

СЕМИНАР №3. ЗАРДЛЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГУУД

СЕМИНАРЫН ХИЧЭЭЛИЙН ЗОРИЛГО: Инженерчлэлийн эдийн засгийн судалгаанд чухал хүчин зүйлсийг тооцоолох (үнэлэх) аргуудыг авч үзнэ.

ХИЧЭЭЛИЙН СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГҮҮД:

Оюутан энэ сэдвийг судалснаар дараах чадваруудтай болсон байна.

д/д	Суралцахуйн үр дүнгүүд	Суралцахуйн үр дүнг илэрхийлэх үйл үг	Суралцахуйн үр дүнгийн түвшин (Блумын)	CLOs хамаарал
1	Өртөг зардал тооцох аргуудыг судлах	Хэрэглэх /Apply/, Шийдэх /Solve/	Ойлгох, Хэрэглэх	1, 3, 5
2	ИЭЗ-ийн шинжилгээний 3-р алхам болох хувилбар бүрийн үр дагавар, мөнгөн урсгалын боловсруулалтыг жишээ дасгалд тулгуурлан хийж гүйцэтгэх, дүгнэлт гаргах	Хэрэглэх /Apply/, Шийдэх /Solve/, Шинжлэх /Analyze/	Ойлгох, Хэрэглэх, Шинжлэх	1, 3, 5
3	ИЭЗ-ийн бодлого бодохдоо өмнөх хичээлд үзсэн багаар хамтран ажиллах аргуудыг ашиглах	Хэрэглэх /Apply/	Ойлгох, Хэрэглэх	4

ХИЧЭЭЛД ХЭРЭГЛЭГДЭХ МЭРГЭЖЛИЙН НЭР ТОМЬЁОНУУД:

Fixed cost	Тогтмол зардал
Variable cost	Хувьсах зардал
Direct cost	Шууд зардал
Indirect cost	Шууд бус зардал
“Top-down” approach	“Дээрээс доош” арга (хандлага)
“Bottom-up” approach	“Доороос дээш” арга (хандлага)
Integrated approach	Нэгдмэл арга
Work breakdown structure	Ажлын задаргааны бүтэц
Estimating techniques (models)	Үнэлгээний аргууд (загварууд)
Cash flows	Мөнгөн урсгал
Cost estimating techniques (models)	Зардлын үнэлгээний аргууд (загварууд)
Selected estimating techniques (models)	Тооцооллын аргын (загварын) сонголт
Parametric Cost Estimating	Зардлын параметрийн үнэлгээ (тооцоо)
Learning Curve	Сургалтын муруй
Cost Estimating Relationship (CER)	Зардлын үнэлгээний хамаарал (ЗҮХ)
Cost-capacity factor	Зардал – чадлын коэффициент

ХИЧЭЭЛИЙН ҮНДСЭН МАТЕРИАЛ:

Жишээ 1. Зардал тооцоолох “Дээрээс – доош”, “Доороос – дээш” чиглэсэн хандлага (арга)

Бакалаврын зэрэг олгох зардлыг тооцоолох нь

Зардлын үнэлгээний энгийн жишээ бол сурч байгаа их сургуулиасаа бакалаврын зэрэг авах зардлыг үнэлэх явдал юм. Эдгээр зардлыг тооцоолохын тулд шийдэлдээ дээр дурдсан хоёр үндсэн аргыг ашиглан тооцоолъё.

Шийдэл:

“Дээрээс доош чиглэсэн” аргыг ашиглах үед тухайн (эсвэл түүнтэй төстэй) их сургуулийн бакалаврын зэргийн нийтэд зарлагдсан өртгийг хэвээр авч, түүнийг инфляц болон оюутанд тохиолдож болох нөхөрлөл/мэргэжлийн гишүүнчлэл, тэтгэлэг, сургалт гэх мэт онцгой тохиолдлуудыг нэмж тооцно. Жишээлбэл, таны сурдаг их сургуулийн нийтэд зарлагдсан зардал тухайн жилд \$15,750 байг. Энэ зардал жил бүр 6%-иар өсөх ба үүнд сургалтын төлбөр, оюутны байрны төлбөр, долоо хоног бүрийн хоол хүнс багтдаг. Ном, хангамжийн зардал болон бусад зардлыг оруулаагүй болно. Бидний анхны тооцооллоор, эдгээр "бусад" зардлыг жилдээ \$5,000 байхаар тооцоолсон.

