

МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ

**Рашийн загвар ашиглан  
даалгаврын хүндрэл болон  
сурагчийн чадварыг  
тодорхойлох нь**

Б.Оюунчимэг,

/МУИС, ШУС, БУС, Математикийн тэнхим/

А.Амарзаяа, доктор

/МУИС, ШУС, БУС, Математикийн тэнхим/



2017 он

## **Агуулга**

Оршил .....	3
Онолын хэсэг .....	3
1. Хариултын хувилбар нь хоёр байх даалгаврын Рашийн загвар .....	3
1.1. Рашийн загвар.....	3
1.2. Даалгаврыг боловсруулах.....	8
1.3. Суралцагчийн оноог тооцох .....	10
1.4. Суралцагчдын хариултын хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийг тогтоох ..	14
1.5. Бүрэн бус загварчлалаар суралцагчийн оноог тооцоолох.....	16
1.6. Даалгавруудыг холбох зохимжтой нөхцөл байдал .....	18
Судалгааны хэсэг .....	20
1. Ерөнхий тайлбар .....	20
2. Даалгаврын хүндрэл тооцоолох .....	21
3. Суралцагчийн чадварыг тооцоолох.....	22
Дүгнэлт .....	25
Ном зүй .....	26
Хавсралт .....	27

## **Оршил**

Үнэлгээний зорилго нь суралцагчийн эзэмшсэн мэдлэг, чадварын ахиц, амжилтыг үнэлж, түүнд үндэслэн сургалтын чанарыг сайжруулахад оршдог. Багш суралцагчдаас тухайн үнэлэх гэж буй агуулгын хүрээнд шалгалт авч суралцагчийн гүйцэтгэлд тулгуурлан дүгнэлт хийдэг. Мөн шалгалтын дүнг найдвартай байлгахын тулд суралцагчдаас шалгалт авахдаа хэд хэдэн хувилбараар авдаг. Хувилбарууд хоорондоо хүндрэлээрээ ижил байдаггүй. Ялгаатай хувилбарын даалгавар гүйцэтгэсэн суралцагчийн гүйцэтгэлийн онооноос суралцагчийн чадварын талаар дүгнэлт хийх нь учир дутагдалтай. Багш авсан шалгалтын хүндрэлийг тооцолгүй тухайн суралцагчийн гүйцэтгэлийн талаар тодорхой мэдээлэл хэлэх учир дутагдалтай байдаг.

Энэхүү судалгааны ажлаар МУИС-ийн Математик 1а хичээлийн 2016 оны хаврын улирлын I явцын шалгалтад А болон В хувилбарын даалгавар гүйцэтгэсэн болон II явцын шалгалтад оролцсон суралцагчдын өгөгдлийг ашиглан суралцагчдын чадварыг тооцохыг зорьсон. Суралцагчдын чадварыг тооцохын тулд Рашийн загвар ашиглан даалгаврын хүндрэлийг тооцоолж, бүрэн бус загварчлалаар суралцагчийн оноог тооцоолох аргачлалыг ашиглан суралцагчдын чадварыг тооцоолсон. Ингэж суралцагчдын чадварыг тооцоолсноор суралцагчдыг чадвараар нь эрэмбэлэх боломжтой болно.

Энэхүү судалгааны ажил нь ерөнхий хоёр хэсгээс бүрдэнэ. Нэгдүгээр хэсэг буюу онолын хэсэгт Рашийн загвар түүний тодорхойлолт, Рашийн загвараар даалгавар боловсруулах, суралцагчийн оноог тооцох, суралцагчдын хариултын хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийг тогтоох, бүрэн бус загварчлалаар суралцагчийн оноог тооцоолох болон даалгавруудыг холбох зохимжтой нөхцөл байдлыг багтаасан. Хоёрдугаар хэсэг буюу судалгааны хэсэг нь энэхүү судалгааны ажлаар хийж байгаа анализад ашиглагдах шалгалтын талаарх мэдээлэл болон Рашийн загварыг ашиглан хийсэн даалгаврын хүндрэл болон суралцагчийн чадварыг тооцоолохоос бүрдэнэ.

## **Онолын хэсэг**

### **1. Хариултын хувилбар нь хоёр байх даалгаврын Рашийн загвар**

#### **1.1. Рашийн загвар**

Хариултын хувилбар нь хоёр байх хувьсагчийг дикотом хувьсагч гэнэ. Өөрөөр хэлбэл тухайн даалгаварт зөв-буруу, тийм-үгүй, үнэн-худал гэх мэт хоёр төрлийн хариулт өгдөг.

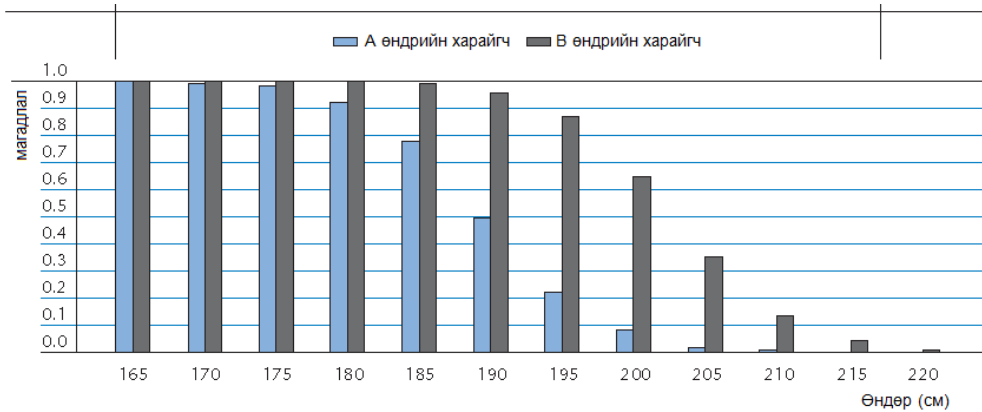
Бид нэгэн өндрийн харайгчийн чадварыг тооцохыг хүссэн гэж үзье. Үүний тулд түүний дараах үзүүлэлтүүдийг хэмжиж болох юм.

- Хувийн амжилт
- ОУ-ын болон албан ёсны тэмцээнд гаргасан хувийн амжилт

- Тухайн үеийн гүйцэтгэлийн дундаж
- Тухайн үеийн олон давтагддаг гүйцэтгэл

Зураг 1.1.1-д хоёр харайгчийн өмнөх жилд оролцсон тэмцээний үеэр харайсан өндөр болгоноор амжилт гаргах магадлалыг үзүүлсэн.

**Зураг 1.1.1 Хоёр хайрагчийн өндөр болгоноор амжилт гаргах магадлал**



Хоёр харайгч 165 см дээгүүр үргэлж харайдаг. 225 см-т хоёр харайгчийн амжилтын магадлал аажмаар багасаж 0-д хүрнэ. А өндрийн харайгчийн амжилт 170 см-ээс эхлэн буурна. В өндрийн харайгчийн амжилт 185 см-ээс эхлэн буурна.

Эдгээр мэдээллүүдийг логик регрессийн загвараар дүрсэлж болно. Энэ статистикийн анализ тасралтгүй хувьсагчаар дикотом хувьсагчийг сольж тайлбарлахаас бүрдэнэ. Энэ жишээнд тасралтгүй хувьсагч нь харайлтын өндрийн өгөгдлөөр тухайн өндрийн харайгчийн алдаа гаргах эсвэл амжилттай харайх үзэгдлийг тайлбарлах болно. Энэ анализын үр дүн нь ямар нэгэн өндөр өгөгдсөн үед тухайн харайгч амжилттай харайх эсвэл амжилт гаргахгүй байх үзэгдлийн магадлалыг тооцоолж гаргадаг. Зураг 1.1.1-д хоёр өндрийн харайгчийн амжилтын магадлалыг тасралтгүй функц ашиглан үзүүлсэн.

