даш.Ганбат

Т.Ганбат

П.Баасансүрэн

Д.Батбаяр

Р.Найдандорж

Н.Энхтунгалаг

УЛААНБААТАР ХОТ

2017 ОН

6. Инженерийн удиртгал хичээлийг бэлтгэх ба заах арга зүйн зөвлөмж боловсруулах

6.1 CDIO загварын 4-р стандартыг судлах

6.1.1 CDIO стандарт 4-ийн зорилго:

Инженерийн удиртгал хичээл нь бүтээгдэхүүн, систем бий болгох инженерийн практик мэдлэг олгож хувь хүний болон харилцааны гол ур чадваруудыг танилцуулна.

6.1.2 CDIO стандарт 4-ийн тайлбар:

Инженерийн удиртгал хичээл нь инженерийн аль ч сургалтын хөтөлбөрт зайлшгүй байх шаардлагатай хичээлүүдийн нэг. Инженер хүний ажлын бүтэцийг ойлгуулна. Үүнд инженер хүний үүрэг, хариуцлагыг тодорхой харуулна, энэ үүргээ гүйцэтгэхэд онолын мэдлэгээ хэрхэн хэрэглэх ашиг тусыг ойлгуулна. Оюутануудад хувиараа нь болон багаараа нь асуудал шийдүүлэх, энгийн зохион бүтээх дасгал хийлгэх замаар инженерийн практик мэдлэг эзэмшүүлнэ. Энэ хичээл оюутануудыг илүү нарийн бүтээгдэхүүн, систем бий болгох туршлагатай болгон бэлтгэхийн тулд сургалтын хөтөлбөрийн эхнээс хувь хүний болон харилцааны мэдлэг, чадвар, хандлагыг олгоно. Тухайлбал оюутануудыг бүтээгдэхүүн зохион бүтээх илүү том багт ажилладаг болгон бэлтгэхийн тулд эхлээд жижиг багаар ажиллуулан энгийн төсөл, дасгалуудад оролцуулна.

6.1.3 CDIO стандарт 4-ийн үндэслэл:

Инженерийн удиртгал хичээлийн зорилго нь инженерийн гол хичээлүүдийн хэрэглээнд анхааралыг хандуулж инженерийн салбарт оюутануудын сонирхолыг өдөөх, суралцах сэтгэл санааг нь хүчтэй болгоход оршино. Оюутанууд ихэвчлэн ямар нэгэн зүйл хийхийг хүссэн учраас инженерийн мэргэжил сонгодог. Иймд инженерийн удиртгал хичээл энэ сонирхолыг нь улам их хөгжөөх ёстой юм. Мөн инженерийн удиртгал хичээл CDIO ур чадваруудыг хөгжүүлэх эхлэлийг тавина.

6.1.4 CDIO стандарт 4-ийг хэрэгжүүлсэн баталгаа:

Хувь хүний болон харилцааны ур чадвар мөн бүтээгдэхүүн, систем бий болгох гол чадваруудыг танилцуулах сургалтын дадлагуудтай байна. Стандарт 2-д тайлбарласан сургалтын CDIO үр дүнг оюутнуудад эзэмшүүлнэ. Сонгосон салбараа сонирхож буй түвшинг харуулах, жишээ нь санал асуулгаар, эсвэл дараалан сонгох хичээлүүдийн сонголтоор.

6.1.5 CDIO стандарт 4-ийн рубрик

Дараах онооны шалгуураар энэ стандартын хэрэгжилтийн түвшинг улирал бүр, жил бүр үнэлнэ. Түвшин бүрийн шалгуурыг стандартын тайлбар, үндэслэлд тулгуурлан өөрчилж болно. Тухайн инженерийн хөтөлбөр энэ стандартыг хэрэгжүүлсэнээ баталгаажуулсан өөрсдийн баримтыг цуглуулна.

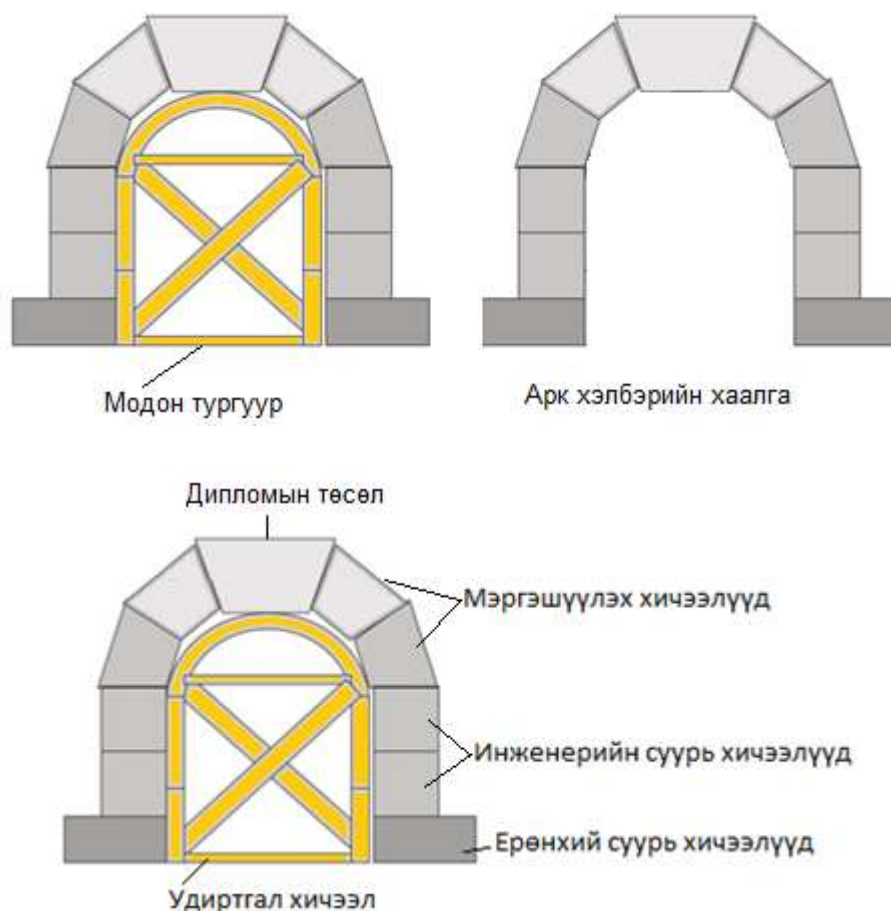
Оноо	Шалгуур
5	Оюутан, багш нар болон бусад хамтрагчдаас авсан санал асуулгын үндсэн дээр инженерийн удиртгал хичээлд байнга нарийвчлсан үнэлэлт дүгнэлт өгч сайжруулалт хийдэг болсон байна.
4	Инженерийн удиртгал хичээлээр олгох сургалтын үр дүнд оюутанууд хүрсэнийг, энэ стандартыг бүрэн хэрэгжүүлсэнийг баталгаажуулсан баримттай болсон байна.
3	Инженерийн дадлага, туршлага олгох сургалт багтаасан, хувь хүний болон харилцааны гол ур чадваруудыг танилцуулдаг инженерийн удиртгал хичээлийг хэрэгжүүлсэн байна.
2	Инженерийн практик ажлын бүтцийг танилцуулах, Инженерийн удиртгал хичээлийн төлөвлөгөө батлагдсан байна.
1	Инженерийн практик ажлын бүтцийг танилцуулах инженерийн удиртгал хичээлийн хэрэгцээг хүлээн зөвшөөрч үүнд чиглэсэн үйл ажиллагаа хийгдэж эхэлсэн байна.
0	Инженерийн практик ажлын бүтцийг болон гол ур чадваруудыг танилцуулах инженерийн удиртгал хичээл байхгүй.

6.1.6 Инженерийн удиртгал хичээлийн үүрэг, зорилго

Удиртгал хичээл нь тухайн хөтөлбөрт зайлшгүй байх шаардлагатай төслийн хичээлүүдийн нэг. Инженер хүний ажил хөдөлмөр, нийгмийн хөгжилд оруулах хувь нэмрийн талаар ерөнхий суурь ойлголтыг өгөх зорилготой хичээл бөгөөд оюутнуудын инженер техникийн мэргэжлийг эзэмших хүсэл сонирхолыг улам их өдөөн урамшуулах, идэвхжүүлэхэд чиглэгдэнэ. Шинэ элссэн оюутнуудын техник сэтгэлгээ, инженерийн ухааны талаарх төсөөлөл, ойлголт нь өөр өөр байх тул энэ хичээлээр дамжуулан нэгдсэн нэг ерөнхий төсөөлөл, ойлголттой болгоно. Түүнчлэн инженерийн удиртгал хичээл нь CDIO ур чадварын жагсаалтад тодорхойлсон мэдлэгээ хэрэглэж сурах ур чадвар, хувь хүний ур чадвар, харилцааны ур чадвар болон бүтээгдэхүүн, процесс, системийг зохион бүтээх ур чадваруудыг олгох анхны алхам нь байхболно. Инженерийн практик ажлын үндэс суурь нь инженер хүн хариуцлагаа ухамсарлан үүргээ гүйцэтгэхэд онолын мэдлэгээ хэрхэн хэрэглэхээс бүрддэг.

Энэ хичээлээр оюутнуудыг илүү дэвшилтэт бүтээгдэхүүн, процесс, систем зохион бүтээхдадлага, туршлагатай болгон бэлтгэхийн зэрэгцээ хувь хүний болон багаар ажиллах мэдлэг, чадвар, төлөвшлийг олгож эхэлнэ. Багаараа болон бие даан инженерийн асуудал шийдэх, зохион бүтээх энгийн дасгал хийх замаар инженерийн практик ажилд оюутнуудыг татан оролцуулна. Оюутнуудыг баг болгон ажиллуулж сургаснаар ирээдүйд ямар ч мэргэжлийн хүмүүсээс бүрдсэн илүү том багт орж ажиллах чадвартай болон бэлтгэнэ.

Сургалтын нэгдсэн төлөвлөгөөн дэх инженерийн удиртгал хичээлийн үүргийг зоорийн арк хэлбэрийн хаалга барих үед хэрэглэдэг модон тулгууртай зүйрлүүлэн ойлгоно (6.1-р зураг).



6.1-р зураг: Сургалтын хөтөлбөрийн бүтцийн зүйрлэл

Арк хэлбэртэй модон тулгуур удиртгал хичээлийг төлөөлнө. Инженерийн суурь хичээлүүдийг төлөөлөх чулуун аркуудыг давхарлах үед чулууг тулж тэгшхэмийн төвийг алдахгүй байхад арк хэлбэрийн модон тулгуурыг хэрэглэдэг. Аркын ханыг барьж дуусгаад оройн чулуу эсвэл нэмэлт зүйлээр хаалгын оройг битүүлнэ. Оройн чулууг нэгэнт тавьсан бол өөрөөр хэлбэл бүх хичээлийг дуусгасан бол модон тулгуурыг зайлуулж авна. Модон тулгуургүйгээр бодит аркыг барих ямарч боломж байдаггүйтэй адил удиртгал хичээлгүйгээр оюутануудад инженер хүний үүрэг, инженерийн практик ажлыг ойлгуулах боломжгүй. Хаалганы эцсийн дүр төрх ямар байхыг арк хэлбэртэй модон тулгуурын дүр төрх гаргана. Удиртгал хичээлийн зорилгоонөө үеийн инженер хүнээс шаардаж буй гол ур чадваруудыг олгож эхлэх, бусад хичээлүүдээр суралцаж байгаа болон цаашид илүү гүнзгийрүүлэн суралцах

онолын мэдлэгийг практикт хэрхэн хэрэглэхийг бодитой төсөл, дасгалуудыг хийлгэж ойлгуулах, яагаад инженерийн хичээлүүд судлах шаардлагатай байгаагийн учир шалтгааныг тайлбарлахадоршино.

6.2 Гадаадын их дээд сургуулиудын инженер технологийн хөтөлбөрүүдэд инженерийн удиртгал хичээл зааж байгаа туршлагаас

CDIO хөтөлбөрүүдийг анх санаачлагчид болохШведийн Чалмерийн технологийн их сургууль (Chalmers), Рояалийн технологийн институт (KTH), Линкөпингийн их сургууль (LiU), АНУ-ын Массачусетсийн технологийн институт (MIT) бүрийнCDIO хөтөлбөрөөр орж буй инженерийн удиртгал хичээлүүдийн зорилго нэг боловч бүтэц хэлбэр нь өөр өөр байна.

Инженерийн CDIO хөтөлбөрт янз бүрийн хэлбэрийн удиртгал хичээлүүд хэрэглэж байгаа ч гэсэн хэд хэдэн нийтлэг зүйл байна. Өөр өөрсдийн хөтөлбөрөө зохиох эхний үед хэрэглэсэн “барилгын тоосгонууд”-ын дунд эдгээр нийтлэг зүйл оршиж байна. Бүгд л өөрсдийн бодит туршлага, эх орны онцлог, боломж, бололцоондоо тулгуурланинженерийн удиртгал хичээлийн хөтөлбөрийг зохиож байна. Зарим нь түүхэн эсвэл орчин үеийн инженерийн асуудлыг авч хэлэлцэхдээ бодит байдал дээрх сургалтыг хэрэглэж байна. Зарим нь ямар нэг инженерийн тоног төхөөрөмж жишээ нь автомашин хэрхэн ажилладагийг ойлгуулахын тулд тэдгээрийг задлуулаад “задлан шинжилгээ” хийлгэж байна.