Ингэснээр дөрвөн жилийн турш зарцуулагдах нийт зардлыг үнэлж болно. Үүний тулд жил бүрийн инфляцыг нийтэд зарлагдсан зардал дээр нэмж тохируулах хэрэгтэй бөгөөд "бусад" зардлыг нэмэх шаардлагатай.

Жил	Сургалтын төлбөр, хураамжууд, оюутны байр	“Бусад” зардал	Тухайн жилийн нийт зардал
1	\$15,750*1.06=\$16,695	\$5,000	\$21,695
2	\$16,695*1.06=\$17,697	\$5,000	\$22,697
3	\$17,697*1.06=\$18,759	\$5,000	\$23,759
4	\$18,759*1.06=\$19,885	\$5,000	\$24,885
		Нийт	\$93,036

Зардлын үнэлгээний “доороос дээш чиглэсэн” аргыг ашиглах үед эхлээд урьдчилан төлөвлөсөн зардлыг тус их сургуульд суралцах дөрвөн жил тус бүрд 3.1 дүгээр зурагт үзүүлсний дагуу тодорхой бүлгүүдэд ангилж хуваана. Сургалтын төлбөр, хураамжийг ном ба хоол хүнсний нэгэн адил жил бүр үнэн зөв үнэлж болно. Жишээлбэл, их сургуулийн сурах бичгийн дундаж зардал \$100 байг. Та жил бүрийн номын зардлыг өөрийн судлахаар төлөвлөж буй хичээлүүдийн тоог номын дундаж зардлаар үржүүлэх замаар үнэлж болно. Эхний жил семестр бүр 5 хичээл үзэх төлөвлөгөөтэй байг. Тэгвэл таны тооцоолсон сурах бичгийн зардал:

$$\left(\frac{5 \text{ хичээл}}{\text{семестр}}\right) (2 \text{ семестр}) \left(\frac{1 \text{ ном}}{\text{хичээл}}\right) \left(\frac{\$100}{\text{ном}}\right) = \$1,000$$



3.1 дүгээр зураг Бакалаврын боловсролын зардлыг тодорхойлох доороос – дээш чиглэсэн арга