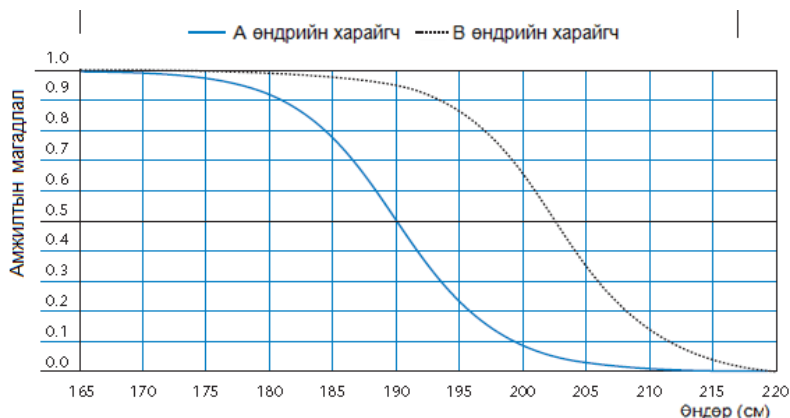
Эдгээр хоёр функцийн загвараар хоёр харайгчийн амжилтын магадлалыг үзүүлсэн. Үргэлжилсэн зураасаар А өндрийн харайгчийн амжилтын магадлалыг, тасархай зураасаар В өндрийн харайгчийн амжилтын магадлалыг илэрхийлсэн.

Цаашид бид амжилтын магадлал нь 0.5-тай тэнцүү байх өндрөөр гүйцэтгэлийн төвшинг тодорхойлох болно. Гүйцэтгэлийн төвшингээс бага төвшинд амжилт гаргах магадлал нь алдаа гаргах магадлалаас үргэлж их байна. Үүний эсрэг өгүүлбэр нь мөн хүчинтэй байна.

Энэхүү жишээнд хоёр харайгчийн гүйцэтгэл нь тус бүр 202.5 ба 190 байна. Зураг 1.1.2-д тэмдэглэгдсэнээс харахад А өндрийн харайгчийн гүйцэтгэл шууд ажиглагдахуйц байхад В өндрийн харайгчийг загвараас тооцож гаргах шаардлагатай болно. Энэ аргын үндсэн зарчим нь өндрийн харайгчдын

гүйцэтгэл буюу босоо баганы төвшин(ө.х өндөр) мөн тамирчдын гүйцэтгэл нь ижил хэмжээсээр илэрхийлэгддэг.

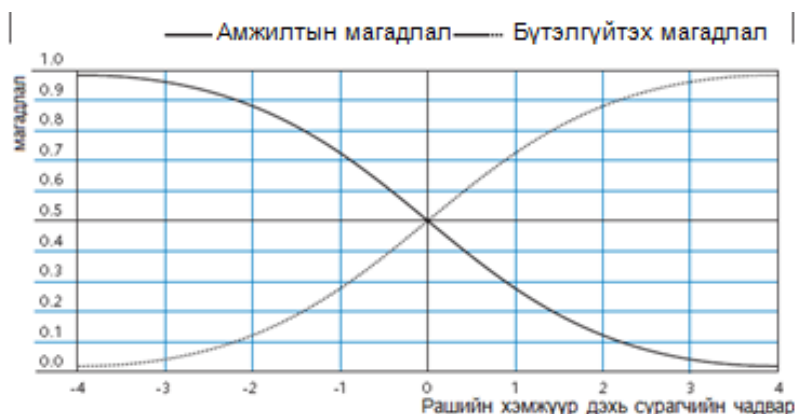
**Зураг 1.1.2 Хоёр харайгчийн өндөр болгоноор амжилт гаргах магадлал (тасралтгүй)**



Танин мэдэхүйн Рашийн загвар (Rasch, 1980), (PISA Data Analysis Manual, 2009) нь үүнтэй төстэй зарчмыг мөрддөг. Даалгаврын хүндрэл нь харайлтын хүндрэл босоо баганын өндөрт суурилдагтай ерөнхийдөө адил байдаг. Тухайн харайгч алдаа гаргах эсвэл амжилттай байх гэсэн хоёр үр дүнтэй. Үүнтэй ижлээр суралцагч тухайн асуултад зөв эсвэл буруу хариулна. Эцэст нь өндрийн харайгч бүрийн гүйцэтгэлийг амжилтын магадлал 0.5 байх цэгээр тодорхойлдог. Суралцагчийн гүйцэтгэл буюу чадварыг даалгаварт амжилттай байх магадлал 0.5-тай тэнцүү байхаар тодорхойлдог.

Рашийн загварын нэг чухал онцлог шинж нь даалгаврын хүндрэл ба суралцагчийн гүйцэтгэл хоёр нь ижил хэмжүүрийг үүсгэж хоёуланг нь нэг график дээр дүрсэлж чаддагт оршино. Суралцагчийн бага чадвар болон хялбар даалгаврууд нь хэмжүүрийн зүүн гар талруу байрлана. Суралцагчийн өндөр чадвар болон хүндхэн даалгаврууд хэмжүүрийн баруун гар талруу байрлана. Зураг 1.1.3-д суралцагчийн чадварын функцийн 0 хүндрэлтэй даалгаварт амжилт гаргах магадлалыг үзүүлээ. (PISA Data Analysis Manual, 2009)

**Зураг 1.1.3 Суралцагчийн чадварын функцийн 0 хүндрэлтэй даалгаварт амжилт гаргах магадлал**



Зураг 1.1.3-д үзүүлснээр 0 чадвартай суралцагч 0 хүндрэлтэй даалгаварт алдаа гаргах магадлал 0.5 ба амжилтын магадлал 0.5 байна. -2 чадвартай суралцагчид 0 хүндрэлтэй даалгаварт алдаа гаргах магадлал ойролцоогоор 0.9, амжилт гаргах магадлал 0.1-ээс үл ялиг их байна. Харин энэ суралцагч -2 хүндрэлтэй даалгаварт амжилт гаргах магадлал 0.5 байна.

Одоо ерөнхий тохиолдлыг авч үзье.  $i$ -р суралцагчийн чадварыг  $\beta_i$ ,  $j$ -р даалгаврын хүндрэлийг  $\delta_j$  гэвэл  $i$ -р суралцагч  $j$ -р даалгаварт зөв хариулах магадлал

$$P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) = \frac{\exp(\beta_i - \delta_j)}{1 + \exp(\beta_i - \delta_j)}$$

байна.

Үүнтэй төстэйгөөр алдаа гаргах магадлал нь

$$P(X_{ij} = 0 | \beta_i, \delta_j) = 1 - P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_i - \delta_j)}$$

байна.

Энд

$$P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) + P(X_{ij} = 0 | \beta_i, \delta_j) = 1$$

болно.

Үгээр илэрхийлбэл алдаа гаргах магадлал болон амжилтын магадлалын нийлбэр үргэлж нэгтэй тэнцүү байна. Хүснэгт 1.1.1-ээс 1.1.5-д даалгаврын хүндрэл болон суралцагчийн чадвар ялгаатай байх үеийн амжилтын магадлалыг үзүүллээ.