Ихэнхи удиртгал хичээл хоёроос зургаан гишүүнтэй оюутны багуудаарзохион бүтээх төсийн дадлага хийлгэж байна. Ихэнхи тохиолдолд зохион бүтээх дадлагуудад удиртгал хичээлд зориулагдсан нийт цагийн хамгийн багадаа л 50%-ийг зарцуулж байна. Хичээл болон төслийн цагийг бүтээгдэхүүн эсвэл систем зохион бүтээх өөр өөр үе шатанд зарцуулж байна. Зарим хөтөлбөр зохион бүтээлтийн нэг эсвэл хоёр үе шатанд тухайлбал санаа гаргах болон загвар гаргахад зарцуулж байгаа бол зарим нь зөвхөн загвар гаргах үе шатанд зарцуулж байна. Зарим хөтөлбөр зохион бүтээх төслийн бүх үе шатанд анхаарал хандуулж байна.

Удиртгал хичээлээр оюутануудад төслийн үйл ажиллагаа үнэхээр явагдаж байгааг мэдрүүлэх нь хамгийн чухал юм. Ихэнхи хөтөлбөр удиртгал хичээлийн төслөөр анхны загвар хийлгэх боломжийг оюутнуудад олгож байна. Зохион бүтээх төсөл нь төгс шийдэл байхгүй техникийн асуудал дээр оюутнуудыг ажиллуулж тэдний ур чадварын түвшинг сайжруулна гэсэн зарчмыг зарим сургууль баримтлаж байна. Зарим сургууль оюутнууд ямар нэг төхөөрөмж хийх санааг өөрсдөө гаргаад түүнийгээ төрөл бүрийн материал хэрэглэн биетээр хэрхэн хийхээ харуулах, ойлгуулах хүсэл сонирхолтой байдгийг харгалзаноюутнуудад тэдний өөрсдийн санааг төслөөр хөгжүүлэх боломжийг олгож байна.

Шведийн Линкөпингийн их сургуулийн Цахилгааны инженер болон Хэрэглээний физик хөтөлбөрийн удиртгал хичээлийг Инженерийн төсөл гэж нэрлэдэг. Энэ хичээлийг 10 гаруй жил маш амжилттай явуулж байгаа тул энэ хичээлийн бүтэц загварыг Линкөпингийн их сургуулийн инженерийн бусад бүх хөтөлбөрт хэрэглэдэг болсон байна. Жил бүр 150 гаруй оюутан эхний улирлын турш энэ хичээлийг үздэг. Энэ хичээлийн үйл ажиллагаа оюутны бүх ажлын ачааллын 25%-ийг ойролцоогоор эзэлдэг. Энэ удиртгал хичээл 3 үндсэн хэсгээс бүрдэнэ: “лекц, семинар”, төслийн ажил, төслийн хэлэлцүүлэг

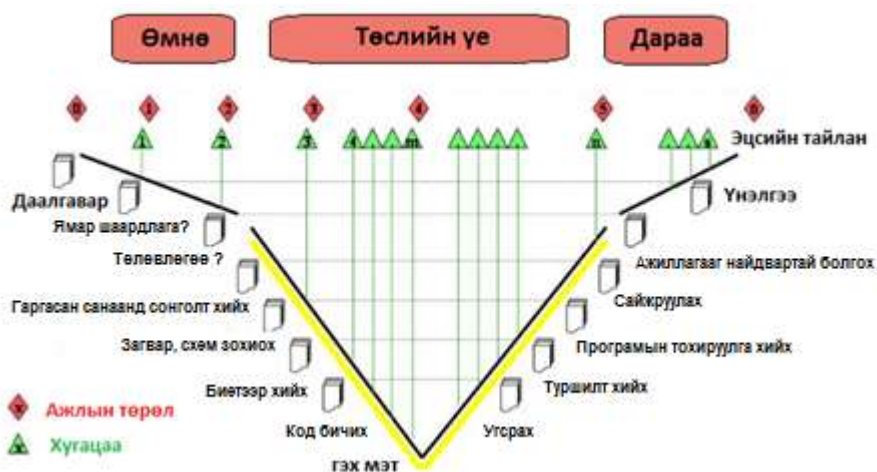
Лекц, семинар

Лекц, семинар нь инженер хүний үүрэг, багийн ажлын эрч хүч, ярианы болон бичгийн харилцаа, мэдээлэлийн хайлт, хичээлд хэрэглэгдэх төслийн менежментийн загвартай холбоотой сэдвүүдэд анхаарал хандуулна. Мөн үйлдвэрийн төлөөлөл урилгаар хэд хэдэн лекц уншина.

Төслийн ажил

Төслийн багш 5 эсвэл 6 гишүүнтэй оюутаны багт төслийн ажил гүйцэтгэх даалгавар өгнө. Баг бүр тавигдсан шаардлага, үзүүлэлтийн дагуу төсөл хийх үүрэг хүлээнэ. Хичээлийн жилийн турш арван өөр төрлийн төслийн даалгавар хийлгэдэг байна. Төслийн даалгаваруудын сэдэвийг аль болох бусад хичээлүүдээр өгч байгаа болон өгөхмэдлэгүүдийнөргөн хүрээндхамарсан байхаар сонгодог байна.

Төслийн явц вебд суурилсан хяналт, үзлэгтэй. Төслийн ажлыг өөрсдийн зохиосон төслийн менежментийн аргаар зохион байгуулдаг байна. Төслийн менежментийн загварыг дараах зурагт харуулав. Төслийн даалгавар өгөгдөнгүүт төслийн ажлын эхний алхам нь төслийн хүрээнд гүйцэтгэх ажлын төлөвлөгөө, хугацааны төлөвлөлтийг зохиохоос эхэлдэг байна.



Төслийн багш төслийн ажил эхлэхээс өмнө эдгээр төлөвлөгөөг батлах ёстой. Ихэнхи тохиолдолд багийн гишүүд багаар ажиллах дүрэм, маргалдааныг шийдэх арга замыг заасан багийн гэрээг хэлэлцэн тогтоно. Төслийн ажлын явцад багууд байнга уулзалт хийж мэдээлэлээ солилцдог байна. Шаардагдах үзүүлэлтийн дагуу төслийн үр дүнг тогтоосон хугацаанд багшид өгнө. Баг бүр техникийн үр дүн болон багийн үйл ажиллагаатай холбоотойгоор өөрсдийн ажлаа үнэлсэн тайланг бичнэ. Төсөл бүрэн дуусах үед багш нар багийн илтгэл, тайланд үнэлгээ өгнө. Оюутнуудын аман болон бичгийн харилцааны ур чадвартай холбоотой зөвлөгөөг багш гэдрэг холболтоор байнга өгнө.

Төслийн хэлэлцүүлэг

Багууд өөрсдийн ажлаа танилцуулах эцсийн хэлэлцүүлэгээр хичээл дуусна. Явцын хэлэлцүүлгийг хичээл орсон багш нар зохион байгуулна. Хэлэлцүүлэг нь оюутанд олон сонсогчдын өмнө яриа хийх дадлага олгоно.

6.3 Инженерийн хөтөлбөрт инженерийн удиртгал хичээлээр олгох мэдлэг, ур чадваруудыг тодорхойлох

Инженерийн боловсролын жишиг загвар болох CDIO аргыг хэрэглэн зохиох сургалтын шинэ хөтөлбөрийн бүтэцэнд заавал байх зохион бүтээх цогц хичээлүүдийн эхнийх нь инженерийн удиртгал хичээл учраас энэ хичээл тухайн хөтөлбөрийн CDIO ур чадварын жагсаалтанд тодорхойлсон мэдлэгээ хэрэглэж сурах, хувь хүний, харилцааны ур чадвар болон зохион бүтээх ур чадварыг олгох анхны алхамыг хийнэ.

Энэ хичээлийг үзсэнээр оюутан юу хийж чаддаг болох ёстой вэ? гэсэн асуултанд хариулахаар хичээлийн төлөвлөгөөгөө зохионо. Хичээлийн төлөвлөгөө зохиох үндэс суурь нь сургалтын зорилго байна. Сургалтын зорилго сургалын үр дүн хоёр тохирч байх ёстой. Иймд эхлээд сургалтын үр дүнгээ тодорхойлж төлөвлөнө. Төлөвлөсөн сургалтын үр дүнд хүрэхийн тулд оюутнуудаар ямар ажил хийлгэх нь зохимжтойг сонгон авч сургалтын үйл ажиллагаа, сургалт явуулах идэвхитэй арга болон үнэлэх арга хэлбэрээ төлөвлөнө. Механик тээврийн сургуулийн Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээлийн зорилгыг хэрхэн тодорхойлсоныг жишээ болговол :

1. Инженер хүний ажил, үүрэг, хариуцлагыг ойлгуулах
2. Инженерийн систем, түүний бүтэц, ангилал ажиллах зарчмыг тайлбарлах (2.3)
3. Математик I,II, Физик I,II, Техникийн зураг зүй, Цахилгаан хэлхээний онол I,
4. Электроникийн үндэс, Инженерийн програмчлал хичээлийн зарим мэдлэгийг практикт хэрэглэх чадвар олгох (1.1, 1.2)
5. Дараагийн хичээлүүдээр гүнзгийрүүлэн үзэх зарим чухал суурь мэдлэгийг инженерийн практикт хэрэглэж сургах
6. Харилцааны болон хамтран ажиллах ур чадваруудыг олгож эхлэх (3.1.1-2,3.2.1-3.2.10)
7. Бүтээгдэхүүн, систем зохион бүтээх ур чадваруудыг олгож эхлэх (4.3-4.5)

“Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөр”-ийн Инженерийн удиртгал I,II хичээлээр олгох CDIO үр чадваруудыг сонгон авч зохиосон Инженерийн удиртгал хичээлийн CDIO үр дүнгийн матриц:

Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн CDIO үр чадварууд				
Хичээлийн нэрс CDIO үр чадварын жагсаалт	Намар		Хавар	
	Инженерийн удиртгал I төслийн дадлага	Инженерийн удиртгал I (MatLB програм)	Инженерийн удиртгал II төслийн дадлага	Инженерийн удиртгал II (CAD програм)
1. Шинжлэх ухааны мэдлэгээ хэрэглэх чадвар A				
1.1 Математик, Физикийн шинжлэх ухааны мэдлэгээ хэрэглэх чадвараа харуулах	I	T	U	U
1.2 Инженерийн суурь шинжлэх ухааны мэдлэг, ойлголтыг хэрэглэх чадвар				
1.3 YA-ын салбарт инженерийн мэдлэгээ хэрэглэх чадвараа харуулах				
2. Хувь хүний болон мэргэжлийн чадвар B				
2.1 Инженерийн асуудал шийдэх				
2.1.1 Шийдэх гэж буй асуудлаа таниж мэдэх, учир шалтгааныг тодоршуулах	I	I	T	I
2.1.2 Асуудал шийдэх стратеги бодлого боловсруулах	I	U	T	U
2.2 Инженерийн асуудалд туршилт, судалгаа хийх				
2.2.1 Таамаглал дэвшүүлэх				
2.2.2 Хэвлэмэл болон электрон сангаас мэдээлэл цуглуулах	U	U	U	T
2.2.3 Туршилт явуулах	T	U	U	U
2.2.4 Туршилт, судалгааг өгөгдөлд анализ хийх, тайлан бичих				
2.3 Системийн сэтгэлгээ хэрэглэх				
2.3.1 Системийн сэтгэлгээний үндэс, аргыг ойлгох	I	U	T	U
2.3.2 Системийн ажиллагаанд анализ хийх				
2.3.3 Системийн сэтгэлгээний тохирох хэрэгсэлийг хэрэглэх				
2.4 Хувь хүний чадвар, хандлагаа харуулах				
2.4.1 Сэтгэн бодох чадвараа хөгжүүлэх				
2.4.2 Сэтгэн бодоход нөлөөлөх хүчин зүйлсд анализ хийх	I	I	U	U
2.4.3 Суралцах аргаа олох	I	U	I	U
2.5 Мэргэжлийн чадвар, хандлагаа харуулах				
2.5.1 Нийгмийн хариуцлага, ёс зүйгээ харуулах				
2.5.2 Мэргэжлийн үйл ажиллагаагаа харуулах				
2.5.3 Инженерийн ажилд хандах хандлагаа харуулах	I	U	T	U