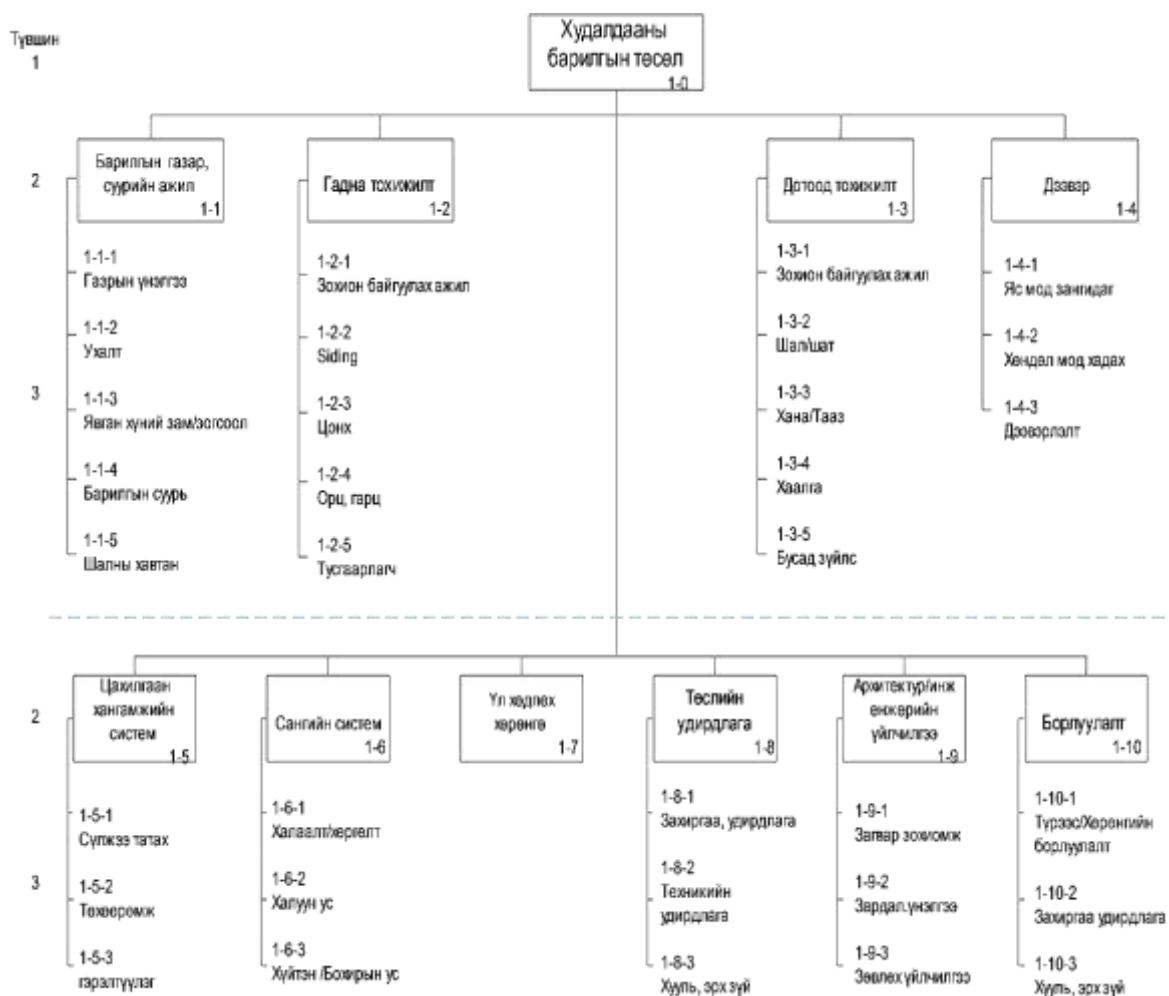
Амьжиргааны зардал, тээврийн зардал гэсэн бусад хоёр ангилал нь таны амьдралын хэв маягаас илүү хамаарна. Жишээлбэл, та автомашин унадаг, оюутны байрнаас өөр газар амьдардаг бол их сургуулийн урьдчилан төлөвлөж байгаа зардалд ихээр нөлөөлнө.

Жишээ 2. Барилгын төсөлд зориулсан WBS

Таныг тус бүр 15,000 хавтгай дөрвөлжин фут талбай бүхий хоёр давхраас тогтох жижиг худалдааны барилга барих төслийг удирдуулахаар томилсон байна. Нэгдүгээр давхарт жижиглэн худалдааны жижиг дэлгүүрүүд, хоёрдугаар давхарт оффис байхаар төлөвлөсөн. Эхний ээлжинд барилгын зураг төсөл болон барилгын ажлыг эхлүүлэх шийдвэр гартал WBS-ийн эхний 3 түвшинг зураглалаар гаргана уу?

Шийдэл:

Худалдааны зориулалттай байрыг барихын тулд янз бүрийн хүмүүсийн боловсруулсан WBS-ийн хувилбаруудыг авч үзэх шаардлагатай. Жишээ WBS-г 3.4 дүгээр зурагт харуулав. Нэгдүгээр түвшин бол нийт төсөл юм. Хоёрдугаар түвшинд төслийг долоон үндсэн биет ажлын элементүүд болон 3 үндсэн үйл ажиллагааны элементэд хуваана. Улмаар эдгээр үндсэн элемент бүрийг шаардлагатай хэмжээний дэд элементүүдэд хуваана (III түвшин). Энэ жишээнд дугаарлалтад тоо ашигласан.



3.4 дүгээр зураг. III.2 жишээний барилга барих төсөлд зориулсан WBS диаграм (3 түвшинт)

Жишээ 3. Шинэ бойлерын зардлын индексжүүлэлт

Хэрэглээний бойлерын борлуулалтын болон суурилуулалтын зардлын индексийг 1988 онд тодорхойлсон бөгөөд түүний суурь утга 100-тай тэнцүү байв. XYZ компанид 2000 онд \$525,000-ын үнэтэй 50,000 фунт/цаг-ийн бойлер суурилуулсан бөгөөд тэр үед индекс 468 байсан. Уг компани 2014 онд ижил хэмжээтэй өөр төрлийн бойлерыг суурилуулах шаардлагатай болов. 2014 онд индекс 542 байна. Шинэ бойлер ойролцоогоор ямар зардалтай байх вэ?