**Хүснэгт 1.1.1 Даалгаврын хүндрэл болон суралцагчийн чадвар нь тэнцүү байх үеийн амжилтын магадлал**

Суралцагчийн чадвар	Даалгаврын хүндрэл	Амжилтын магадлал
-2	-2	0.5
-1	-1	0.5
0	0	0.5
1	1	0.5
2	2	0.5

**Хүснэгт 1.1.2 Суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс нэг нэгжээр бага байх үеийн амжилтын магадлал**

Суралцагчийн чадвар	Даалгаврын хүндрэл	Амжилтын магадлал
-2	-1	0.27
-1	0	0.27
0	1	0.27
1	2	0.27
2	3	0.27

**Хүснэгт 1.1.3 Суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс нэг нэгжээр их байх үеийн амжилтын магадлал**

Суралцагчийн чадвар	Даалгаврын хүндрэл	Амжилтын магадлал
-2	-3	0.73
-1	-2	0.73
0	-1	0.73
1	0	0.73
2	1	0.73

**Хүснэгт 1.1.4 Суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс хоёр нэгжээр бага байх үеийн амжилтын магадлал**

Суралцагчийн чадвар	Даалгаврын хүндрэл	Амжилтын магадлал
-2	0	0.12
-1	1	0.12
0	2	0.12
1	3	0.12
2	4	0.12

**Хүснэгт 1.1.5 Суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс хоёр нэгжээр их байх үеийн амжилтын магадлал**

Суралцагчийн чадвар	Даалгаврын хүндрэл	Амжилтын магадлал
-2	-4	0.88
-1	-3	0.88
0	-2	0.88
1	-1	0.88
2	0	0.88

Хүснэгт 1.1.1-ээс Хүснэгт 1.1.5-ийг томъёолвол

$\beta_i - \delta_j = k$  гэе. Тэгвэл,  $\delta_j = \beta_i - k$  ба

$$P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) = P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \beta_i - k) = \frac{\exp(\beta_i - (\beta_i - k))}{1 + \exp(\beta_i - (\beta_i - k))} = \frac{\exp(k)}{1 + \exp(k)}$$

болно. Энд  $k$  нь даалгаврын хүндрэл нь суралцагчийн чадвараас хэдэн нэгжээр ялгаатай байгааг илэрхийлнэ. Энд  $k$ -г Рашийн нэг нэгж гэж нэрлэнэ. Эндээс харвал дээрх магадлал  $k$ -аас хамаарсан тогтмол хэмжигдэхүүн байх нь харагдаж байна.

Дээрх хүснэгт болон томъёоноос дараах зүйлийг ажиглаж болно. Хэмжүүрийн хаана байрлахаас үл хамааран:

- Суралцагчийн чадвар болон даалгаврын хүндрэл тэнцүү байхад амжилтын магадлал нь үргэлж 0.5 байна.
- Хэрвээ даалгаврын хүндрэл нь Рашийн нэг нэгжээр суралцагчийн чадвараас дээш байдаг бол амжилтын магадлал нь үргэлж 0.27 байна.
- Хэрвээ суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс нэг нэгжээр их байвал амжилтын магадлал нь үргэлж 0.73 байна. (Хүснэгт 1.1.3)
- Суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс хоёр нэгжээр бага бол амжилтын магадлал 0.12 байх ба суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс хоёр нэгжээр их бол амжилтын магадлал 0.88 байна. (Хүснэгт 1.1.4 болон Хүснэгт 1.1.5)

Эдгээр ажиглалтаас амжилтын магадлалд нөлөөлж байгаа ганц хүчин зүйл суралцагчийн чадвар болон даалгаврын хүндрэл хоорондын зай байна.

Эдгээр жишээнүүд хэмжээний тэгш хэмтэй байгааг харуулж байдаг. Хэрвээ суралцагчийн чадвар нь нэг нэгжээр даалгаврын хүндрэлээс бага бол амжилтын магадлал нь 0.27 байна. Хүндрэл болон чадвар нь хэзээд тэнцүү байх амжилтын магадлалаас 0.23-аар бага байна. Хэрвээ суралцагчийн чадвар нь даалгаврын хүндрэлээс нэг нэгжээр их бол амжилтын магадлал нь 0.73 байна. Энэ нь хүндрэл болон чадвар нь тэнцүү байх амжилтын магадлалаас 0.23-аар их байна. Иймэрхүү байдлаар хоёр нэгжээр ялгаатай үед хүндрэл болон чадвар нь тэнцүү байх үеийн амжилтын магадлалаас 0.38-р ялгаатай байна.

## 1.2. Даалгаврыг боловсруулах

Бодит байдал дээр суралцагчийн хариулт нь зөв эсвэл буруу байдаг. Зөв болон буруу хариулттай даалгаврыг амжилттай гүйцэтгэх магадлал 0.5 гэдгийн утга юу вэ? Дараах хэсэгт тайлбарыг хийвэл:

- Хэрвээ 0 чадвартай 100 суралцагч 0 хүндрэлтэй даалгаварт хариулахад 50 суралцагч зөв хариулах ба 50 суралцагч буруу хариулна гэж энэхүү загвараар таамаглах болно.



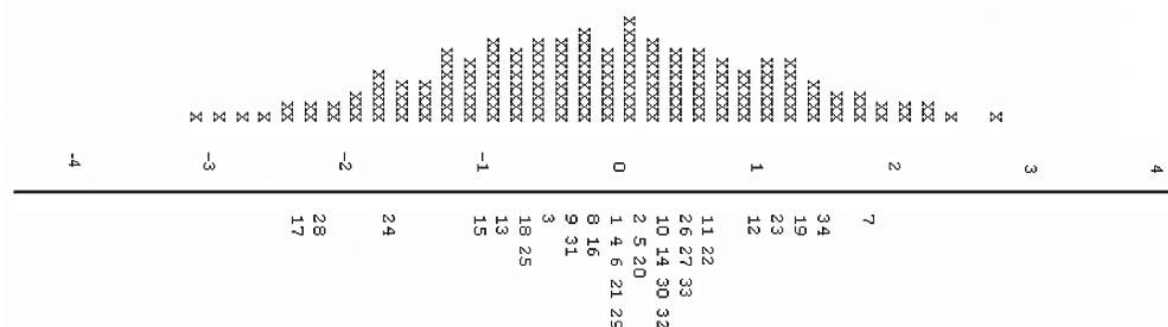
- Хэрвээ 0 чадвартай суралцагч 0 хүндрэлтэй 100 даалгаварт хариулахад 50-д зөв ба 50-д буруу хариулна гэж энэхүү загвараар таамаглах болно.

Рашийн загвар нь магадлалын функц ашиглан даалгаврын хүндрэл болон суралцагчийн чадварыг нэг хэмжүүр дээр байрлуулдаг. Өндрийн харайгчийн жишээнд хэмжүүр аль хэдийн тодорхойлогдсон буюу энэ нь метрээр хэмжигдсэн. Танин мэдэхүйн өгөгдлийн хувьд хэмжүүрийг байгуулах ёстой байдаг. Өмнөхтэй адилаар энэ нь босоо багана бүрийн өндрийг тодорхойлох асуудал юм. Өөрөөр хэлбэл даалгаврын хүндрэлийг олно. Энд дараах 3-н чухал зарчмыг үндэс болгон Рашийн хэмжүүрийг бүтээдэг.