3. Харилцааны чадвар	C				
3.1 Багаар ажиллах, манлайлах					
3.1.1 Амжилттай ажиллах баг бүрдүүлэх	I	U	I	U	
3.1.2 Багийн үйл ажиллагаанд оролцох, манлайлах	T	U	T	U	
3.2 Амжилттай харилцах					
3.2.1 Харилцааны тохирох бодлого, тактик зохиох					
3.2.2 Бичгийн чадвараа харуулах	T	U	T	U	
3.2.3 Ярианы чадвараа харуулах	T	U	T	U	
3.3 Англи хэлээр болон сонгон суралцсан хэлээр амжилттай харилцах	U	U	U	U	
4. CDIO үр чадвар	D				
4.1 Инженер хүний нийгмийн ач холбогдолыг ойлгож мэдэх					
4.1.1 Инженер хүний үүрэг, хариуцлага	I	U	I	U	
4.1.2 Нийгэм хүрээлэн буй орчинд мэргэжлээр нөлөө үзүүлэх					
4.1.3 Инженер техникийн дүрэм, журам					
4.1.6 Даяаршилын ирээдүйг харах, хөгжүүлэх					
4.2 Үйлдвэр болон бизнесийн орчинг ойлгож мэдэх					
4.2.1 Үйлдвэрүүдийн өөр өөр ёс заншилыг ойлгож учрыг мэдрэх					
4.2.2 Үйлдвэрийн хүмүүсийн бодлого, зорилгыг мэдэх					
4.2.3 Бизнес эрхлэх үйл ажиллагааг ойлгох					
4.2.4 Ямар нэг байгууллагад ажиллах					
4.3 Инженерийн систем, бүтээгдэхүүн санаачлах, хөгжүүлэх					
4.3.1 Хэрэгцээ шаардлагыг ойлгох, зорилгоо тодорхойлох					
4.3.2 Хийгдэх үйлдэл, бүтэц, ойголтоо тодорхойлох					
4.3.3 Инженерийн арга зүй, загварчлал, интерфэйс					
4.3.4 Төслийн менежмент боловсруулах					
4.4 Инженерийн систем, бүтээгдэхүүн зохиох загвар гаргах					
4.4.1 Загвар зохиох үйл ажиллагааг төлөвлөх	I	U	I	U	
4.4.3 Загвар гаргахад техникийн мэдлэгээ хэрэглэх					
4.4.4 Загварын техникийн шийдэл					
4.4.5 Загварын дизайн ба техникийн шийдэл					
4.5 Техник болон програм хангамж хийж бүтээх					
4.5.1 Хийж бүтээх тогтвортой үйл ажиллагаа явуулах	I	U	T	T	
4.5.2 Механик, цахилгаан, электрон эд анги хийх, угсрах үйл ажиллагаа	I	U	T	U	
4.5.3 Удирдлагын код, програм хийх үйл ажиллагаа	I	U	T	U	
4.5.4 Техник болон програм хангамж нэгтгэх	I	U	T	U	
4.5.5 Тоног төхөөрөмжөө шалгах, түрших, гүйцэтгэлийг баталгаажуулах	T	U	T	U	
4.5.6 Хийж бүтээх үйл ажиллагааг зохион байгуулах	I	U	U	U	
4.6 Машин, тоног төхөөрөмж ажиллуулах					
4.6.1 Оновчтой ашиглах					
4.6.2 Тоног төхөөрөмж ажиллуулах, сургах журмыг төлөвлөх	U		I		
4.6.3 Засвар үйлчилгээ, сайжруулалт хийх	I		I		
4.7 Инженерийн салбар дахь үйл ажиллагааг манлайлах					
4.8 Бизнес эрхлэх чадвараа харуулах					

Тайлбар: тухайн үр чадварыг зааж олгох бол T-teach, хэрэглэн хөгжүүлэх бол U-utilize, танилцуулжойлголт өгөх бол Iintroduce-гэж тэмдэглэгээ хийнэ.

	Сургалтын үр дүн	Сургах үйл ажиллагаа	Үнэлгээ
I - ойлгуулж танилцуулах	Тодорхой үр дүн байхгүй байж болно	Хичээлийн тухайн сэдэвт тухайн ур чадварын талаар тодорхой үйл ажиллагаа багтаасан байна	Үнэлгээ байхгүй
T – зааж үнэлэх	Тухайн ур чадварыг эзэмшсэн сургалтын тодорхой үр дүн байх ёстой	Тухайн ур чадварыг сургах үйл ажиллагаа явуулна. Оюутан тухайн ур чадварыг эзэмших дадлага хийнэ.	Оюутаны гүйцэтгэлийг үнэлнэ.
U - хэрэглэн хөгжүүлэх	Холбогдох үр дүн байж болно	Бусад ур чадварын хамт хөгжүүлнэ.	Бусад үр дүнг үнэлэхэд хэрэглэгдэнэ

Сонгон авсан CDIO ур чадваруудыг хичээлийн сургалтын үр дүн болгон тодорхойлон бичихдээ мэдлэг, ур чадварын түвшинг хамгийн сайн тайлбарлах Блумын таксономын түлхүүр үйл үгийг хэрэглэнэ.

Массачусетсийн технологийн институт, Сингапурын политехникийн сургуулиуд сургалтын үр дүн, сургах үйл ажиллагаа, сургалтын үнэлгээг зохиохдоо Блумын болон Андерсоны таксономыг өргөн хэрэглэж байна. Блумын таксоном сургах үйл ажиллагааг гурван хэсэгт хуваадаг:

1. Мэдлэг
2. Хандлага, төлөвшил
3. Чадвар.

Энэ гурван хэсэг бүр өөр өөрийн шаталсан 5-6 түвшинтэй. Блумын таксономын **оюуны чадвар** ба хичээлээр олгосон мэдлэг, ур чадвар ямар түвшинд хүрсэнийг тодорхойлох үнэлгээний үзүүлэлт хоёрын хоорондох уялдаа холбоог тогтоосон дараах хүснэгтийг хэрэглэн CDIO сургалтын үр дүнг тодорхойлон бичнэ.

Блумын таксоном болон хичээлээр олгох мэдлэг, ур чадварын түвшинг тодорхойлоход хэрэглэгдэх үнэлгээний үзүүлэлт хоёрын хоорондох уялдаа холбооны хүснэгт:

Мэдлэг, чадварын түвшинг үнэлэх үнэлгээний үзүүлэлт	Блумын таксономын оюуны чадвар	CDIO сургалтын үр дүнг тодорхойлох түлхүүр үйл үгс
1.Хичээлийн агуулгыг уншиж, хичээлд сууж мэдэрсэн байх		
2.Хувь нэмэр оруулж оролцох чадвартай байх	Таньж мэдэх	Ойлголтоо сэргээн санах, тодорхойлох, жагсаах, нэрлэх ...
3. Ойлгож тайлбарлах чадвартай байх	Учрыг ойлгох	Юу сурч байгаа болон сурсан зүйлээ өөрийн үгээр тайлбарлах, бичих, илэрхийлэх, ялгааг гаргах ...
4.Практикт хэрэглэх чадвартай байх	Хэрэглэх	Инженерийн асуудал шийдэхэд шинжлэх ухааны хууль, дүрэм, журам, тэгшитгэл хэрэглэх,
	Задлан шинжлэх	Ямар нэгэн инженерийн систем, түүний загварын ялгааг олох, системийн эд анги, хоорондын хамаарал, ажиллагаанд дүн шижилгээ хийх, харьцуулах, ангилах, туршилт, судалгаа явуулах...
5.Манлайлах эсвэл шинийг санаачлах чадвартай байх	Үнэлж дүгнэх	Хэрэглэсэн санаа болон олон янзын шийдэлд баримт нотолгоотой үзүүлэлтэнд тулгуурлан үнэлгээ дүгнэлт өгөх, хамгийн үр дүнтэй, оновчтой шийдлийг сонгох, харьцуулах ...
	Хийж бүтээх	Ямар нэгэн систем, бүтээгдэхүүн зохион бүтээх, системийн эд ангиуд хийж угсрах, өгүүлэл бичих, тухайн системийг шинэчлэх, сайжруулах...

Хичээлийн агуулга уншсан, хичээлд сууж мэдэрсэн байх гэсэн үнэлгээний хамгийн доод 1 дэх түвшингийн үзүүлэлтэнд харгалзах оюуны чадвар байхгүй. Хувь нэмэр оруулж оролцох чадвартай байх гэсэн Үнэлгээний 2 дэх үзүүлэлтэнд таксономын **Таниж мэдэх чадвар** харгалзана. Ойлгож тайлбарлах чадвартай байх гэсэн Үнэлгээний 3 дахь үзүүлэлтэнд таксономын **Учрыг ойлгох чадвар**, Практикт хэрэглэх чадвартай байх гэсэн Үнэлгээний 4 дэх үзүүлэлтэнд таксономын **Ашиглах, Задлан шинжлэх чадвар**, Манлайлах эсвэл шинийг санаачлах

чадвартай байх гэсэн Үнэлгээний 5 дахь үзүүлэлтэнд таксономын танин мэдэхүйн хамгийн өндөр түвшин болох **Үнэлж дүгнэх, хийж бүтээх чадвар** тус тус харгалзана.

Инженерийн удиртгал хичээлийн сургалтын үр дүнг тодорхойлон бичихэд хэрэглэх мэдлэгийн түвшингийн Блүмийн таксономын түлхүүр үгс:

ТАНЬЖ МЭДЭХ	УЧРЫГ ОЙЛГОХ	АШИГЛАЖ ХЭРЭГЛЭХ	ЗАДЛАН ШИНЖЛЭХ	ҮНЭЛЖ ДҮГНЭХ	ХИЙЖ БҮТЭЭХ
тодорхойлох юу болохыг тогтоох зааж харуулах мэдэх гарчиглах жагсаах нэрлэх сэргээн санах	тайлбарлах илэрхийлэх жишээ авах ишлэл авах ангилах хамаарлыг гаргах төлөөлүүлэх	хэрэглэх ашиглах тооцоолох дүрслэн үзүүлэх харуулах зохион байгуулах зураглах бэлтгэх тааруулах тохируулах	анализ хийх судалгаа явуулах асуудал шийдэх туршилт хийх ангилах бүлэглэх нэгтгэх ялгах зааглах онцлох сонгох	үнэлгээ өгөх шүүмжлэх дүгнэх хамгаалах харьцуулах тохируулах синтез хийх	Зохиох бүтээх барих бий болгох зураг төсөл боловсруулах хийх төлөвлөх таамаглах зохион байгуулах үйлдвэрлэх засах сайжруулах

Инженерийн удиртгал хичээлийн сургалтын зорилго, сургах үйл ажиллагаа, сургалтын үр дүн болон CDIO ур чадвар, CDIO стандартуудын хоорондох холбоос:



Оюуны чадварын 6 түвшингийн зурагт тайлбар:



Төлөвлөсөн сургалтын үр дүнгүүдээ

A : Шинжлэх ухааны мэдлэгээ хэрэглэх чадвар,

B : Хувь хүний болон мэргэжлийн чадвар,

C : Харилцааны чадвар,

D : CDIO ур чадвар гэсэн дөрвөн ерөнхий чадварт харгалзуулан хуваан бичнэ.

Ихэвчлэн х.х түвшинд, шаардлагатай гэж үзвэл х.х.х түвшинд бичнэ. Ер нь х.х түвшинд бичсэн байхад олон улсын магадлан итгэмжлэлийн ABET-ийн 3-р шалгуурыг хангах болно.

Инженерийн удиртгал хичээлийг үзэж дуусгасанаар оюутан юу хийх чадвартай болсоныг Инженерийн удиртгал хичээлийн сургалтын үр дүн гэж үзнэ. Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээлийн сургалтын үр дүнг хэрхэн тодорхойлсоныг жишээ болгон харуулбал:

- Тоног төхөөрөмжүүдийг системлэн ангиллах, элементүүдийг нэрлэх, ажиллах зарчмыг тайлбарлах;
- Инженер хүний үүрэг, хариуцлага, ёс зүйг өөрийн үгээр тайлбарлах;

- Онолын хичээлүүдийн мэдлэгийг механик элементүүдийн бат бөх, тогтвортой, тэнцвэртэй байлгах, хөдөлгөөнийг тооцоолох, электрон элементүүдийг холбож ажиллуулах практик асуудал шийдэхэд хэрэглэх;
- Хүчтэй, үр дүнтэй баг бүрдүүлэн ажиллах, хийсэн ажлынхаа талаар ойлгомжтой илтгэл тавих, ажлын тайланг өгүүлэл хэлбэрээр бичих;
- Энгийн тоног төхөөрөмж хийх шинэ санаа гаргах, загвар зохиох, хийж бүтээх, ажиллуулах үе шатуудыг төлөвлөх, хэрэгжүүлэх, баримтжуулах төслийн менежмент хэрэглэх.

Инженерийн удиртгал хичээлийн зорилго, хүрэх үр дүн хоёр тохирч байх ёстой. Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээлийн зорилго, хүрэх үр дүн хоёрыг харьцуулан харуулбал:

№	Хичээлийн зорилго: (Багшийн зүгээс юу сургах, мэдүүлэх, хийлгэх, ойлгуулах, танилцуулахаа бичнэ.)	Хичээлийн сургалтын үр дүн: (Оюутны эзэмших ёстой мэдлэг, чадвар, хандлагыг бичнэ)
1	Механик систем, электрон систем, холимог систем, тэдгээрийн бүтэц, ажиллах зарчмыг танилцуулна.	Тоног төхөөрөмжүүдийг системлэн аниллах, элементүүдийг нэрлэх, ажиллах зарчмыг тайлбарлах(2.3)
2	Инженер хүний нийгмийн үүрэг, хариуцлага, ёс зүйг ойлгуулна.	Инженер хүний үүрэг, хариуцлага, ёс зүйг өөрийн үгээр тайлбарлах (2.5) (4.1)
3	Математик, Физик, Техникийн зураг зүй, Цахилгаан хэлхээний онол, Инженерийн програмчлал, Электроникийн үндэс хичээлийн болон дараах үзэх хичээлүүдийн зарим нэг мэдлэгийг нэгтгэн практикт хэрхэн хэрэглэхийг ойлгуулна.	Онолын хичээлүүдийн мэдлэгийг механик элементүүдийн бат бөх, тогтвортой, тэнцвэртэй байлгах, хөдөлгөөнийг тооцоолох, электрон элементүүдийг холбож ажиллуулах практик асуудал шийдэхэд хэрэглэх(1.1, 1.2)
4	Харилцааны ур чадвар болон хамтран ажиллах ур чадварууд зааж сургана.	Хүчтэй, үр дүнтэй баг бүрдүүлэн ажиллах, хийсэн ажлынхаа талаар ойлгомжтой илтгэл тавих, ажлын тайланг өгүүлэл хэлбэрээр бичих (3.1.1-2,3.2.1-3.2.10)
5	Гүүр, харвагч, цамхаг, өөрөө явагч зэрэг энгийн тоног төхөөрөмж зохион бүтээх үе шатуудыг танилцуулах, зураас дагагч роботыг удирдах электрон систем зохиох, програмчлах, ажиллуулах энгийн дадлага хийлгэнэ.	Энгийн тоног төхөөрөмж хийх шинэ санаа гаргах, загвар зохиох, хийж бүтээх, ажиллуулах үе шатуудыг төлөвлөх, хэрэгжүүлэх, баримтжуулах төслийн менежмент хэрэглэх(4.3-4.5)

6.4 Инженерийн удиртгал хичээлд ашиглах сургалтын аргазүй, хэлбэрүүдийг тодорхойлох

Хичээлийн сэдэв, агууллагаас хамаарч сургах арга хэлбэрээ сонгоно. Математик, физик, техникийн зураг зүй хичээлүүдээр өгч буй мэдлэгийг практикт яагаад хэрэглэдэг, ямар учраас эдгээр хичээлийг судалдаг талаар ойлголт өгөх, математик, физик, техникийн зураг зүйн хичээлээс авсан мэдлэгийг практикт хэрэглэж сургах чадвар олгодог байхаар энэ хичээлийн агуулгыг төлөвлөн бэлтгэнэ. Иймд эдгээр хичээлүүдийн зарим мэдлэгийг практикт хэрэглэж сургах энгийн дадлагуудыг Инженерийн удиртгал хичээлийн төслүүдэд багтаасан байхаар төслийн сэдвүүдийг сонгон авна.