Шийдэл:

Энэ жишээнд, n нь 2014 он, k нь 2000 он байна. (3.1) тэгшитгэлээс 2014 оны бойлерын ойролцоо зардал:

$$C_{2010} = \$525,000 \left(\frac{542}{468} \right) = \$608,013 \text{ байна.}$$

Жишээ 4. Бензины зардлын жигнэсэн индекс

Дараах мэдээлэлд тулгуурлан 2014 онд нэг галлон бензины үнийн жигнэсэн индексийг боловсруулна уу. Суурь он болох 1996 онд индексийн утга 99.2 байв. Regular unleaded бензин premium ба unleaded plus төрлийн бензинээс ойролцоогоор гурав дахин их хэмжээгээр зарагддаг тул regular unleaded төрлийн бензины жин premium ба unleaded plus төрлийн бензинээс 3 дахин их байна.

	Жилийн үнэ (цент/галлон)		
	1996	2010	2014
Premium	114	240	315
Unleaded plus	103	230	305
Regular unleaded	93	221	285

Шийдэл:

Энэ жишээнд, k нь 1996, n нь 2014 байна. (3.2) дугаар тэгшитгэлээс \bar{I}_{2014} -ийн утга:

$$\frac{(1)\left(\frac{315}{114}\right) + (1)\left(\frac{305}{103}\right) + (3)\left(\frac{285}{93}\right)}{1 + 1 + 3} \times 99.2 = 296$$

Одоо, хэрвээ 2016 онд индекс 327 байсан гэж тооцвол \bar{I}_{2014} -ээс бензины 2016 оны үнийг хялбар тооцох боломжтой:

$$\text{Premium: } 315 \text{ цент / галлон } \left(\frac{327}{296}\right) = 348 \text{ цент/галлон}$$

$$\text{Unleaded plus: } 305 \text{ цент / галлон } \left(\frac{327}{296}\right) = 337 \text{ цент/галлон}$$

$$\text{Regular unleaded: } 285 \text{ цент / галлон } \left(\frac{327}{296}\right) = 315 \text{ цент/галлон}$$

Жишээ 5. Зардлыг үнэлэх чадал – хэмжээний загвар

Нисэх онгоц үйлдвэрлэгч холын зайн шинэ нисэх онгоцны угсралтын ажилд зориулж, 600 МВт-ын чулуун нүүрсээр ажиллах цахилгаан станц байгуулах зардлыг урьдчилан тооцоолохыг хүсч байна гэж үзье. 20 жилийн өмнө 200 МВт-ын цахилгаан станц байгуулах зардал 100 сая долларын зардалтай байсан бөгөөд зардлын индекс ойролцоогоор 400 байсан. Одоо энэ зардлын индекс 1,200 байна. Уг чулуун нүүрсээр ажиллах цахилгаан станцын зардал–чадлын коэффициент 0.79 байна.

Шийдэл:

600 МВт-ын цахилгаан станцын зардал (C_A)-ыг тооцоолохоор чадал–хэмжээний загварыг ашиглахаас өмнө зардлын индексийн мэдээллийг ашиглан 20 жилийн өмнөх 200 МВт-ын цахилгаан станцын мэдэгдэж байгаа зардлыг одоогийн зардалд шилжүүлэн шинэчлэх ёстой. (3.1) дүгээр тэгшитгэлийг ашиглан 200 МВт-ын цахилгаан станцын одоогийн зардлыг олвол:

$$C_B = \$100 \text{ сая} \left(\frac{1200}{400}\right) = \$300 \text{ сая}$$

(3.4) дүгээр тэгшитгэлийг ашиглан 600 МВт-ын цахилгаан станцын зардлыг дараах байдлаар тооцоолж болно:

$$C_A = \$300 \text{ сая} \left(\frac{600 \text{ МВт}}{200 \text{ МВт}} \right)^{0.79}$$

$$C_A = \$300 \text{ сая} \times 2.38 = \$714 \text{ сая}$$

Жишээ 6. Формула машины дизайны багийн сургалтын муруй

Механик инженерчлэлийн салбар улсын тэмцээнд оролцохоор спорт машин бүтээдэг оюутны багтай. Эхний машиныг угсрахад багт шаардлагатай хугацаа 100 цаг. Тэдний сайжралт (эсвэл суралцах түвшин буюу хурд) 0.8 байна, өөрөөр хэлбэл, гарц хоёр дахин нэмэгдэхэд машин угсрах хугацаа 20%-иар буурна гэсэн үг юм. Энэ мэдээллийг дараах зүйлсийг тодорхойлоход ашиглана уу?