- Даалгаврын харьцангуй хүндрэлийг бусад бүх даалгавартай харьцуулж гаргадаг. Бид зөвхөн хоёр даалгавраас бүрддэг шалгалтыг авч үзэж байгаа гэе. Буруу хариулбал 0, зөв бол 1 утгатай гэе. (1,1) ба (0,0) хэлбэрийн хариулт нь мэдээлэл муутай байдаг. Нөгөө талаас (1,0) ба (0,1) хариунууд ялгаатай ба харьцуулалтын хувьд илүү мэдээлэл өгнө. Хэрвээ 50 суралцагчийн хариу (0,1) ба зөвхөн 10 суралцагчийн хариу (1,0) хэлбэртэй байсан бол хоёрдугаар даалгавар нь нэгдүгээр даалгавраас нэлээн хэмжээгээр хялбархан байна гэсэн үг. Үнэндээ 50 суралцагч хоёр дугаар даалгаварт амжилттай, нэгдүгээр даалгаварт алдаа гаргах ба зөвхөн 10 суралцагч нэгдүгээр даалгаварт амжилттай, хоёрдугаар даалгаварт алдаа гаргана. Хэрэв хэн нэгэн эдгээр хоёр даалгаврын нэгэнд нь амжилттай хариулсан бол хоёрдугаар даалгаварт амжилттай хариулсан байх магадлал нь нэгдүгээр даалгаварт амжилттай хариулсан байх магадлалаас 5 дахин их байна. Өөрөөр хэлбэл хоёрдугаар даалгаварт амжилт олох нь нэгдүгээр даалгаварт амжилт олохоос хялбархан байна. Хоёр даалгаврын харьцангуй (ялгаатай) хүндрэл нь суралцагчийн чадвараас хамаарахгүйг анхаарна уу.
- Даалгаврын хүндрэл нь даалгавруудыг харьцуулж тодорхойлогддог учир харьцангуй хэмжүүрийг бий болгодог. Ийм хэмжүүр нь төгсгөлгүй олон байх боломжтой. Ерөнхийд нь хэлэхэд энэ асуудлыг шийдэх үйл явц нь температурын хэмжүүр цэгийн заагуурыг бий болгохтой ижил. Цельс нь ус хөлдөх болон буцлах температурын хоёр заалтыг тогтоосон. Тэр нэгдүгээр заалтыг 0, хоёрдугаар заалтыг 100 гэж тодорхойлсон ба хоёр заалтын цэг хоорондын зайг 1/100 нэгжээр хэмжсэн. Рашийн загварын тохиолдолд хэмжилтийн нэгж нь даалгаврын хүндрэл болон суралцагчийн чадварын параметрийг оролцуулсан магадлалын функцээр тодорхойлогддог. Ийм учраас зөвхөн нэг заалтын цэгийг тодорхойлдог. Хамгийн нийтлэг цэгийн заалт нь нэг даалгаврын хүндрэлийг 0 дээр болгодог. Гэхдээ суралцагчийн чадварыг 0 дээр төвтэй болгох гэх мэт олон янзын заалтын цэг ашиглах боломжтой.
- Энэ хэмжүүр нь ялгаатай дэд бүлгүүдээс авсан шалгалтын даалгаврын харьцангуй хүндрэлийг олох боломж олгоно. Нэгдүгээр даалгаврыг бүх суралцагчдад, хоёрдугаар даалгаврыг бага чадвартай суралцагчдаар

гүйцэтгүүлнэ гэж үзье. Даалгаврын харьцуулалтыг хоёр даалгаврыг гүйцэтгэсэн хүмүүсийн дэд бүлэг буюу бага чадвартай суралцагчийн дэд бүлэгт хийх болно. Хоёр даалгаврын харьцангуй хүндрэл нь энэхүү нийтлэг дэд олонлогийн суралцагчдад тулгуурладаг.

**Зураг 1.2.1 Рашийн хэмжүүр дэхь суралцагчийн оноо болон даалгаврын хүндрэлийн тархалт**



Даалгаврын хүндрэлийг Рашийн хэмжүүр дээр байрлуулсны дараа суралцагчийн оноог тооцох боломжтой болно. Зураг 1.2.1-ийн шулуун Рашийн хэмжүүрийг харуулна. Даалгаврын хүндрэл шулууны дээд талд байрлах ба даалгаврын дугаар шулууны доор байрласан. Энэ жишээнд 7-р даалгавар хүндрэл ихтэй ба 17-р даалгавар хялбар байгаа. Энэ шалгалтанд цөөн хэдэн хялбар даалгавар, олон тооны дунд зэргийн хүндрэлтэй даалгавар болон цөөн хэдэн хүндрэл ихтэй даалгаврыг багтаасан. х тэмдэглэгээгээр суралцагчийн онооны тархалтыг харуулсан.

### 1.3. Суралцагчийн оноог тооцох

Даалгаврын хүндрэлүүд Рашийн хэмжүүрт байрласан тохиолдолд суралцагчийн оноог тооцож болно. Өмнө дурдсанчлан  $i$ -р суралцагчийн чадварыг  $\beta_i$ ,  $j$ -р даалгаврын хүндрэлийг  $\delta_j$  гэвэл  $i$ -р суралцагч  $j$ -р даалгаварт зөв хариулах магадлал

$$P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) = \frac{\exp(\beta_i - \delta_j)}{1 + \exp(\beta_i - \delta_j)}$$

байна.

Үүнтэй төстэйгөөр алдаа гаргах магадлал нь

$$P(X_{ij} = 0 | \beta_i, \delta_j) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_i - \delta_j)}$$

болно.

Рашийн загварт даалгавруудад хариулах үзэгдлүүдийг үл хамаарах гэж авдаг. Өөрөөр хэлбэл тухайн даалгаварт зөв хариулах магадлал нь бусад даалгаварт

хариулахаас хамаардаггүй. Тийм болохоор даалгаваруудад амжилттай хариулах магадлал нь даалгавар тус бүрт амжилттай хариулах магадлалуудын үржвэртэй тэнцүү байна.

-1, -0.5, 0.5 ба 1 хүндрэлтэй байх дөрвөн даалгавартай нэг шалгалтыг авч үзье. Энд хариултын боломжит 16-н хэлбэр байна. Эдгээр 16 хэлбэрийг Хүснэгт 1.3.1-д үзүүлэв.

### Хүснэгт 1.3.1 Дөрвөн даалгавартай шалгалтын боломжит хариултын хэлбэр

Боловсруулагдаагүй оноо	Хариултын хэлбэр
0	(0, 0, 0, 0)
1	(1, 0, 0, 0), (0, 1, 0, 0), (0, 0, 1, 0), (0, 0, 0, 1)
2	(1, 1, 0, 0), (1, 0, 1, 0), (1, 0, 0, 1), (0, 1, 1, 0), (0, 1, 0, 1), (0, 0, 1, 1)
3	(1, 1, 1, 0), (1, 1, 0, 1), (1, 0, 1, 1), (0, 1, 1, 1)
4	(1, 1, 1, 1)

Тухайн суралцагчийн чадварыг  $\beta_i$  гэж тэмдэглэсэн гээ. Ийм үед тодорхой нэгэн хэлбэрийн хариултын магадлалыг тооцох боломжтой. -1, 0, ба 1 чадвартай 3 суралцагчийн (1, 1, 0, 0) хэлбэрийн хариултын магадлалыг тооцож үзэцгээе.