Орчин үеийн програм хэрэглэн инженерийн тооцоолол хийх чадвар олгохоор Инженерийн удиртгал хичээлд MatLAB, CAD програм оруулахаар “Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт” хөтөлбөрийг зохиосон. Иймд “Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт” хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээл зохион бүтээх төсөл хийх дадлага, инженерийн програм хэрэглэх дадлага гэсэн хоёр хичээлээс бүрдэнэ.



Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрт сүүлийн хоёр жил туршин нэвтрүүлж инженерийн удиртгал хичээлийн агуулгыг жишээ болгон харуулав:

Хичээлийн нэр	Улирал	Кредит /цаг/	Үндсэн сэдвүүд	Багийн гишүүд
Инженерийн удиртгал I /төслийн дадлага/	1	1/32/	- Цамхаг зохион бүтээх төсөл - Гүүр зохион бүтээх төсөл - Өөрөө явагч зохион бүтээх төсөл - Электрон хавтан зохион бүтээхтөсөл	4-5
Инженерийн удиртгал I /MatLAB програм/	1	1/32/	Инженерийн тооцоололд математик, физикийн томъёонуудыг хэрэглэх, график байгуулах	4-5
Инженерийн удиртгал II /төслийн дадлага/	2	1/32/	- Зураас дагагч робот зохион бүтээх төсөл - Индүү задалж угсрах, гэмтлийг олох, индүүний цахилгаан хэлхээ зохиох төсөл	4-5
Инженерийн удиртгал II /CAD програм /	2	2/64/	Механик, цахилгаан, электрон системийн зураг, схем боловсруулах	4-5

Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээлийн сургалтын үр дүнг хэрхэн зохосоныг жишээ болгон харуулав:

А. Математик, Физикийн шинжлэх ухааны мэдлэгээ хэрэглэх	
Гүүр, цамхагийн тулгуурт үйлчлэх хүчийг тодорхойлоход Ньютоны I ба III хуулийг хэрэглэх	1.1
Гүүрийн тэнцвэрийн асуудлыг шийдэхэд MatLAB хэрэглэх	1.1
Төрөл бүрийн хөндлөн огтлолын талбай, талбайн момент бодоход интеграл тооцоололын мэдлэгээ бататгаж хэрэглэх	2.1
Инженерийн тооцооны схем хэрэглэх	1.1
Шидэгчийн тусгалыг Ньютоны II хууль болон энерги хадгалагдах хуулийг хэрэглэн тооцоолох	1.1
Хий шингэний ажиллагаатай өргөх төхөөрөмжийн даацанд хүчдэл болон механик ажил, чадалын ойлголтоо хэрэглэх	1.1
Өөрөө явагчийн шилжилт, хурд хурдатгалыг тооцоолохдоо дифференциал тооцоололын мэдлэгээ хэрэглэх	1.1

Хавтанд угсарсан электрон эд ангиудын цахилгаан шинж чанаруудыг тодорхойлохдоо Омийн хууль, Кирхкофийн хуулиудыг хэрэглэх	1.1
В. Хувь хүй мэдлэг, чадвараа хөгжүүлэх	2.1
CDIO арга зүйн зорилгыг тайлбарлах	2.2
Инженер хүнд шаардагдах онцлог шинж чанаруудыг жагсаах	2.3
Туршилт явуулах	2.4
Системчилсэн сэтгэлгээний үндэс, аргыг ойлгох	2.5
Суралцах аргаа олох	
Аливаа ажилд хандах хандлагаа харуулах	
С. Багийн гишүүдтэй болон бусад оюутануудтай харьцах	
- Баг бүрдүүлэх төрөл бүрийн үе шатуудыг тайлбарлах - Төрөл бүрийн үүрэгт ажилд тохирох гишүүдээ томилож удирдах - Танилцуулга хийх замаар багийн үр дүнг хэлэлцэх - Ойлгомжтой илтгэл тавих - Ажлын тайлан, өгүүлэл бичих - Эд ангиудыг англиар нэрлэх	3.1
Д. Инженерийн ажил, үүргийг тайлбарлах	3.2
- Инженерийн мэргэжлийн зорилго, үүргийг тайлбарлах - Инженер техникийн одоогийн практикт анализ хийх - Орчин үеийн инженерийн онцлог шинжүүдэд анализ хийх - Хүрээлэн буй орчин, нийгэм эдийн засагт үзүүж буй инженер хүний нөлөөг тайлбарлах - Инженер хүний ажлын байран дахь мэргэжлийн ёс зүйтэй холбоотой асуудлаар ёс зүйн дүгнэлт хийх - Инженер хүний нийгэмийн хариуцлагыг тайлбарлах - Инженерийн шийдэл гаргах үйл ажиллагаанд үнэ цэнэ, ёс зүйн нөлөөг үнэлж дүгнэх	3.3
Инженер техникийн ажил хэрхэн явагддагыг ойлгох	
- Тухайн бүтээгдэхүүнд задлан шинжилгээ хийж бүтээгдэхүүний элементүүдийг таниж мэдэх - Бүтээгдэхүүний элементүүдийг хийсэн материалыг таниж мэдэх - Элемент бүрийг үйлдвэрлэсэн тохирох процессийг таниж мэдэх - Онцгой шинэлэг бүтээгдэхүүн эсвэл үйлчилгээний нөлөөг тайлбарлах	4.1
Материалд механик боловсруулалт хийх процессийг тайлбарлах	

- Төрөл бүрийн материалд механик боловсруулалт хийх процесс, хэрэглээг тайлбарлах - Төрөл бүрийн механик боловсруулалт хийх процессыг харьцуулах, ялгааг тайлбарлах - Металлын механик боловсруулалтын гурван үндсэн зорилгыг жагсаах Зохион бүтээх үйл ажиллагаа явуулах - Загвар гаргах үед бий болсон загваруудаас төслийн загвараа сонгох - Сонгон авсан загварын дагуу цамхаг, гүүр, өөрөө явагч, шидэгч бүтээх Электрон элементүүдийг тодорхойлох, угсрах - Электрон элементүүдийн үндсэн төрлийг тодорхойлох (R, C, L, LED ...) - Электрон элементүүдийн үндсэн үүргийг тайлбарлах - Цахилгаан төхөөрөмжүүдийг холбох өнгийн кодыг зөв таних ач холбогдолыг тодорхойлох Электрон элементүүдийг гагнах - Гагнах арга, техникийг тайлбарлах - Нүхтэй хавтанд хөлтэй электрон элементүүдийг гагнах - Цахилгаан багаж, электрон төхөөрөмж хэрэглэх аюулгүй ажиллагааны - дүрэм хэрэглэх Хэлхээ зохиох, угсрах - Электрон хэлхээний хэрэглээ, зорилгыг тайлбарлах - Хэлхээ зохиоход нүхтэй хавтан, универсаль хавтангийн хэрэглээг - харьцуулах, ялгааг гаргах - CAD програм хэрэглэн хэлхээний схем зохиох - Хэвлэмэл бэлэн хэлхээнд анализ хийх - Тохирох багаж хэрэглэн хэлхээнд тест хийх, алдааг олж засах	4.2
	4.3
	4.4
	4.5

Инженерийн удиртгал I хичээлийн эхний 7 долоо хоногийн төслийн сэдвүүд, сургалтын үр дүн, хичээлийн болон бие даалтын цагийн хувиарлалт, хичээл заах арга, хэлбэрийг дараах хүснэгтэнд харуулав:

Долоо хоног	Хичээлийн сэдэв	Сургалтын үр дүн	Хичээлийн цаг	Хичээл заах хэлбэр, арга
			Дадлагын цаг	

			Бие даалтын цаг	
1	Инженер хүний ажил, үүрэг, хариуцлагыг ойлгох Баг бүрдүүлэлтийн ойлголттой танилцах	Инженер хүний үүрэг, нийгмийн хариуцлага, ёс зүйг өөрийн үгээр тайлбарлах Амжилттай ажиллах баг бүрдүүлэх	0.5	Эвлүүлэх арга
	Цамхагийн түүхэн зурагнууд харах, Цамхаг зохион бүтээх энгийн төсөл, хэлэлцүүлэг хийх	Анхны загвар зохиох	1	Төсөлд суурилсан сургалт (ТСС)
	Бие даалтаар хийх даалгавар: Инженер хүний талаар өгүүлэг бичих, Цамхаг зохиох	Цамхагийн загваргаргах	1	Багт суурилсан сургалт (БСС)
2	CDIO арга болон зохион бүтээлтийн үе шатуудтай танилцах, Цамхагны тогтвортой, бат бөх байх шинж чанаруудыг гоймонгийн хөндлөн огтлолын талбай, талбайн моментоор тайлбарлах, Алангуа хатаны багц сумаар жишээ авах	CDIO арга болон зохион бүтээлтийн үе өөрийн үгээр тайлбарлах Төрөл бүрийн хөндлөн огтлолын талбай, талбайн моментийг тооцоолоход физик, математикийн мэдлгээ хэрэглэх	0.5	Эвлүүлэх арга
	Гоймон дээр энийн туршилт явуулан суналт, шахалт, мушигралт, гулзайлт зэрэг материалын хэв гажилтуудыг ойлгох хэлэлцүүлэг хийх, инженерийн тооцооны схемийг зурж сурах	Материалын хэв гажилтуудыг ангиллах, Инженерийн тооцооны схемд хүчний векторын мэдлгээ хэрэглэх	1	Туршилтан д суурилсан сургалт (ТуСС)
	Бие даалтаар хийх даалгавар: Өгөгдсөнхөндлөн огтлолын	Цамхагийн техникийн шийдэл гаргах	1	БСС

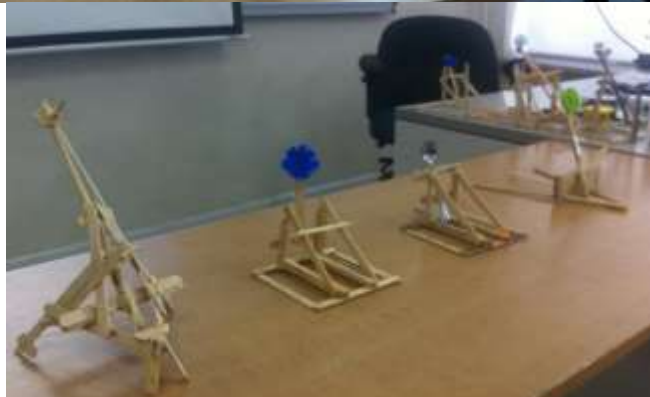
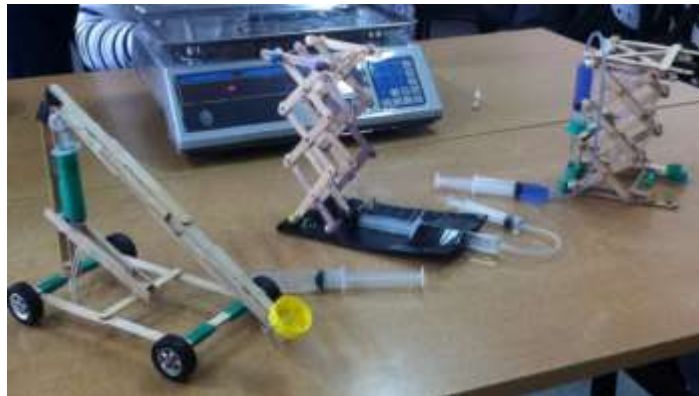
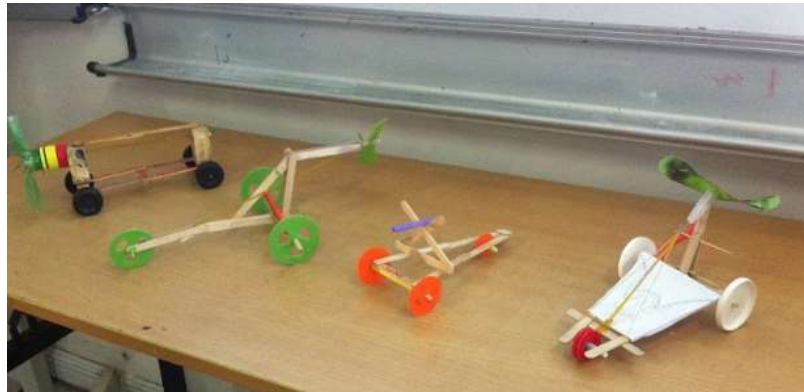
	талбай, талбайн моменийг тооцоолох, Цамхагны ажлын зураг зурах			
Явцын онлайн сорил(мэдлэг, хандлага, чадвар тус бүрийг рубрикээр үнэлэх)				