- (a) 10 дахь машиныг угсрахад шаардлагатай хугацааг тодорхойлно уу?
- (b) Эхний 10 машиныг угсрахад шаардлагатай нийт хугацааг тодорхойлно уу?
- (c) Эхний 10 машиныг угсрахад шаардлагатай тооцоолсон *хуримтлагдсан дундаж* угсралтын хугацааг тодорхойлно уу?

Шийдлийг гараар болон MS Excel –ийн тусламжтай гаргана уу.

Гараар тооцоолсон шийдэл:

- (a) (3.5) тэгшитгэлийг ашиглан, мөн гарцын нэгж хоёр дахин өсөх тутам гарцын нэгжид зарцуулах угсралтын хугацаа пропорционалаар буурна гэж үзвэл:

$$Z_{10} = 100(10)^{\log 0.8 / \log 2} = 100(10)^{-0.322} = \frac{100}{2.099} = 47.6 \text{ цаг байна.}$$

- (b) x нэгжийг үйлдвэрлэхэд шаардлагатай нийт хугацаа T_x –ийг:

$$T_x = \sum_{u=1}^x Z_u = \sum_{u=1}^x K(u^n) = K \sum_{u=1}^x u^n \quad (3.6)$$

гэж тодорхойлно. Энэ (3.6) тэгшитгэлийг ашиглавал:

$$T_{10} = 100 \sum_{u=1}^{10} u^{-0.322} = 100[1^{-0.322} + 2^{-0.322} + \dots + 10^{-0.322}] = 631 \text{ цаг байна.}$$

- (c) x нэгжийг үйлдвэрлэхэд шаардлагатай *хуримтлагдсан дундаж* хугацаа C_x –ийг:

$$C_x = \frac{T_x}{x} \quad (3.7)$$

гэж тодорхойлно. Энэ (3.7) тэгшитгэлийг ашиглавал:

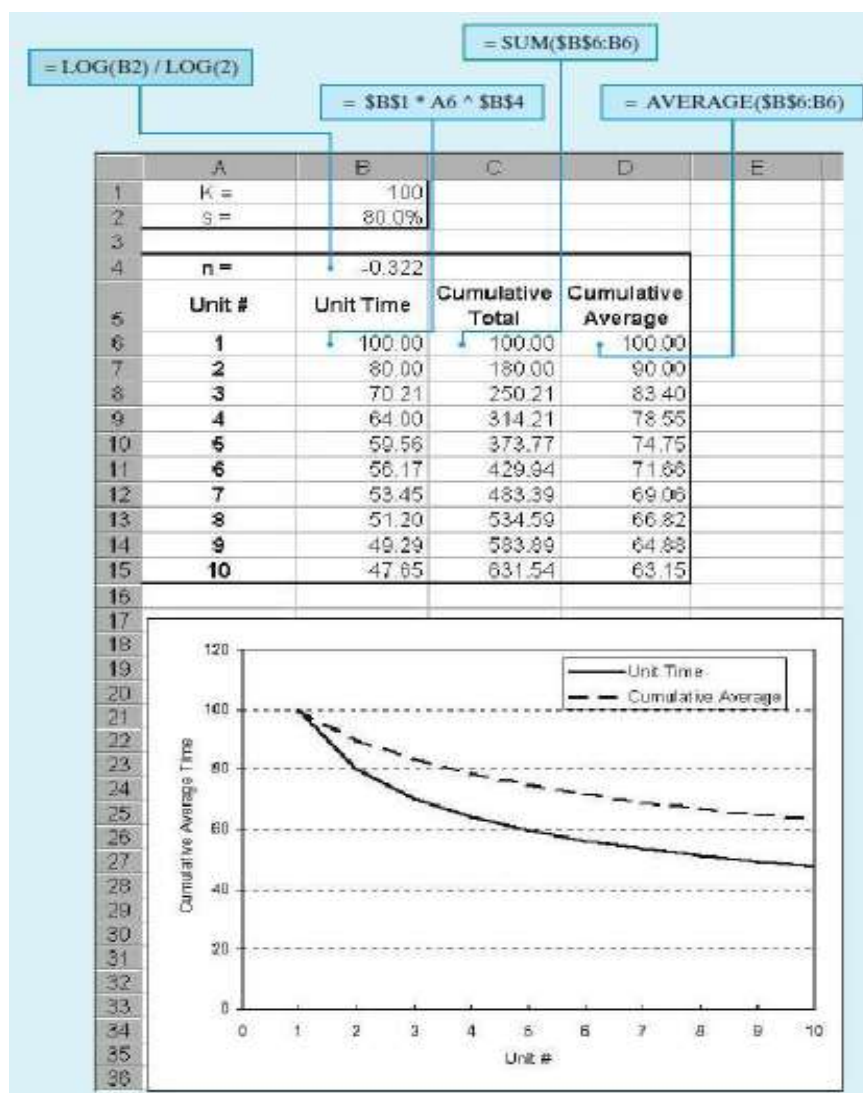
$$C_{10} = \frac{T_{10}}{10} = \frac{631}{10} = 63.1 \text{ цаг байна.}$$