### Хүснэгт 1.3.2 Гурван суралцагчийн (1, 1, 0, 0) хэлбэрийн хариултын магадлал

			$\beta_i = -1$	$\beta_i = 0$	$\beta_i = 1$
Даалгавар 1	$\delta_1 = -1$	Хариулт=1	0.5	0.73	0.88
Даалгавар 2	$\delta_2 = -0.5$	Хариулт=1	0.38	0.62	0.82
Даалгавар 3	$\delta_3 = 0.5$	Хариулт=0	0.82	0.62	0.38
Даалгавар 4	$\delta_4 = 1$	Хариулт=0	0.88	0.73	0.5
Өгсөн хэлбэрийн хариултын магадлал			0.14	0.21	0.14

Эхний даалгаварт нэгдүгээр суралцагч амжилттай хариулах магадлал нь

$$P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) = P(X_{11} = 1 | -1, -1) = \frac{\exp(-1 - (-1))}{1 + \exp(-1 - (-1))} = 0.5$$

2-р даалгаварт нэгдүгээр суралцагч зөв хариулах магадлал нь

$$P(X_{ij} = 1 | \beta_i, \delta_j) = P(X_{11} = 1 | -1, -0.5) = \frac{\exp(-1 - (-0.5))}{1 + \exp(-1 - (-0.5))} = 0.38$$

3-р даалгаварт нэгдүгээр суралцагч алдаа гаргах магадлал нь

$$P(X_{ij} = 0 | \beta_i, \delta_j) = P(X_{11} = 0 | -1, 0.5) = \frac{1}{1 + \exp(-1 - 0.5)} = 0.82$$

4-р даалгаварт нэгдүгээр суралцагч алдаа гаргах магадлал нь

$$(X_{ij} = 0 | \beta_i, \delta_j) = 0(X_{11} = 0 | -1, 1) = \frac{1}{1 + \exp(-1 - 1)} = 0.88$$

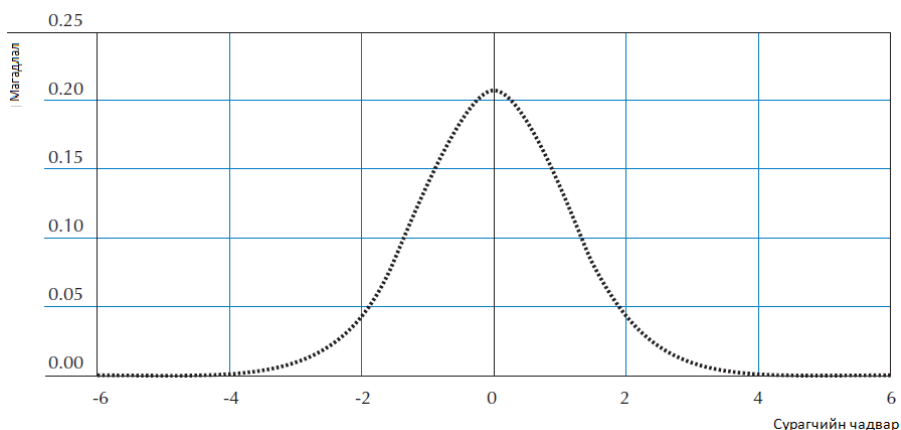
Эдгээр дөрвөн даалгаварт хариулах үзэгдлүүдийг үл хамаарах гэж үзэж буй тул  $\beta_i = -1$  чадвартай суралцагчид  $(1, 1, 0, 0)$  хэлбэрээр хариулах магадлал нь

$$P(\beta_i = -1, (1,1,0,0)) = 0.5 \cdot 0.38 \cdot 0.82 \cdot 0.88 = 0.14$$

$\beta_i = -1$  чадвартай суралцагч 3 ба 4-р даалгаварт буруу хариулах болон 1 ба 2-р даалгаварт зөв хариулах нь 100-аас 14 боломжтой. Үүнтэй адилаар  $\beta_i = 0$  чадвартай суралцагч яг ижил хэлбэрээр хариулах магадлал 0.21,  $\beta_i = 1$  чадвартай суралцагч 0.14-н магадлалтай байна.

Дурын чадвартай суралцагчийн хувьд ямар ч хэлбэрээр хариулах боломжийг үүнтэй адилаар бодно. Зураг 1.3.1 нь суралцагчийн чадвар -6-аас +6-ын хооронд байхад  $(1, 1, 0, 0)$  хэлбэрээр хариулах магадлалыг харуулсан. Энд харуулснаар суралцагчийн чадвар 0 байхад  $(1, 1, 0, 0)$  хэлбэрээр хариулах магадлал хамгийн их байна. Тиймээс Рашийн загвараар  $(1, 1, 0, 0)$  хэлбэрээр хариулж байгаа суралцагчийн чадварыг 0 гэж тооцно.

**Зураг 1.3.1  $(1, 1, 0, 0)$  хэлбэрээр хариулах магадлал**



Зураг 1.3.1-д зөвхөн нэг даалгаварт зөв хариулсан байх бүх хэлбэрийн хариултын магадлалыг үзүүлэв. Зураг 1.3.2-д зөвхөн нэг зөв хариулттай байх дөрвөн хэлбэрийн хариулт буюу  $(1, 0, 0, 0)$ ,  $(0, 1, 0, 0)$ ,  $(0, 0, 1, 0)$ ,  $(0, 0, 0, 1)$  үед магадлалын графикийг харуулав.

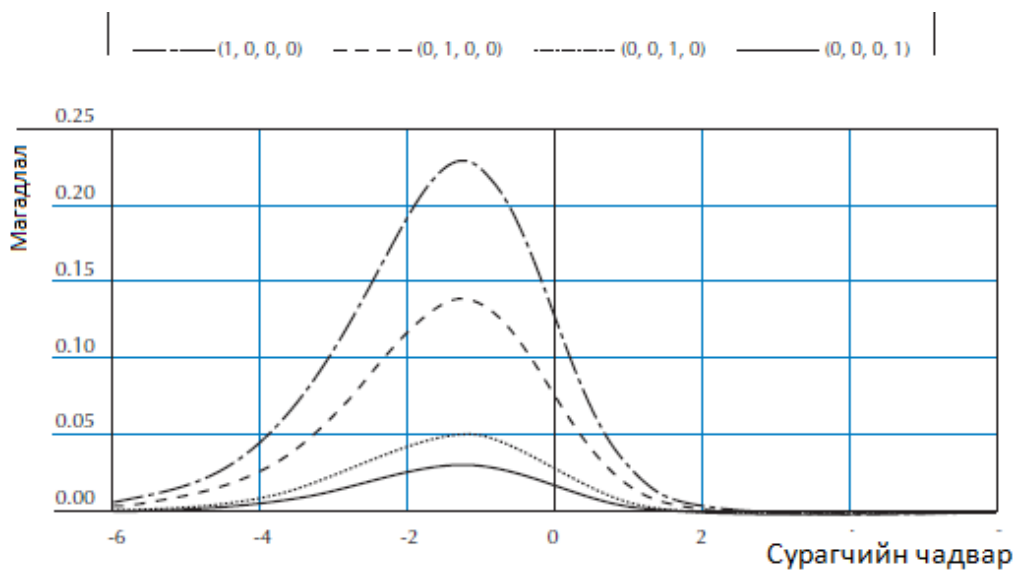
Зураг 1.3.2-д тодорхой харуулснаар:

- Дөрвөн даалгаварт хариулахад зөвхөн нэг даалгаварт амжилттай хариулсан байх хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийн хариулт нь  $(1, 0, 0, 0)$  ба хамгийн бага магадлалтай хэлбэр нь  $(0, 0, 0, 1)$  юм. Суралцагч хамгийн хялбар буюу нэгдүгээр даалгаварт зөв хариулах магадлал хамгийн их, хамгийн хүнд буюу дөрөвдүгээр даалгаварт зөв хариулах магадлал хамгийн бага байна.

- Хариулт ямар ч байлаа гэсэн хамгийн их боломжит утга нь суралцагчийн чадвартай ижил утгатай байдаг. Жишээлбэл (1, 0, 0, 0) хэлбэрийн хариултад хамгийн тохирох суралцагчийн чадвар бол ойролцоогоор -1.25 байна. Нэг асуултад зөв хариулсан бусад суралцагчийн чадварыг мөн ийм гэж үзнэ.