3	Зохион бүтээх ажлын төлөвлөх, хэрэгжүүлэх, баримтжуулах үе шатуудтай танилцах Системчилсэн сэтгэлгээний үндэс, аргыг ойлгох	Зохион бүтээх ажлын үе шатуудыг төлөвлөх, хэрэгжүүлэх, баримтжуулах төслийн менежмент хэрэглэх Инженерийн системүүдийн бүтцийг нэрлэх, ангиллах, ялгах	0.5	Эвлүүлэх ар
	Загвар гаргах үед бий болсон загваруудаас төслийн загвараа сонгох Гүүр зохион бүтээх төсөл, хэлэлцүүлэг хийх	Гүүрийн тулгуурт үйлчлэх хүчийг тодорхойлоход Ньютоны I ба III хууль болон матриц, систем тэгшитгэлийн мэдлэгээ хэрэглэх	1	TCC
	Бие даалтаар хийх даалгавар: Гүүр зохион бүтээх		1	BCC
4	Тулгуур, түүний төрлүүдтэй танилцах Тайлан, өгүүлэл бичих аргачлалтай танилцах	Тулгуур, түүний төрлүүдийг өөрийн үгээр тайлбарлах Инженерийн системүүдийн бүтцийг нэрлэх, ангиллах, ялгах	0.5	
	Гүүр зохион бүтээх төсөл, хэлэлцүүлэг хийх	Гүүрийн тулгуурт үйлчлэх хүчийг тодорхойлоход Ньютоны I ба III хууль болон хүчний матриц, систем тэгшитгэлийн мэдлэгээ хэрэглэх	1	
	Бие даалтаар хийх даалгавар: Гүүрийн тулгуурын хүчийг тодорхойлох		1	
5	CDIO ур чадваруудтай танилцах Системийн сэтгэлгээний үндэс, аргыг ойлгох	CDIO ур чадваруудыг өөрийн үгээр тайлбарлах Системийн сэтгэлгээний үндэс, аргыг өөрийн үгээр тайлбарлах	0.5	

	Гүүрийн даацийн туршилт, хэлэлцүүлэг хийх	Гүүрийн даацийн учир шалтгааныг тайлбарлах	1
	Бие даалтаар хийх даалгавар: Гүүр зохион бүтээсэн талаар өгүүлэл бичих		1
Гүүр зохион бүтээсэн талаарх өгүүлэлийг онлайнаар үнэлэх			

6	CDIO арга зүйтэй танилцах Материалын шинж чанартай танилцах	CDIO арга зүйг өөрийн үгээр тайлбарлах Ярих чадвараа харуулах	0.5
	Загвар гаргах үед бий болсон загваруудаас төслийн загвараа сонгон шидэх төхөөрөмж зохион бүтээх, хэлэлцүүлэг хийх	Шидсэн биетийн тусгалыг тооцоход физикийн механик энерги, хоёр хэмжээст хөдөлгөөний тэгшитгэл бодох мэдлэгээ хэрэглэх	1
	Бие даалтаар хийх даалгавар: Шидэх төхөөрөмж зохион бүтээх		1
7	Санаа гаргах, загвар зохиох үе шатуудтай танилцах Биетээр бүтээх, ажиллуулж сайжруулах үе шатуудтай танилцах	Санаа гаргах, загвар зохиох үе шатуудыг өөрийн үгээр тайлбарлах Биетээр бүтээх, ажиллуулж сайжруулах үе шатуудыг өөрийн үгээр тайлбарлах	0.5
	Шидэх төхөөрөмж хэрхэн зохион бүтээсэн талаар Power point дээр танилцуулга бэлтгэх, хэлэлцүүлэг хийх	Ойлгомжтой илтгэл тавиж ярих чадвараа харуулах	1
	Гэрийн даалгавар: Шидэх төхөөрөмж зохион бүтээсэн талаар танилцуулга бэлтгэх		1
Явцын сорил (мэдлэг, хандлага, чадвар тус бүрийг рубрикээр үнэлэх)			

Инженерийн удиртгал хичээлээр оюутнуудын зохиосон бүтээлийг жишээ болгон харуулав:



6.5 Инженерийн удиртгал хичээлээр гүйцэтгэх төслийн удирдамж

Инженерийн удиртгал хичээлээр инженер хүний өдөр тутмын үйл ажиллагааг дуурайлгасан хэд хэдэн дадлага ажлыг 5-6 гишүүнтэй оюутны багаар инженерийн урланд хийлгэнэ. Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээлд туршин нэвтрүүлж буй хоёр төслийн удирдамжийн бүтэц, үйл ажиллагааг жишээ болгон тайлбарлав. Гэвч хөтөлбөрийн онцлогоос хамаарч Инженерийн удиртгал хичээлээр хийлгэх төслийн сэдвийг өөрсдийн боломж бололцоо, нөөцөө тооцоолон сонгоно.

Цамхаг зохион бүтээх төслийн удирдамж:

Хичээлийн өмнөх үе:

Багш интернет болон бусад материал ашиглан түүхэн үе шатуудад босгосон хамгийн эртний, хамгийн өндөр, хамгийн гоё зэрэг цамхагийн талаарх зурагт материал бэлтгэж хичээл орохоос 2,3 хоногийн өмнө интернетээр оюутан бүрд илгээж судалуулна.

Хичээлийн төсөл хийх үе:

Гоймонгоор цамхаг төсөл хийлгэсэний дараа оюутануудын хийсэн цамхаг, түүнийг хийсэн материалыг жишээ болгон бусад хичээлүүдээр сурсан мэдлэгийг практикт хэрэглэдэг болгох, дараа үзэх хичээлүүдэд бэлтгэл болгон урьдчилан анхан шатны мэдлэг өгөх зорилгоор инженер хүний заавал мэдэж байх ёстойзарим нэг мэдлэгийгөөрсдөөр нь туршилт хийлгэх замаар олгоно.

- Суналт, шахалт, мушигралт, гулзайлт зэрэг материалын хэв гажилтуудын үндсэн төрлийг оюутнуудаар гоймон дээр туршилт хийлгэх замаар үйлчлэх хүч, момент, хэв гажилтуудын хамааралын талаарх үндсэн ойлголт өгнө.

- Физикийн хичээлээр үзсэн хүчний векторуудын мэдлэгийг гоймонгоор хийсэн цамхаг, түүний хөндлөвч, тулгуур дээрх үйлчлэх хүчнүүдийг дүрслэхэд хэрэглэх, инженерийн тооцооны схемийг зуруулж сургана.

- Цамхагны тогтвортой, бат бөх байх шинж чанаруудыг гоймонгийн хөндлөн огтлолын талбай, талбайн инерцийн моментыг тайлбарлаж Алангуа хатаны багц сумаар жишээ авна.

- Математикийн хичээлээр үзсэн интеграл тооцооллын мэдлэгийг дугуй, тэгш өнцөгт, гурвалжин, T , L гэх мэт хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн инерцийн моментийг бодоход хэрэглэдэг болгоно(математикийн хичээлийн энэ чиглэлийн модуль тухайн долоо хоногт таарахгүй бол бие даалтаар бодуулах).

- Инженер хүнд цаг хугацаа, орон зай, функц хамааралын мэдлэг яагаад хэрэгтэйг цамхагийн жишээн дээр тайлбарлана.

- Энэ төслийн явцад хэрэглэсэн нэр томъёо, үйл үгийг англи хэлний хичээлээр тогтоолгоно.

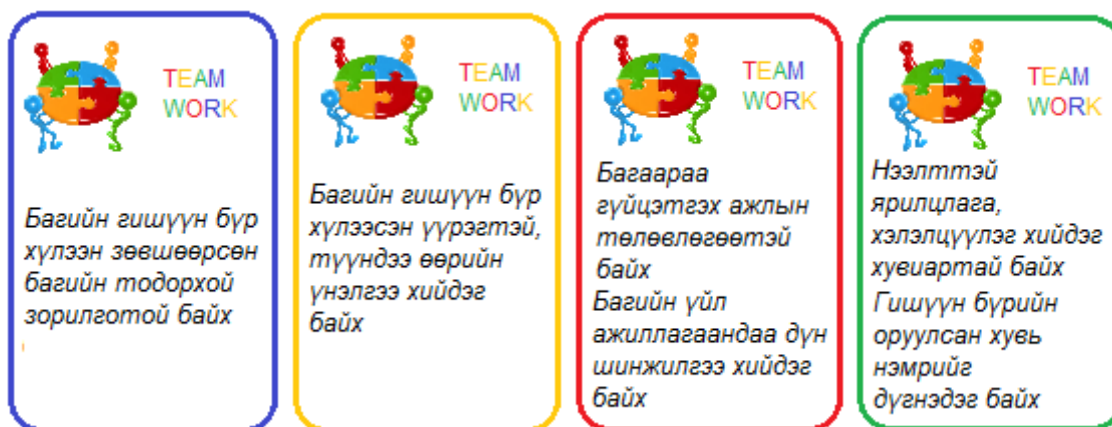
- Бодит цамхагны эд ангиудыг техникийн зураг зүй хичээлээр зуруулна.

- Гоймонгоор цамхаг босгоход хэдэн төгрөгийн зардал гарахыг тооцоолуулж сургана.

Хичээл дээр мэдлэг олгох үе:

Идэвхитэй сургалтын эвлүүлэх арга хэрэглэн эхний 30 минутын хугацаанд шинэ мэдлэг олгоно. Бие биенээсээ суралцах болон багаар суралцах хэлбэрээр явуулна. Жишээ нь 1-р долоо хоногт багаар ажиллах талаарх ойлголтыг, 2-р долоо хоногт CDIO арга болон зохион бүтээлтийн үе шатуудын талаарх ойлголтыг эвлүүлэх аргаар өгөхдөө карт хэрэглэнэ.

Багийн ажиллагааны талаарх ойлголт өгч хэлэлцүүлэг хийлгэх картууд:

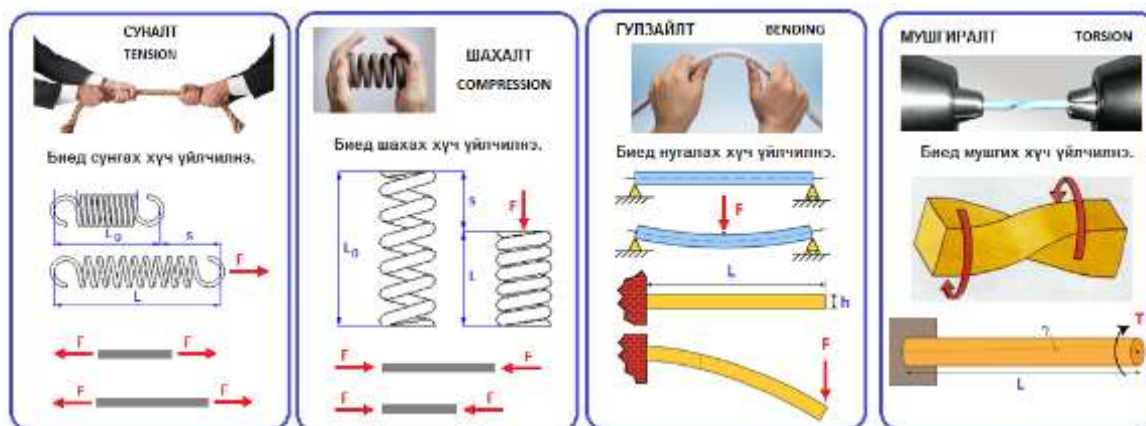


Хэлэлцүүлэг хийх үед баг бүтээлчээр ажиллах ач холбогдолыг тайлбарлах, оюутнуудаас хүчтэй баг юу хийж чадахыг асуух, хамгийн хүчтэй багийн гишүүн нь байх талаар бодуулах, хамгийн бүтэлгүй сул баг юу хийж чадахыг асуух зэргээр ярилцлага хийнэ.

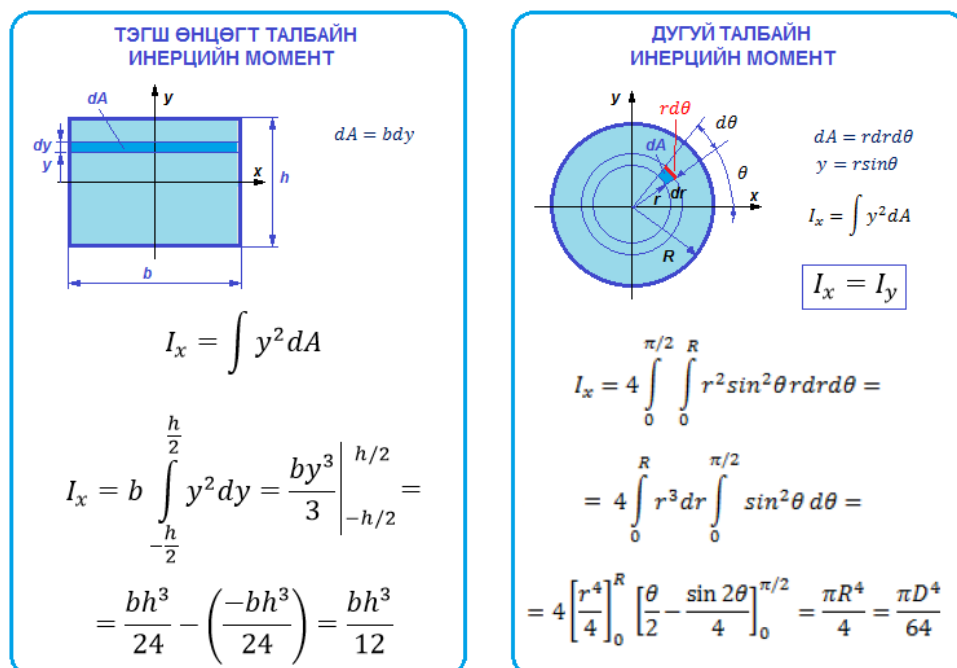
Инженерийн зохион бүтээх үе шатуудын талаар ойлголт өгөх картууд



Биеийн хэв гажилтын талаарх ойлголт өгөх картууд:



Талбайн инерцийн моментийг бодох талаар ойлголт өгөх картууд:



Хичээлийн төгсгөлд шинэ мэдлэгийг бататгасан асуулт асууж багийн хэлэлцүүлэг хийлгэнэ. Тухайлбал цамхагийг жишээ болгон авч зохион бүтээх үе шатуудын талаарх шинэ ойлголтуудыг бататгах зорилгоор хэлэлцүүлэг хийлгэнэ.