Цахим хүснэгт ашигласан шийдэл (MS Excel):

3.6 дугаар зурагт энэ жишээний цахим хүснэгт (MS Excel) ашиглан тооцоолсон шийдлийг харуулав.

Нэгж бүтээгдэхүүний тоо бүрээр, угсралт хийж дуусгахад шаардлагатай нэгж хугацаа, хуримтлагдсан нийт хугацаа, хуримтлагдсан дундаж хугацаа зэрэг үзүүлэлтүүдийг харгалзах (3.5), (3.6), (3.7) тэгшитгэлүүдийг ашиглан тооцоолно. Эдгээр томъёонуудыг цахим хүснэгтийн 6 дахь мөрөнд нэг удаа оруулсан бөгөөд 7-оос 15 дугаар мөрүүдэд хуулж тавьсан болохыг анхаарна уу.

Нэгж хугацаа болон хуримтлагдсан дундаж хугацааны графикийг цахим хүснэгтийн программын харгалзах функцийг ашиглан хялбархан гаргаж болно. Машин угсрах хугацааг урьдчилан тооцоолохын тулд B2 нүдний утгыг өөрчлөх замаар өөр өөр сургалтын налуугийн үзүүлэлтүүдэд (жишээлбэл, $s = 90\%$) ямар үр нөлөөтэй байхыг энэ цахим хүснэгтийн загварыг ашиглан шалгаж болно.



3.6 дугаар зураг III.7 жишээний цахим хүснэгт (MS Excel) ашиглан тооцоолсон шийдэл

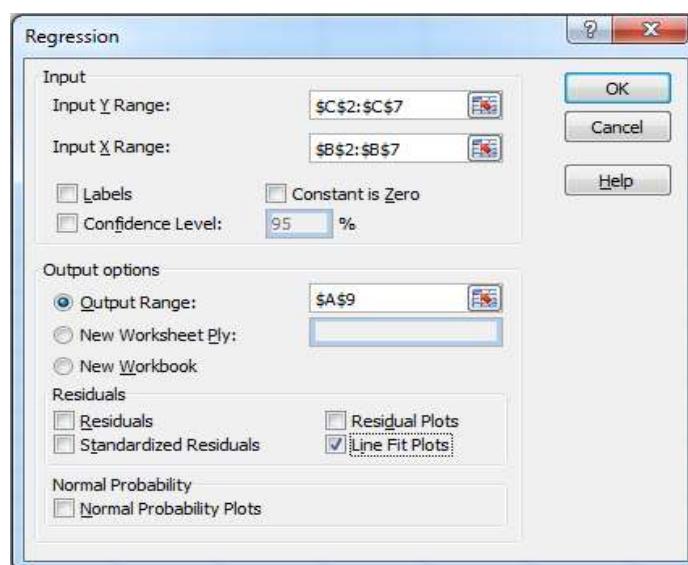
Жишээ 7. Сансрын хөлгийн зардлын үнэлгээний хамаарал

Зохиомжийн эхний үе шатуудад Ангараг гараг дээр явагч сансрын хөлгийн зардал түүний жинтэй хамааралтай гэж үзэж байсан. Зургаан сансрын хөлгийн зардал болон жингийн мэдээллийг цуглуулж, нормчилсон бөгөөд үүнийг дараах хүснэгтэд харуулав. Өгөгдлийн график нь шугаман хамаарал байгааг харуулна. ЗҮХ-ын коэффициентийн утгуудыг тодорхойлохдоо цахим хүснэгтийн загварыг ашиглана уу ?