Дөрвөн даалгаврын нэг даалгаварт зөв хариулсан суралцагчийн чадварыг Рашийн загвараар -1.25 гэж авна.

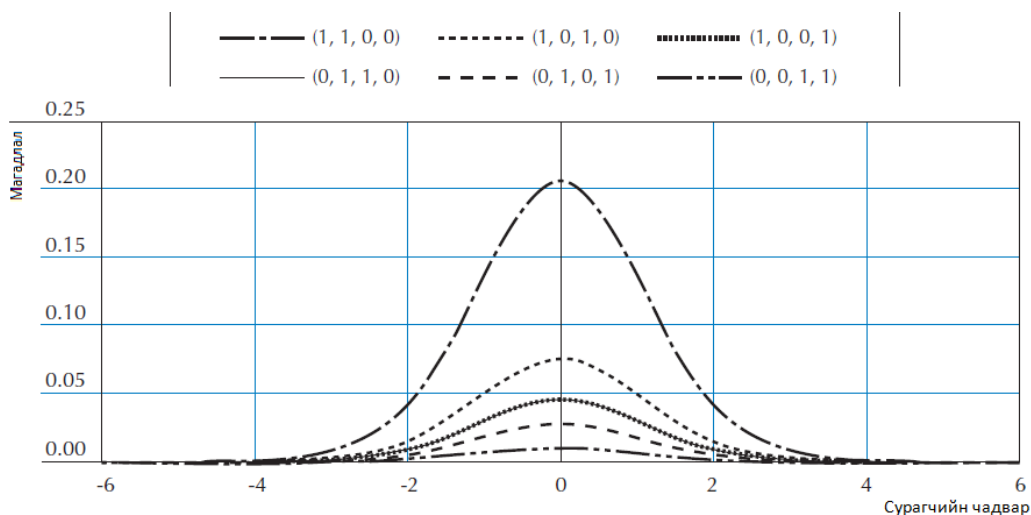
**Зураг 1.3.2 Боловсруулагдаагүй 1 онооны боломжит бүх хэлбэрийн хариултын магадлал**



Үүнтэй адилаар Зураг 1.3.3 болон Зураг 1.3.4-р үзүүлснээр:

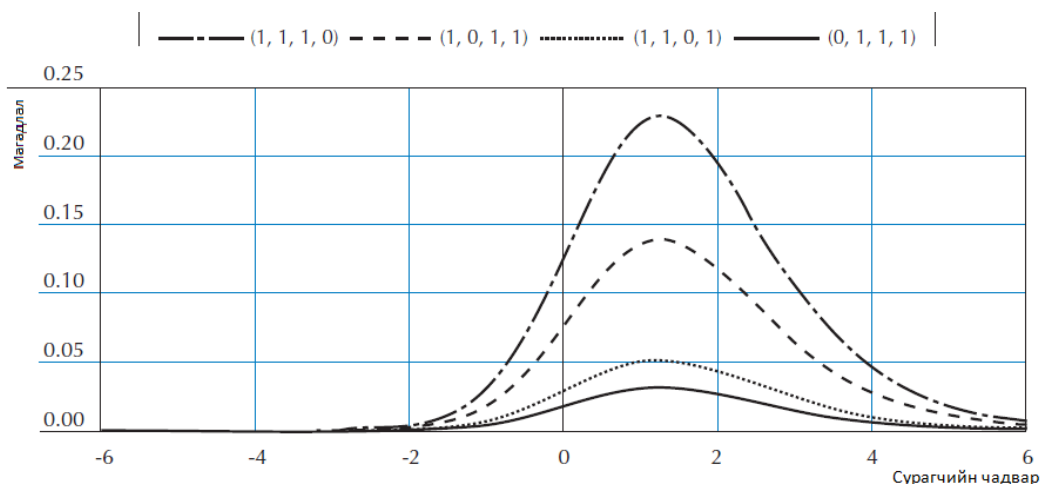
- Дөрвөн даалгаварт хариулахад зөвхөн хоёр даалгаварт амжилттай хариулсан байх хамгийн өндөр магадлалтай хариулт нь (1, 1, 0, 0) байна.
- Хоёр даалгаварт зөв хариулсан суралцагчийн чадварыг 0 гэж авна.
- Гурван даалгаварт зөв хариулсан суралцагчийн чадварыг 1.25 гэж авна.

**Зураг 1.3.3 Боловсруулагдаагүй 2 онооны боломжит бүх хэлбэрийн хариултын магадлалууд**



А. Энэ жишээнд (1, 0, 0, 1) хэлбэрийн хариултын магадлалын функц (0, 1, 1, 0) хэлбэрийн хариулттай төгс төстэй. Эдгээр хоёр муруйнууд нь давхцана.

**Зураг 1.3.4 Боловсруулагдаагүй 3-н онооны хэлбэрийн хариултын магадлалууд**



Чадварыг тооцоолох ийм төрлийн Рашийн үнэлгээг **хамгийн их боломжийн үнэлгээ**(MLE) гэж нэрлэдэг. Энд 0 зөв хариулт, нэг зөв хариулт, 2 зөв хариулт гэх мэт MLE-ийн зөвхөн нэг үнэлгээ харгалзуулна.

Warm MLE-д хөндлөнгийн нөлөө орсон гэдгийг харуулсан ба даалгавруудад жин оноохыг санал болгосон. Warm-ын тооцоо болон MLE нь суралцагчийн чадварыг тооцдог ижил төрлийн үнэлгээ юм.

Warm-ын тооцоо нь MLE-ийн жижиг алдааг засдаг ба хувь хүний чадварыг үнэлэхэд Warm-ын аргыг илүүд үздэг.

#### 1.4. Суралцагчдын хариултын хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийг тогтоох

Тухайн өгсөн боломжит бүх хариултаас хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийг нь олъё. Өөрөөр хэлбэл  $P_k(u_1, u_2, \dots, u_n)$  нь  $n$  ширхэг даалгавраас  $k$  ширхэг даалгаварт зөв хариулсан байх магадлалыг тэмдэглэсэн гэвэл

$$\begin{aligned}
 P(u_1, u_2, \dots, u_n) &= \prod_{j=1}^n P_j^{u_j} (1 - P_j)^{1-u_j} \\
 &= \prod_{j=1}^n \left( \frac{\exp(x - \delta_j)}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^{u_j} \left( \frac{1}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^{1-u_j}
 \end{aligned}$$

байна. Энд

$$P_j = \frac{\exp(x - \delta_j)}{1 + \exp(x - \delta_j)}$$

нь  $\delta_j$  хүндрэлтэй даалгаварт  $x$  чадвартай суралцагч зөв хариулах магадлал юм.  $1 < k < n$ , тооны хувьд  $u_1, u_2, \dots, u_n$  дотроос яг  $k$  ширхэг нь нэгтэй тэнцүү бусад нь тэг байна. Иймд үүнийг хялбарчилбал

$$P(u_1, u_2, \dots, u_n) = \frac{\prod_{s=1}^k (\exp(x - \delta_{j_s}))}{\prod_{j=1}^n (1 + \exp(x - \delta_j))} = \frac{\exp(kx - \sum_{s=1}^k \delta_{j_s})}{\prod_{j=1}^n (1 + \exp(x - \delta_j))}$$

болно.