Хичээлийн дараах үе:

Оюутнууд хичээлээр болон төслөөр юу, яаж хийсэн, ямар шинэ мэдлэг, чадвар авсан, математик, физик, техникийн зураг зүйн хичээлийн ямар, ямар мэдлэгийг инженерийн энгийн асуудал шийдэхэд хэрэглэж сурсан, багаараа хэрхэн ажилласан талаар нь энгийн асуулт асууж онлайн хэлбэрээр явцын сорил авахын зэрэгцээ санал асуулга авна.

Гэрийн даалгавар: Багаараа бие даан тодорхой сэдвээр өгүүлэл бичих, багийн гүйцэтгэсэн ажлын танилцуулгыг Power Point дээр бэлтгэж 5 минутанд багтааж танилцуулга хийх, илтгэл тавих, төсөл хийх даалгавар өгнө. Жишээ нь зарим багт инженер хүний ажил, үүрэг, хариуцлагын талаар, зарим багт баг бүрдүүлэн ажиллах талаар цамхаг төсөл дээр жишээ аван өгүүлэл бичих даалгавар өгнө.

Өгүүлэл бичих удирдамж:

Төслөөр юу, яаж хийсэн, ямар шинэ мэдлэг, чадвар авсан, математик, физик, техникийн зураг зүйн хичээлийн ямар, ямар мэдлэгийг инженерийн энгийн асуудал шийдэхэд хэрэглэж сурсан, мөн харилцааны болон багаар ажиллах ямар арга, чадвар хэрэглэж сурсан талаар эхний долоо хоногуудад баг бүрээр, сүүлийн долоо хоногуудад оюутан бүрээр өгүүлэл бичүүлнэ. Өгүүлэл нь дараах бүтэцтэй байна.

Хураангуй(Өгүүлэлийн агуулгыг товчлон тайлбарлана)

Түлхүүр үгс (инженерийн анхны үг хэллэг)

Судалгааны хэсэг(төслийн сэдэвтэй холбоотой интернет бусад эх үүсвэрээс авсан материал, зураг гэх мэт зүйл)

Онолын хэсэг (Төсөлтэй холбоотой математик, физик, техникийн зураг зүйн хичээлийн мэдлэгээ хэрхэн хэрэглэснээ бичнэ)

Зохион бүтээлт (Төслөөр юу, яаж хийсэн, хэн хэн ямар үүрэгтэй оролцож ямар хувь нэмэр оруулсан, хэдий хугацаанд хийж ямар үр дүн гарсанаа бичнэ)

Зардлын тооцоо (Төсөл хийхэд шаардагдсан материалын үнийг гаргана)

Дүгнэлт(Өөрсдийн үгээр шинэ мэдлэг, чадвар, хандлагыг ямар түвшинд эзэмшсэнээ 1-4 заалтаар дүгнэж бичнэ)

Ашигласан материал (Интернетийн сайтуудын нэр, уншиж хэрэглэсэн номын нэр, багшийн бэлтгэж өгсөн материалын нэр зэргийг бичнэ)

Суур шинжлэх ухааны мэдлэг, зарчмыг хэрэглэх чадвар, инженерийн суурь шинжлэх ухааны мэдлэг, ойлголтыг хэрэглэх чадвар, багаар ажиллах болон харилцааны чадваруудын явцын үнэлгээг асуулт, хариулт хэлбэрээр classroom.google.com, socrative.com зэрэг сайтууд хэрэглэн онлайн хэлбэрээр авна.

Явцын үнэлгээ:

Зохион бүтээх төсөл бүрийн үр дүнг хичээлийн бус цагаар буюу бие даалтын цагаар хэлэлцүүлэг хэлбэрээр дараах үзүүлэлтүүдээр үнэлнэ:

Үнэлэх ажлууд	Эзлэх хувь, %
Багийн зорилго, гишүүдийн үүрэг зэрэг багийн бусад үйл ажиллагааг хэрхэн тодорхойлж хэрэгжүүлсэн байдлаар	20
Багийн гишүүд үүргээ хэрхэн биелүүсэн байдлаар /багийн өөрсдийн үнэлгээ/	10
Ойлгомжтой илтгэл тавьсан эсэхээр	10
Өгүүлэл хэрхэн бичсэнээр	10
Зохион бүтээх төсөлд суурь шинжлэх ухааны мэдлэгээ хэрхэн хэрэглэсэнээр	30
Төслийн гүйцэтгэл тавигдсан үзүүлэлтийг хэрхэн биелүүлж байгаагаар	20
“ЦАМХАГ” ТӨСЛИЙН НИЙТ ҮНЭЛГЭЭ	100

Гүүр зохион бүтээх төслийн удирдамж:

Хичээлийн өмнөх үе:

Багш интернет болон бусад материал ашиглан дэлхийн түүхэн хөгжлийн үе шатуудад босгосон модон гүүрнээс эхлээд хамгийн сүүлийн үеийнх хүртлэх

хамгийн их даацтай, хамгийн өндөр, хамгийн гоё гэх мэт гүүр хаана байдаг, хэдэн онд хэн гэдэг зохион бүтээгч зохиосон талаар сонирхолтой зурагт тайлбартай материал бэлтгэж хичээл эхлэхээс 2-3 хоногийн өмнө интернетээр оюутан бүрд илгээж харуулна.

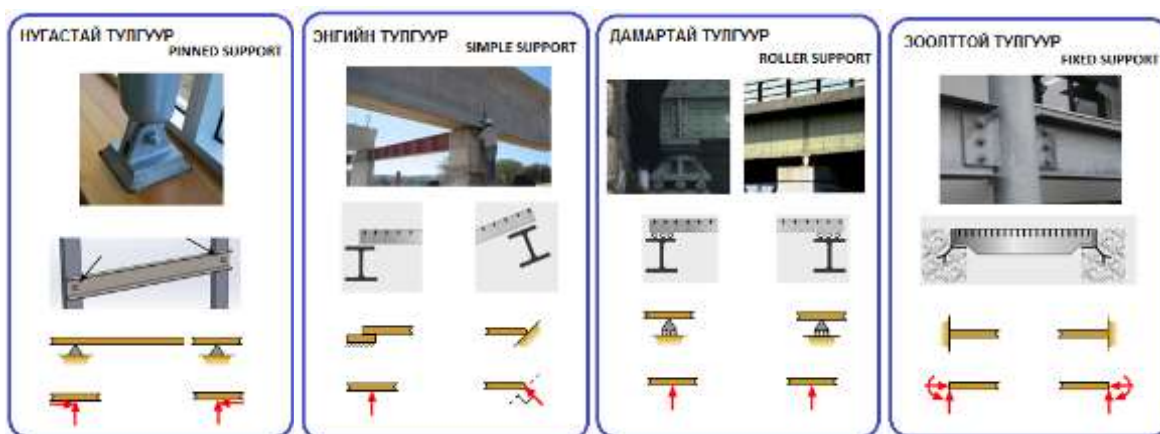
Хичээлийн дээр төсөл хийх үе:

Энэ удирдамжинд төслийн хичээлийг тухайн улиралд хамт орж буй бусад хичээлүүдтэй хэрхэн холбох санааг илүү тусгав. Гүүр зохион бүтээх төсөл хийлгэсэний дараа оюутануудын хийсэн гүүр, түүнийг хийсэн материалыг жишээ болгон математик, физик, техникийн зураг зүй, англи хэлний хичээлүүдээр сурсан мэдлэгийг практикт хэрхэн хэрэглэх, дараа үзэх хичээлүүдэд бэлтгэл болгон урьдчилан анхан шатны зарим мэдлэг өгөх зорилгоор инженер хүний заавал мэдэж байх ёстой дараах зарим нэг үндсэн ойлголтуудыг өөрсдөөр нь туршилт хийлгэх замаар олгоно.

Иймд энэ хичээлийн зорилтуудыг дараах байдлаар томъёолсон:

- *Инженерийн анхан шатны зарим нийтлэг мэдлэг, ойлголтыг олгохын хувьд:*

Хөдөлгөөнгүй хэд хэдэн төвлөрсөн ачаалалтай байх хувилбаруудаар гүүрийн тооцооны схемийг 2 хэмжээсээр байгуулах, тухайн системд үйлчлэх хүчүүд, биеийн хэв гажилт, системийн чөлөөлөлт, тулгуурын талаар ойлголт өгнө. Жишээ нь хичээлийн эхэнд тулгуур, түүний чөлөөлөлтийн талаарх ойлголтыг эвлүүлэх аргаар олгох картууд:



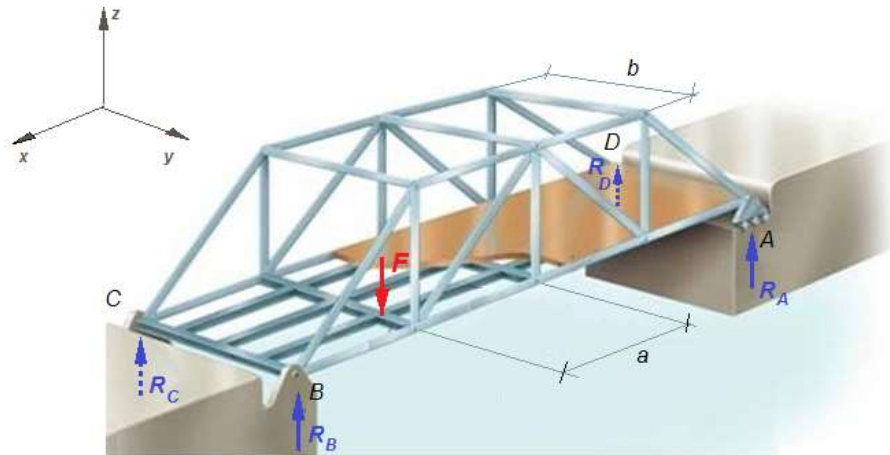
Оюутнуудын хийсэн гүүр дээр хамгийн их ачаалал даах хүртэл өөрсдөөр нь туршилт явуулж гүүрийн даацын нөөцийн талаарх ойлголт өгч найдвартай ажиллагаатай холбоотойгоор инженер хүний хариуцлага нь мэдлэгтэй нь холбоотой байгааг ойлгуулна.

- *Физикийн зарим мэдлэг, ойлголтыг практикт хэрэглэж сургахын хувьд:*

Гүүрийн тэнцвэртэй байх нөхцөлийг Ньютоны 1-р хууль хэрэглэн тодорхойлох тэнцвэрийн тэгшитгэлийг байгуулах дадлага хийлгэнэ.

- *Математикийн зарим мэдлэг, ойлголтыг практикт хэрэглэж сургахын хувьд:*

3 хэмжээст гүүрийн тэнцвэртэй байх нөхцөлийг илэрхийлэх шугаман систем тэгшитгэлийг Крамерийн аргаар MatLAB хэрэглэн бодох дадлагыг дараах байдлаар хийлгэнэ.



Биеийн тэнцвэрийн тэгшитгэлийг дээрх гүүрэн дээр жишээ болгон бичүүлж сургана: Үүнд

С-D цэгүүдийг дайрсан шулуунтай харьцуулсан моментийн тэгшитгэл:

$$R_A b + R_B b - F \frac{3b}{4} = 0$$

$$4R_A + 4R_B = 3F$$

С-B цэгүүдийг дайрсан шулуунтай харьцуулсан моментуудын нийлбэр:

$$R_A 4a + R_D 4a - F a = 0$$

$$4R_A + 4R_D = F$$

F хүч үйлчлэх цэгийг дайрсан у тэнхлэгтэй паралель шулуунтай харьцуулсан моментуудын нийлбэр:

$$R_A 3a + R_D 3a - R_B a - R_C a = 0$$

$$3R_A - R_B - R_C + 3R_D = 0$$

z тэнхлэгийн дагуу үйлчлэх бүх хүчний нийлбэр:

$$R_A + R_B + R_C + R_D - F = 0$$

$$R_A + R_B + R_C + R_D = F$$

Гүүрийн тэнцвэрийн систем тэгшитгэл:

$$R_A + R_B + R_C + R_D = F$$

$$4R_A + 4R_B + 0 + 0 = 3F$$

$$4R_A + 0 + 0 + 4R_D = F$$

$$3R_A - R_B - R_C + 3R_D = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 4 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 4 \\ 3 & -1 & -1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_A \\ R_B \\ R_C \\ R_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F \\ 3F \\ F \\ 0 \end{bmatrix}$$

Энэ шугаман систем тэгшитгэлийг матрицийн тэгшитгэл болгох үйлдэл:

$$A\vec{x} = \vec{b}$$

Ань коэффициентийн матриц:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 4 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 4 \\ 3 & -1 & -1 & 3 \end{bmatrix} \vec{b} = \begin{bmatrix} F \\ 3F \\ F \\ 0 \end{bmatrix} \vec{x} = \begin{bmatrix} R_A \\ R_B \\ R_C \\ R_D \end{bmatrix}$$

$\vec{b}$ нь тэгшитгэлийн баруун тал нь хүчний вектор:

$$\vec{b} = \begin{bmatrix} F \\ 3F \\ F \\ 0 \end{bmatrix}$$

$\vec{x}$ нь олох гэж буй үл мэдэгдэгч буюу реакцийн хүчний вектор:

$$\vec{x} = \begin{bmatrix} R_A \\ R_B \\ R_C \\ R_D \end{bmatrix}$$

MatLAB хэрэглэн ийм төрлийн матрицбодох дадлага хийлгэнэ. Жишээ: $F=60\text{kN}$ гэсэн хувилбар сонгоод MatLAB-д код бичүүлж сургана:

```
F=60;
```

```
symsRa Rb Rc Rd
```

```
eqn1 = Ra + Rb + Rc +Rd == F;
```

```
eqn2 = 4*Ra + 4*Rb == 3*F;
```

```
eqn3 = 4*Ra + 4*Rd == F;
```

```
eqn4 = 3*Ra-Rb - Rc +3* Rd ==0;
```

```
[A,b] = equationsToMatrix([eqn1, eqn2, eqn3, eqn4], [Ra, Rb, Rc, Rd])
```

```
A =
```

```
[1, 1, 1, 1]
```

```
[4, 4, 0, 0]
```

```
[4, 0, 0, 4]
```

```
[3,-1,-1, 3]
```

```
b =
```

```
60
```

180

60

0

 $x = \text{linsolve}(A,b)$

Warning: System is rank deficient. Solution is not unique.