Сансрын хөлөг	Жин (фунт)	Зардал (сая \$)
I	x_i	y_i
1	400	278
2	530	414
3	750	557
4	900	689
5	1,130	740
6	1,200	851

Цахим хүснэгт ашигласан шийдэл (MS Excel):

3.7 дугаар зурагт ЗҮХ-ын коэффициентийг тодорхойлох цахим хүснэгтийн загварыг харуулав.



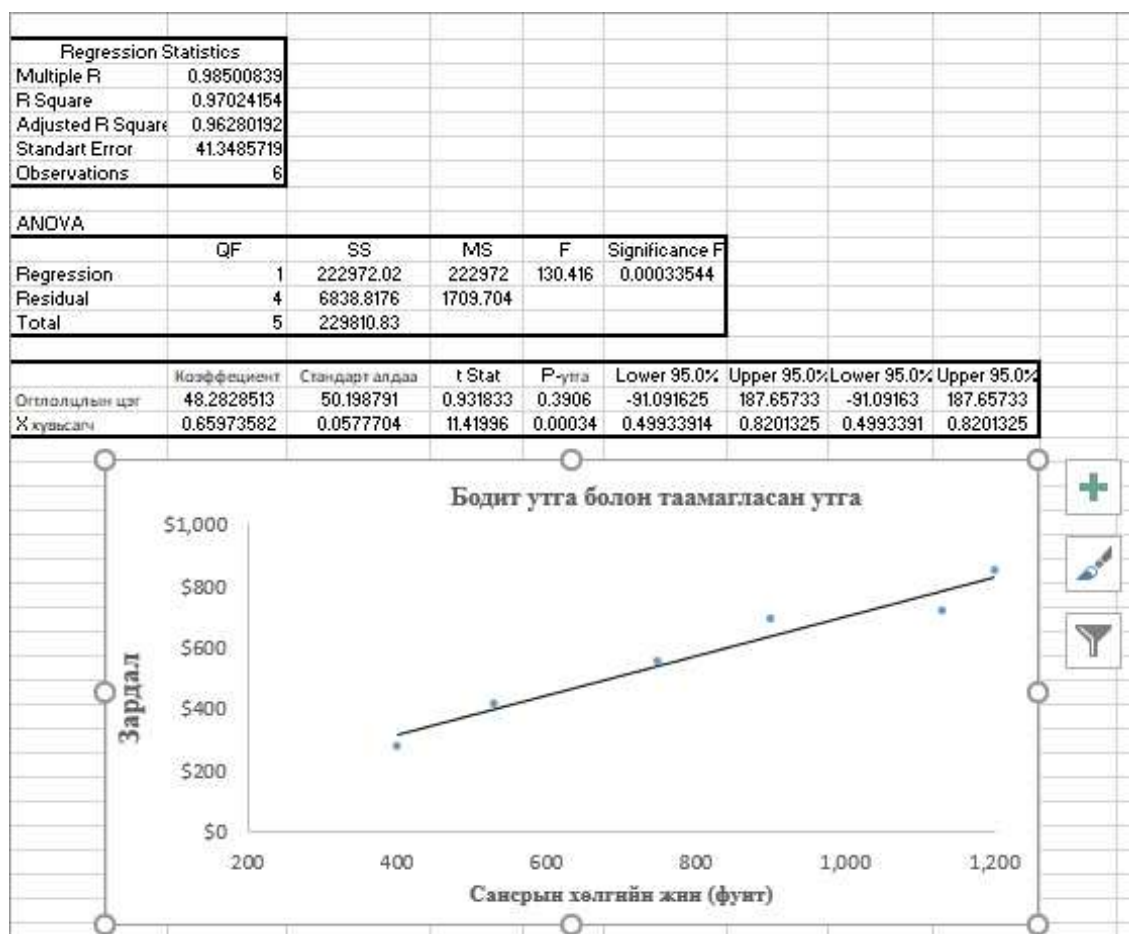
(a) Регрессийн харилцах цонх

3.7 дугаар зураг III.8 жишээг цахим хүснэгт (MS Excel) ашиглан тооцоолсон шийдэл

Энэ жишээ Excel-ийн үндсэн регрессийн функцийг харуулна. Томъёо оруулахгүйгээр зөвхөн сансрын хөлгийн зардал, жингийн өгөгдлүүдийг ашиглана. Цахим хүснэгтийн регрессийн сорилт нь үндсэн регрессийн таамаглалыг хангаж, гаралтыг зөв зохистой болгоход оршино.