Эндээс  $(\delta_{j_1} + \delta_{j_2} + \delta_{j_3} + \dots + \delta_{j_k})$  нийлбэр хамгийн бага байх буюу хүндрэл нь хамгийн бага байгаа  $k$  ширхэг даалгаврыг зөв гүйцэтгэх магадлал хамгийн өндөр байна. Өөрөөр хэлбэр суралцагч дөрвөн даалгаварт зөв хариулсан гэвэл  $(1,1,1,1,0,\dots,0)$  хэлбэрээр хариулах нь хамгийн өндөр магадлалтай юм. Бусад тохиолдолд мөн адил суралцагч хамгийн хялбар даалгавруудыг зөв гүйцэтгэсэн буюу  $(1,1,0,\dots,0)$ ,  $(1,\dots,1,0,0)$ ,  $(1,\dots,1,0)$  гэх мэт хэлбэрээр хариулах магадлал хамгийн өндөр байна.

### Суралцагчийн чадварыг тодорхойлох

Суралцагчдын чадварыг тодорхойлохдоо хамгийн өндөр магадлалтай гэж үзэж байгаа хариултын хэлбэрийг ашиглана.

$$P(u_1, u_2, \dots, u_n) = \prod_{j=1}^n \left( \frac{1}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^{u_j} \left( \frac{\exp(x - \delta_j)}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^{1-u_j}$$

Өмнө дурдсанчлан энэхүү  $x$ -ээс хамаарсан функцийг хамгийн их боломжит утга нь суралцагчийн чадвартай ижил утгатай байдаг<sup>1</sup> буюу функцийг хамгийн их утгаар суралцагчийн чадвар тодорхойлогдоно. Тодруулж хэлбэл, тухайн суралцагч шалгалтын  $k$  ширхэг даалгаварт зөв хариулж  $k$  оноо авсан бол  $x$  буюу суралцагчийн чадвараас хамаарсан дараах функцийг хамгийн их утга авах цэгийг олж суралцагчийн чадварыг тодорхойлно.

$$P(u_1, u_2, \dots, u_n) = \frac{\prod_{s=1}^k (\exp(x - \delta_{j_s}))}{\prod_{j=1}^n (1 + \exp(x - \delta_j))}$$

Өмнө тэмдэглэсэнээр энэ функц хүндрэл нь хамгийн бага байгаа  $k$  ширхэг даалгаврыг зөв гүйцэтгэх  $((1,\dots,1,0,\dots,0)$  хэлбэрийн хариулт) үед хамгийн их утгаа авдаг.

**Жишээ.** Хүснэгт 1.4.1-д үзүүлсэн хүндрэлүүдтэй байх 5 даалгавартай шалгалтанд 3 оноо авсан суралцагчийн чадварыг дээрх аргаар бодвол

- Суралцагчийн чадвараас хамаарсан функцыг олох

$$P_3 = \frac{\prod_{s=1}^3 (\exp(x - \delta_{j_s}))}{\prod_{j=1}^5 (1 + \exp(x - \delta_j))}$$

буюу

---

• <sup>1</sup>2.3 Суралцагчдын онооны тооцоолол. Хариултын хэлбэр ямар ч байлаа гэсэн хамгийн их боломжит утга нь суралцагчийн чадвартай ижил утгатай байдаг.

$$P_3 = \frac{\exp(x+2)}{1+\exp(x+2)} \frac{\exp(x+1)}{1+\exp(x+1)} \frac{\exp(x)}{1+\exp(x)} \frac{1}{1+\exp(x-1)} \frac{1}{1+\exp(x-2)}$$

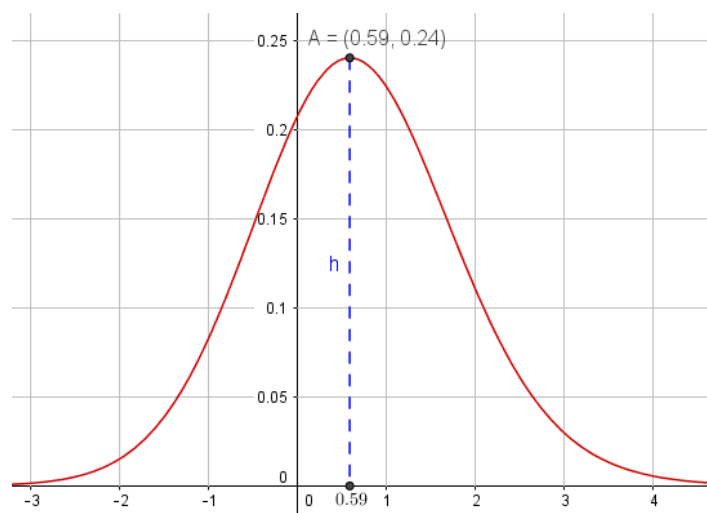
$$= \frac{\exp(x - (-2 - 1 - 0))}{\prod_{j=1}^5 (1 + \exp(x - \delta_j))} = \frac{\exp(x+3)}{\prod_{j=1}^5 (1 + \exp(x - \delta_j))}$$

- Энэ функцийн хамгийн их утга авах цэг нь 0.59 байна. Шалгалтанд 3 оноо авч байгаа суралцагч нь 0.59 чадвартай суралцагч байна.

#### Хүснэгт 1.4.1 Гурван оноо авсан суралцагчийн чадвар

			$\beta_i = -1$	$\beta_i = 0$	$\beta_i = 0.59$	$\beta_i = 1$	$\beta_i = 2$
Даалгавар 1	$\delta_1 = -2$	Хариулт=1	0.73	0.88	0.93	0.95	0.98
Даалгавар 2	$\delta_2 = -1$	Хариулт=1	0.5	0.73	0.83	0.88	0.95
Даалгавар 3	$\delta_3 = 0$	Хариулт=1	0.27	0.5	0.64	0.73	0.88
Даалгавар 4	$\delta_4 = 1$	Хариулт=0	0.88	0.73	0.6	0.5	0.27
Даалгавар 4	$\delta_4 = 2$	Хариулт=0	0.95	0.88	0.8	0.73	0.5
Өгсөн хэлбэрийн хариултын магадлал			0.08	0.21	0.24	0.22	0.11

#### Зураг 1.4 1 Гурван оноо авсан суралцагчийн чадвар



Хүснэгт 1.4.2 Даалгаврын хүндрэл

Даалгаврын дугаар	1	2	3	4	5
Даалгаврын хүндрэл	-2	-1	0	1	2

#### 1.5. Бүрэн бус загварчлалаар суралцагчийн оноог тооцоолох

Үнэлгээний үед өргөн цар хүрээг хамрах шалгалт авах хугацааны хязгаарлагдмал байдал зэрэг олон хүндрэлүүдийг шийдвэрлэхийн тулд PISA нь rotated booklet design-ийг ашигладаг. Суралцагчдад даалгавруудын дэд хэсгийг оноож шалгалт авахыг бүрэн бус загварчлал гэж нэрлэдэг. Өмнөх хэсэгт тодорхойлсон суралцагчийн хувийн чадварыг тооцох зарчмыг бүрэн бус загварчлалд ашиглаж болно.



Хүснэгт 1.5.1-д үзүүлсэн 4 даалгаврын 2-д 1 ба -1 чадвартай суралцагч хариулсан гэж үзье.

$\beta_1 = -1$  байх суралцагч эхний 2 даалгаварт хариулсан. Өөрөөр хэлбэл хамгийн хялбар хоёр даалгаварт хариулсан гэе.  $\beta_2 = 1$  байх суралцагч сүүлийн 2 даалгаварт хариулсан. Өөрөөр хэлбэл хамгийн хэцүү хоёр даалгаварт хариулсан гэе. Суралцагчид хоёулаа 1-р даалгавартаа амжилттай ба 2-р даалгавартаа буруу хариулсан байг.