 $x =$

15

30

15

0

Шийдэл: $R_a=15\text{kN}$ $R_b=30\text{kN}$ $R_c=15\text{kN}$ $R_d=0$

Инженерийн практикт тухайн асуудлыг шийдэхэд математик, физикийн мэдлэг зайлшгүй хэрэглэгддэг учраас инженерийн сургуулийн оюутануудэдгээр хичээлийг яагаад үзэж суралцдагийн учир шалтгааныг ийнхүү өөрсдөөр нь энгийн асуудал шийдүүлж ойлгуулна.

- *Механикийн зарим мэдлэг, ойлголтыг практикт хэрэглэж сургахын хувьд:*

Гүүрийг жишээ болгоод гүүрэн кран, тээврийн хэрэгслийн рам, роботын их бие зэргийг ямар хэлбэрийн хөндлөн огтлолтой хөндлөвч хэрэглэх, ямар материалаар ямар хэлбэр дүрстэй хийх, хэдий хугацаанд ашиглалтанд найдвартай байлгахаар зохион бүтээх нь инженерийн туршлага, ур чадвар, мэдлэгээс хамаардагыг ойлгуулна.

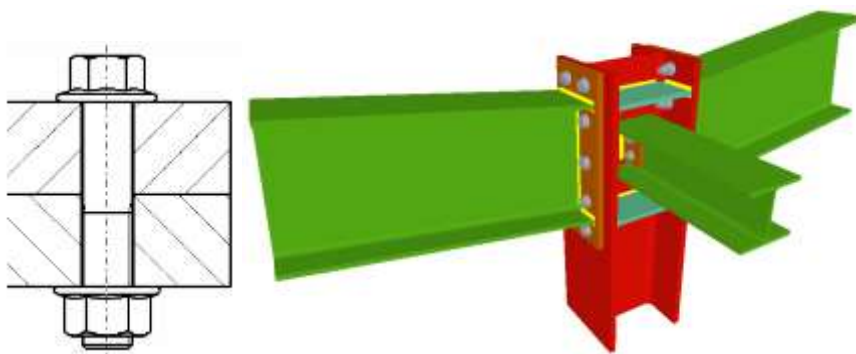
Гүүр болон өөр бусад төхөөрөмж, тэдгээрийн эд энгийг ямар материалаар хийх, тэдгээр материалуудын шинж чанар нь ямар байх тухай мэдлэгийг материал судлал хичээлээр, гүүрийг хийхээсээ өмнө сонгон авсан материалын бат бөхийн нөөц болон гүүрийн ашиглалтанд байх хугацааг тогтоох, хөндлөн дагуу хөндлөвчүүдийн хөндлөн огтлолын тайлбай нь ямар байх, газар хөдлөлтийн

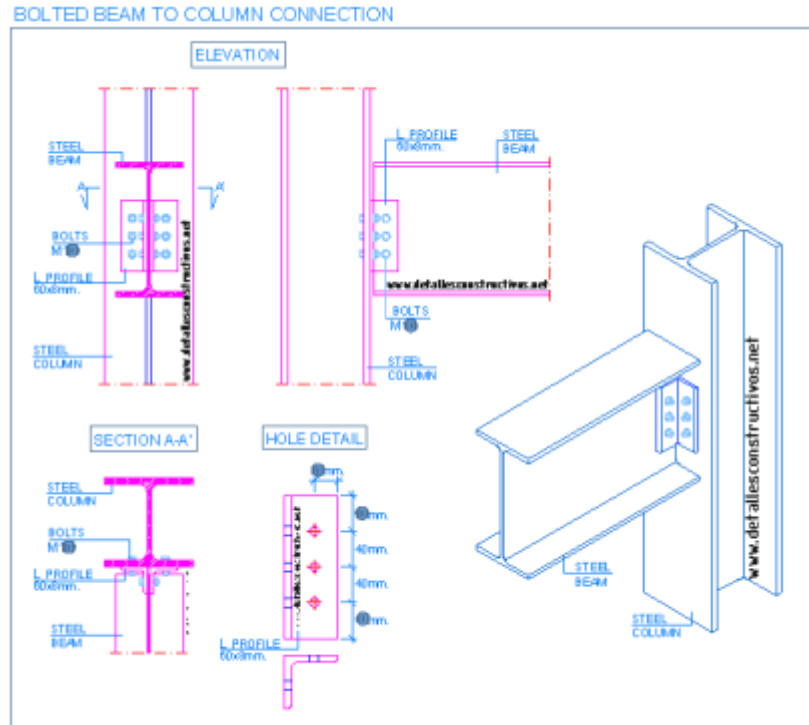
хичнээн баллыг тэсвэрлэх чадвартай байлгах мэдлэгийг материалын эсэргүүцэл хичээлээр, хөндлөн, дагуу хөндлөвчүүдийг хооронд нь ямар диаметртэй, хэдэн ширхэг болтоор холбох эсвэл ямар хэмжээсэй гагнуур хийж холбох мэдлэгийг машины эд анги хичээлүүдээр тус тус судлах болно гэх зэргээр инженер хүний мэдэх ёстой ойлголт, мэдлэгийг судлах хэрэгцээ шаардлагын учир шалтгааныг оюутануудын сонирхолыг өдөөх хэлбэрээр тайлбарлана.

Оюутнуудаар гүүр болон бусад төхөөрөмжийн хийц, даац, материал, найдвартай ажиллагаа, ажиллах хугацааны талаар сонирхолтой хэлэлцүүлэг, ярилцлага хийж оюутнуудын цаашид суралцах сэтгэл санааг нь хүчтэй болгоно.

- Техникийн зураг зүйн хичээлтэй холбохын хувьд:

Оюутны баг бүрийн хийсэн модон гүүр бүрийн босоо, хөндлөн, дагуу дамнуурыг ган хийцээр орлуулан хоорондын бэхэлгээ нь болтон холбоостой байх тохиолдол сонгон авч хэрхэн ажлын зураг, угсралтын зураг гаргах дадлагыг гараар нь болон AutoCAD хэрэглүүлэн техникийн зураг зүйн хичээлээр заах, /хөндлөн огтлолын дүрсийг өөрсдөөр нь сонгуулах/





- Англи хэлний хичээлтэй холбохын хувьд:

Түлхүүр үгс: bridge – гүүр, төвлөрсөн хүч - point load, тархсан хүч - distributed loads, дамнуурга, шилбэ – beam, нэгж уртын жин - weight per unit length

Оюутнуудаар орчуулга хийлгэх жишээ:

Reactions for Simply-Supported Simple Beams

You can calculate the reaction forces for a symmetrically-loaded, simply-supported beam by dividing the total load by 2, because each end of the beam carries half the load. The reactions for the beam with a point load are $R_A = R_B = P/2$.

Problem #1

What is the weight per unit length of a 2 cm diameter steel rod? Report the answer in kg/m.

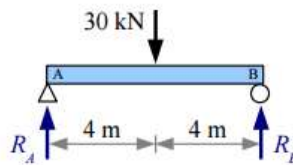
Solution:

The cross-sectional area of a circle $A = \frac{\pi}{4}d^2$. The specific weight of steel is 7.85 g/cm^3 .

$$\text{Weight per unit length } w = \rho \frac{\pi}{4} d^2 = 7,85 \cdot \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0.0004 \text{ m}^2 = 2.46 \text{ kg/m}$$

Problem #2

Calculate the reaction forces R_A and R_B for a beam with a 30 kN load at the midspan.



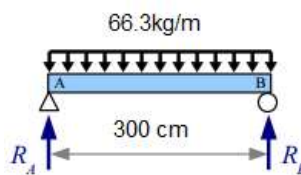
Solution:

Divide the total load by 2 to obtain the reaction forces,

$$R_A = R_B = \frac{P}{2} = 15 \text{ kN}$$

Problem #3

Calculate the reaction forces R_A and R_B for a 300cm beam with a 66.3 kg/m uniformly distributed load. Report the answer in kgf. $1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$



Solution: Multiply the uniform distributed load by the length to find the total load on the beam: $W = wL$. Divide the total load by 2 to obtain the reaction forces,

$$R_A = R_B = \frac{Wg}{2} = \frac{wLg}{2} = \frac{66.3kg}{m} \cdot \frac{3m \cdot 9.8m}{2 \cdot s^2} = 947N = 96.6kgf$$

Example #4

Calculate the reaction forces R_A and R_B for this simply-supported beam.

Solution Redraw the diagram, marking the distances to all loads and reactions from point A.

The moment about point A is $\sum M_A = 0 = -40 \text{ kN} \cdot 3 \text{ m} + R_B \cdot 10 \text{ m}$.

Rewrite the equation to find the reaction force $R_B = \frac{40 \text{ kN} \cdot 3 \text{ m}}{10 \text{ m}} = 12 \text{ kN}$.

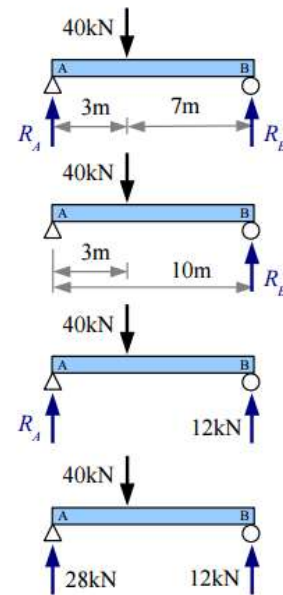
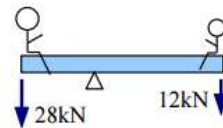
Use the sum of the forces in the vertical direction to calculate the other reaction force:

$\uparrow \sum F_y = 0 = R_A - 40 \text{ kN} + 12 \text{ kN}$.

Rewrite the equation to find the reaction force $R_A = 40 \text{ kN} - 12 \text{ kN} = 28 \text{ kN}$.

You can check the answer by solving the sum of the moments about point B.

Most of the applied load is supported by the left end of the beam. Intuitively, this makes sense because the load is closer to the left end of the beam. Flip the beam upside down and it looks like two children on a see-saw: the pivot point has to be closer to the heavier child in order to balance the see-saw.



Example #5

Calculate the reaction forces R_A and R_B for a beam with uniform distributed load of 800 N/m. Report the result in N.

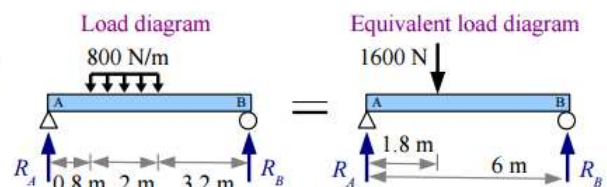
Solution Draw an equivalent load diagram, placing the equivalent load at the centroid of the distributed load. Use the equivalent load diagram to find the reaction forces.

The distributed load runs for 2m, so the location of the equivalent load is 1m from the left end of the distributed load, or 1.8m from point A. The equivalent load $W = wL = \frac{800 \text{ N} \cdot 2 \text{ m}}{m} = 1600 \text{ N}$.

The moment about point A is $\sum M_A = 0 = -1600 \text{ N} \cdot 1.8 \text{ m} + R_B \cdot 6 \text{ m}$.

Rewrite the equation to find the reaction force $R_B = \frac{1600 \text{ N} \cdot 1.8 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 480 \text{ N}$.

Sum of the forces $\uparrow \sum F_y = 0 = R_A - 1600 \text{ N} + 480 \text{ N}$. Solve for the reaction force $R_A = 1600 \text{ N} - 480 \text{ N} = 1120 \text{ N}$.