Tools | Data Analysis | Regression командыг ашиглан регрессийн харилцах цонхыг (regression dialog box) гаргаж ирэх ба энэ загварт ашигласан утгыг 3.7 (a) дугаар зурагт

харуулав. Шинжилгээний үр дүнг Excel программ үүсгэх ба 3.7 (b) дугаар зургийн A9 нүднээс эхэлж харуулна. Энэ жишээний зорилгын хүрээнд ЗҮХ-ын b_0 ба b_1 коэффициентүүдийг B25, B26 нүдэнд тус тус тодорхойлсон.



(b) Регрессийн үр дүн

3.7 дугаар зураг III.8 жишээг цахим хүснэгт (MS Excel) ашиглан тооцоолсон шийдэл (үргэлжлэл)

Үүний үр дүнд сансрын хөлгийн зардал (сая доллароор)-ын сансрын хөлгийн жинтэй хамаарах хамаарал дараах хэлбэртэй байна:

$$\text{Зардал} = 48.28 + 0.6597x$$

энд: x – сансрын хөлгийн жин, фунтээр илэрхийлэгдэх ба $400 < x < 1,200$ байна.

СЕМИНАР №3-ын ДААЛГАВАР:

- 1) Та нэг давхар, ойролцоогоор 2,000-2,500 квадрат фут ашиглах талбай бүхий шинэ байшин барихаар төлөвлөж байна. Үүний зэрэгцээ ойролцоогоор 450 квадрат фут талбайтай хоёр машины гараж (эд зүйлс хадгалах хэсэгтэй) барихаар төлөвлөсөн. Арван жилийн хугацаатай загвар гаргах, барьж байгуулах, үйл ажиллагааны орлого, зардал болон 10 дахь жилийн төгсгөлд байшинг зарах орлого, зардлын бүтцийг боловсруулна уу (3.2).

- 2) Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны ус шүүх системийг 2014 онд \$250,000-оор худалдан авсан. Үүнийг 2019 оны төгсгөлд солино. Тоног төхөөрөмжийн зардлын дараах индексд тулгуурлавал шинэчлэн солилтын тооцоолсон зардал ямар байх вэ? (3.3)

Жил	Индекс	Жил	Индекс
2014	220	2017	257
2015	238	2018	279
2016	247	2019	298

- 3) Сургалтын муруйд гурав дахь нэгж бүтээгдэхүүнийг үйлдвэрлэхэд 658.5 ажлын цаг шаардлагатай, харин дөрөв дэх нэгж бүтээгдэхүүнийг үйлдвэрлэхэд 615.7 ажлын цаг шаардлагатай гэж тусгагдсан. (3.5) тэгшитгэлд байгаа n (улмаар s) утгыг тодорхойлно уу? (3.4)
- 4) Цахилгаан эрчим хүч түгээгч нь орон сууцны хэрэглэгчдэд 1 киловатт-цаг (кВт.ц) цахилгааныг \$0.10-оор зардаг. Компани 150 кВт.ц багц цахилгааныг сард нэмэлт 4\$-оор "ногоон эрчим хүч"-ийг авах боломжтой гэж сурталчилдаг. (Ногоон эрчим хүч нь нарны эрчим хүч, салхины эрчим хүч, метаны эх үүсвэрээс үүснэ) (3.3).
- Хэрэв хэрэглэгч сард дунджаар 400 кВт.ц цахилгаан хэрэглэдэг ба сар бүр ногоон эрчим хүчний 150 кВт.ц багцыг ашиглахаар зөвшөөр-сөн бол түүний жилийн цахилгааны төлбөрийн хэмжээ ямар байх вэ?
 - Жилийн туршид ногоон эрчим хүчний 1 кВт.ц –ын дундаж зардал ямар байх вэ?
 - Яагаад ногоон эрчим хүчний зардал ердийн эрчим хүчний зардлаас их байна вэ?