6.1 Инженерийн удиртгал хичээлд сургалтын үр дүнг үнэлэх явцын болон эцсийн үнэлгээний арга зүйг тодорхойлох

Төслийн явцын үнэлгээ хийх хувилбар:

Төсөл үнэлэх ажлууд	Эзлэх хувь, %
Багийн зорилго, гишүүдийн үүргийг тодорхойлсон байдлаар	20
Багийн гишүүд үүргээ хэрхэн биелүүсэн байдлаар	10
Ойлгомжтой илтгэл тавьсан эсэхээр	10
Өгүүлэл хэрхэн бичсэнээр	10
Зохион бүтээх төсөлд суурь шинжлэх ухааны мэдлэгээ хэрхэн хэрэглэсэнээр	30
Төслийн гүйцэтгэл тавигдсан үзүүлэлтийг хэрхэн биелүүлж байгаагаар	20
“ГҮҮР” ТӨСЛИЙН НИЙТ ҮНЭЛГЭЭ	100

Төслийн эцсийн үнэлгээ хийх хувилбар:

ТӨСӨЛ №. _____		БАГИЙН НЭР					
ҮНЭЛГЭЭ	ГҮЙЦЭТГЭЛ	ОЮУТНЫ НЭР	ОЮУТНЫ НЭР	ОЮУТНЫ НЭР	ОЮУТНЫ НЭР	ОЮУТНЫ НЭР	БАГИЙН ДУНДАЖ
1. Бодож сэтгэх чадвар - 25%	1.1 Бүтээгдэхүүний зах зээл дээрх эрэлт хэрэгцээг судлах						
	1.2 Системийн ойлголт болон үйл ажиллагааг тодорхойлох						
	1.3 Зорилгоо тодорхойлон системийн загвар гаргах						
	1.4. Төслийн төлөвлөгөө боловсруулах						
2. Зохион бүтээх чадвар 25%	2.1 Ажлын зураг, схем, алгоритм боловсруулалт						
	2.2 Загварын хийцийн сонголт						

	2.3 Загварыг үнэлсэн байдал						
3. Туршин хэрэгжүүлэх чадвар 20%	3.1 Туршин хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааны загвар гаргах						
	3.2 Шаардлагатай багаж хэрэгсэл, эд анги, програм хангамж хэрэглэх						
	3.3 Турших, шалгах, найдвартай ажиллагааг баталгаажуулах,						
4. Ажиллуулах сайжруулах чадвар 10%	4.1 Эд анги үйлдвэрлэх, удирдлагын код бичих үйл ажиллагаагаа						
	4.2 Бүтээгдэхүүний сайжруулалт						
	4.3 Төслөө дуусгах үе шат						
5. Багийн ажиллагаа 20%	5.1 Багийн зорилго, төлөвлөгөөг тодорхойлсон байдал						
	5.2 Багийн давуу талуудыг ашигласан байдал						
	5.3 Баг дүрмээ баримталж байгаа болон зөрчил тэмцлийг даван туулж байгаа байдал						
6. Үр дүнтэй харилцаа (10%)	6.1 Төслийн тайланг бичихдээ логик бүтэцтэй, өндөр түвшинд боловсруулагдсан байдал						
	6.2 Төслийн тайланг хэл зүйн, дүрмийн, цэг таслалын алдаагүй байдал						
	6.3 Шаардлага хангасан инженерийн зураглал ашиглаж байгаа байдал						
	6.4 Үр дүнтэй ярилцлагын хэлбэр сонгох байдал						
7. Хувийн ур чадвар & хандлага (10%)	7.1 Шүүмжлэлт болон бүтээлч сэтгэлгээг ашиглаж байгаа байдал						
	7.2 Өөрийн сэтгэх чадвараа эргэн харах, хянаж ажиллах						
	7.3 Суралцах үйл ажиллагааг удирдах						
8. Хувь хүний харилцааны ур чадвар & хандлага (10%)	8.1 Мэргэжлийн ур чадвар болон ёс зүйгээ харуулах						

Багийн гишүүдийн болон өөрийн үнэлгээ

Баг: _____

Анги: _____

Огноо: _____

Ү нэлгээний түвшин: 1 – муу, 2 – дундаас доогуур, 3 – дунд, 4 – сайн, 5 – онц

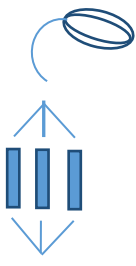
	Гишүүн 1	Гишүүн 2	Гишүүн 3	Гишүүн 4	Гишүүн 5	Өөрөө
Багийн ярилцлагын идэвхи оролцоо, цаг барилт						
Ярилцлагын үеэр санал оруулах, зөвлөх /ярилцлагад бэлтгэх, саналын тоо ба чанар/						
Багийн ажил ба удирдлага /хамтын ажиллагаа, амлалт, ажлын хандлага, удирдах санаачлага/						
Бүтээлийн чанар /өгсөн даалгаврын гүйцэтгэл, хийсэн ажлын чанар/						
Нийт оноо						

Илтгэл танилцуулга үнэлэх рубрик

Шалгуурууд	1 - хангалтгүй	2 – ажиллах хэрэгтэй	3 - боломжтой	4 - сайн	5 - мэргэжлийн	Ү нэлгээ
Агуулга /хамрах хүрээ, судалгаа ба дүн шинжилгээний ахиц, дүгнэлт, зөвлөгөөний чанар/	Тайлбар болон дүн шинжилгээ хийхдээ олон тооны алдаа гаргасан.	Бүрэн гүйцэд бус. Олон чухал мэдээлэл орхигдсон. Дүн шинжилгээ хийхдээ алдаа гаргасан. Санал зөвлөгөө нь хоорондоо уялдаа холбоогүй.	Боломжийн. Цөөн чухал асуудлууд орхигдсон. Зарим нэг нотлох баримт болон тайлбаруудыг оруулсан. Бодох чадвар нь боломжийн гэдгийг харуулсан.	Сайн судалгаа хийж сэдвийг нарийн тодорхойлсон. Ямар ч чухал мэдээллийг орхигдуулаагүй. Дүн шинжилгээг сайн хийдэг, бүтээлч сэтгэлгээтэй.	Мэдээлэл нь бүрэн гүйцэд, гүн гүнзгий ойлголт өгч чадна. Нягт нямбай ажиллагааг харуулсан. Аливаад шууд мэтэй хандах, бүтээлчээр сэтгэх чадвартай.	30%
Зохион байгуулалт	Хоорондоо холбоогүй, зохион байгуулалтгүй.	Агуулга, санаагаа тодорхой гаргаж өгч чадаагүй, нэгдмэл бус илтгэл.	Илтгэлийнхээ агуулга, санааг гаргах гэж хичээсэн.	Илтгэлийнхээ утга санааг тод томруун гаргаж өгч чадсан.	Үнэхээр сайн зохион байгуулалттай бичигдсэн. Сонсогчдыг өөртөө татаж чадсан.	15%
Чөлөөт байдал болон тод дуудлага /илтгэлийг тод дуугаар тавих, нүдний хөдлөгөөн, илтгэл тавих явц/	Илтгэл тавихдаа чөлөөтэй бус, сул дуудлагатай. Сонсогчдод ойлгомжгүй.	Байнга илтгэлээ харж ярина. Сонсогчдод хандаж ярих нь бага. Илтгэлийн зарим хэсгийг тод бус дуугаар тавина.	Хааяа нэг сонсогчид руугаа хандаж ярина. Дуу хоолойны өнгө зөвлөгөөнд дуудлага цэвэр байна.	Зөв, тод дуудлагатай байна. Илтгэлийг тийм ч удаан биш бас тийм ч хурдан биш тавина. Илтгэлийг уншихгүйгээр сонсогчидтойгоо харьцаж тавина.	Тод, чанга хоолойгоор үгээ тод дуудна. Илтгэл тавигч нь өөртөө итгэлтэй байж сонсогчдыг өөртөө татах аргыг хэрэглэнэ. Биеийн хөдлөгөөн болон нүүрний хувирлаар ярьж байгаа зүйлээ бататгана.	20%
Нэмэлт материалуудыг хэрэглэх нь	Илтгэл тавихад ямар ч нэмэлт материал хэрэглэгдээгүй.	Маш бага нэмэлт материал хэрэглэгдсэн. Зарим нь илтгэлийн сэдэвтэй ямар ч холбоо хамааралгүй байсан.	Зарим нэг нэмэлт материал хэрэглэгдсэн ч тэр нь илтгэлийн үзүүлэлтэнд нөлөө байхгүй.	Зөв нэмэлт материалуудыг хэрэглэснээр илтгэлийг үр ашигтай болгосон.	Нэмэлт материалыг бүтээлчээр зөв хэрэглэх нь илтгэлийг төгс болгоно /уншихад хялбар, сонирхолтой, мэдээллээр баялаг, алдаагүй/	20%

Асуулт ба хариулт						
Мэдлэгийг хүрээ /зөв зүйтэй хариулт, тайлбар хэрэглэх/	Сэдвийн ойлголттой ямар ч уялдаагүй хариулт. Мэдлэг хангалтгүй.	Зарим хариулт зөв бус, бүтэн хариулагдаагүй мөн нотлогдоогүй.	Хариултууд зөв бөгөөд нотлох баримттай.	Хариултууд үнэн зөв бөгөөд сэдвийн талаар гүнзгий мэдлэгтэйг нотолно.	Асуултуудад хариулсан хариултууд нь тухайн сэдвийн мэргэжлийн түвшинд эзэмшсэн гэдгийг харуулна. Хангалттай нотолгоотой, сайжруулалт тасралтгүй хийгдсэн.	5%
Чөлөөт байдал болон тод дуудлага /илтгэлийг тод дуугаар тавих, нүдний хөдлөгөөн, итгэлтэй байдал	Хоолой тод бус, ойлгоход хэцүү. Сонсоход төвөгтэй хэт зөвлөгөөн дуугаар ярина.	Хариулт хангалтгүй, тодорхой бус.	Хоолой тод. Хариултыг арай илүү өөртөө итгэлтэйгээр тавина.	Хариултыг өөртөө итгэлтэй, товч хураангуй тод дуугаар тавина.	Үгээ тод дуудаж, чанга хоолойгоор ярина. Өөртөө бүрэн итгэлтэйгээр сонсогчидтойгоо харьцана. Биеийн хөдлөгөөн, нүүрний хувирлаар ярьж байгаа зүйлээ бататгана.	5%
Хариулт өгөх давтамж /хэдэн удаа хариулахыг оролдсон, бүх гишүүдийн багийн ажлын оролцоог харуулах/	Маш зожиг. Асуултанд хариулах оролдлого хийхгүй.	Хариулт өгөх нь маш бага. Идэвхигүй.	Асуусан асуултанд хааяа хариулт өгнө.	Асуусан асуултанд байнга хариулт өгнө.	Асуусан асуултанд байнга хариулт өгнө. Багийн гишүүдийг дэмжиж, тэднийг асуултанд хариулахад туслана.	5%
Нийт						100%

Зөвхөн Инженерийн удиртгал хичээл төдийгүй дараа дараагийн зохион бүтээлт болон бусад хичээлээс олж авсан оюутнуудын мэдлэг ур чадварын өсөн нэмэгдэх түвшинг тогтооход ихэнхи сургууль SOLO таксономыг хэрэглэж байна. SOLO таксоном оюутны сургалтын үр дүнг 5 түвшингээр үнэлнэ:

Мэдлэгийн өмнөх түвшин		Ойлгох гэж оролдоогүй, ойлгож эхлэхэд нь тусламж хэрэгтэй	
Өнгөц мэдлэг /ойлголтой болох/			
Ганц нэг мэдлэгийн түвшин		Оюутан нэг ойлголтой болсон	Нэрлэх, танин мэдэх Тодорхойлох Энгийн дүрэм даган мөрдөх
Хэд хэдэн мэдлэгийн түвшин		Оюутан хэд хэдэн ойлголтой болсон	Тайлбарлах Дугаарлах, жагсаах Хэд хэдэн ур чадвартай болох
Гүн мэдлэг /ойлголтуудаа холбох/			
Холбоо хамааралтай мэдлэгийн түвшин		Оюутан ойлголтуудаа холбож нэгтгэсэн.	Хэрэглэх Анализ хийх Харьцуулах, шүүмжлэх Учир шалтгааныг тайлбарлах Нотолгоо гаргах
Ерөнхий мэдлэг /ойлголтоо нэмэгдүүлэх/			
Өргөтгөсөн мэдлэгийн түвшин		Оюутан харилцан хамааралтай ойлголтуудтай болж түүнийгээ нэмэгдүүлсэн	Бүтээх Томъёолох Таамаглал дэвшүүлэх Шинээр бий болгох

Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт хөтөлбөрийн Инженерийн удиртгал хичээлээр олж авсан оюутны мэдлэг, ур чадварыг онлайн хэлбэрээр үнэлэхдээ аль болохоор бусад хичээлүүдээс авсан мэдлэгийг бататгах зорилготой асуулт тавихыг зорин ажиллаж байна. Оюутны мэдлэг, чадварын түвшинг тодорхойлох үнэлгээний онлайн асуултыг хэрхэн зохиож байгааталаарх ганц нэг жишээг дор харуулав. Ихэнхи хөтөлбөрийн төслийн менежментийн багийн уулзалтаар ийм төрлийн асуулт хэрхэн зохиосон талаар хэлэлцүүлэг хийдэг юм байна.

Математикийн мэдлэгийн түвшин:

Матрицийг инженер хүн хэзээ хэрэглэх вэ?

Физикийн мэдлэгийн түвшин:

Инженерийн хийцийн тэнцвэртэй байх учир шалтгаан нь юу вэ?

Механикийн мэдлэгийн түвшин:

Материалын эвдрэлийн төрлүүдийг тайлбарлана уу?

Гол нэртэй эд ангийг ямар зориулалтаар хэрэглэдэгийг тайлбарлана уу?

Хөндлөн огтлолын талбайн моментыг инженерийн ямар асуудал шийдэхэд хэрэглэх вэ?

Багаар ажиллах чадварын түвшин:

Багийг хэрхэн бүрдүүлэх вэ?

Баг бүрдүүлэх ямар үе шатууд байх вэ?

Багийн гишүүдийн үүргийг хэрхэн тодорхойлох вэ?

Багийн гүйцэтгэлд багийн гишүүдийн оролцоог хэрхэн тодорхойлох вэ?

Багийн давуу тал, сул талд хэрхэн шинжилгээ хийх вэ?

Багийн зорилго болон хэлэлцэх асуудлыг хэрхэн тодорхойлох вэ?

Багийн үндсэн дүрмийг хэрхэн тогтоох вэ?

Зөрчилдөөн, маргаантай үед тэнцвэртэй шийдвэр хэрхэн гаргах вэ?

Багийн ажлын хүрээнд гишүүдийн үүрэг, манлайлалыг хэрхэн дүгнэх вэ?