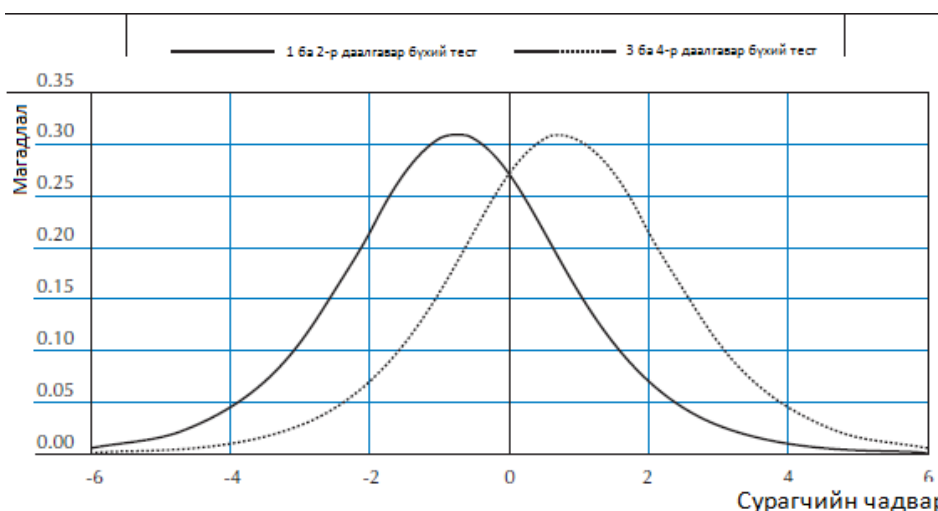
Хоёр тохиолдол тус бүр 0.31-н магадлалтай байна. Зураг 1.5.1-д хүнд шалгалт (цэгэн шулуун) ба хялбар шалгалт (тасралтгүй муруй)-ын (1;0) хэлбэрийн хариултыг үзүүллээ.

### Хүснэгт 1.5.1 Бүрэн бус загварчлалын шалгалтын ялгаатай чадвартай 2 суралцагчийн хэлбэрийн хариултын магадлал

			$\beta_i = -1$	$\beta_i = 1$
Даалгавар 1	$\delta_1 = -1$	Хариулт=1	0.5	
Даалгавар 2	$\delta_2 = -0.5$	Хариулт=0	0.62	
Даалгавар 3	$\delta_3 = 0.5$	Хариулт=1		0.62
Даалгавар 4	$\delta_4 = 1$	Хариулт=0		0.5
Хэлбэрийн хариулт			0.31	0.31

Зураг 1.5.1-с хялбар шалгалтын зөвхөн нэг даалгаврыг амжилттай хийх суралцагчийн чадварыг -0.75, хүнд шалгалтын нэг даалгаврыг амжилттай хийх суралцагчийн чадварыг 0.75 гэж олно. Хэрвээ боловсруулагдаагүй оноог суралцагчийн чадвар гэж үзвэл энэ хоёр тохиолдолд  $\frac{1}{2}$  буюу 0.5 байна. Ердийн аргачлалаар хоёр суралцагч хоёул 1 оноо авсан байна. Энэ нь Рашийн загварыг хэрэглэж буй гол онцлог болно.

### Зураг 1.5. 1 Хүнд шалгалт болон хялбар шалгалтын хувьд хэлбэрийн хариултын магадлал



Дүгнэвэл боловсруулагдаагүй оноог тооцоолоход даалгаврын хүндрэлийг ашигладаггүй. Иймд боловсруулагдаагүй онооны тайлбар нь даалгаврын

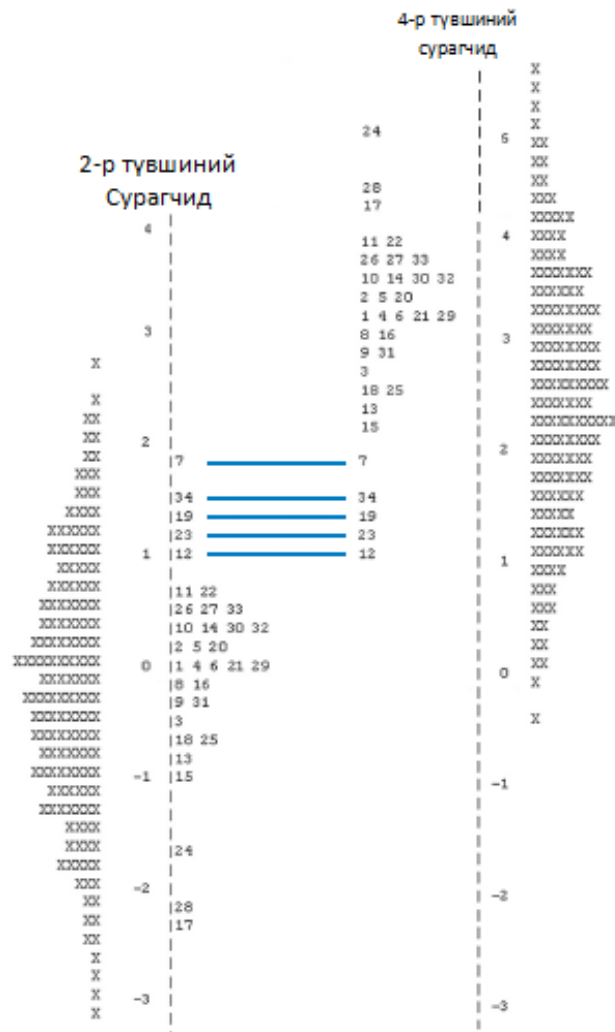
хүндрэлээс хамаардаг. Нөгөө талаас Рашийн загвар тухайн суралцагчийн чадварыг тооцоолоход даалгаврын хүндрэл болон зөв хариултын тоог ашигладаг. Ийм учраас Рашийн оноо нь даалгаврын хүндрэлээс хамаарахгүйгээр тайлбарлагддаг. Рашийн загвар нь бүх даалгавруудаа нэг хэмжүүрт байрлуулдаг учир суралцагчдаас ялгаатай даалгавруудаар шалгалт авсан тохиолдолд ч суралцагчдын чадварын үнэлгээг гаргаж чаддаг. Гэхдээ суралцагчийн Рашийн оноог тооцоолоход даалгаврын хүндрэлийг мэдэхээс хамаардгийг анхаараарай.

#### **1.6. Даалгавруудыг холбох зохимжтой нөхцөл байдал**

Ялгаатай шалгалтуудын үр дүнг ашиглах гэж буй үед тодорхой нөхцөл шаардлагатай байдаг. Хамгийн эхэнд эдгээр шалгалтуудыг хооронд нь холбох ёстой. Ямар ч холбоогүй ялгаатай хоёр шалгалтаас өгөгдөл цуглуулан нэг хэмжүүрт оруулж тайлагнах боломжгүй. Ихэвчлэн ялгаатай суралцагчид зарим ерөнхий даалгавар хийсэн эсвэл ижил суралцагчид ялгаатай шалгалт өгөх замаар шалгалтуудыг хооронд нь холбодог.

Судлаачид 4 болон 2-р ангийн суралцагчдын олонлогуудын хоорондын унших чадварын гүйцэтгэлийн ялгааг тооцохыг хүссэн гэж үзье. Хоёр төвшинд зориулсан шалгалтыг боловсруулсан ба хоёр олонлогийн ур чадварын төвшинд тохирсон шалгалтууд байсан гээ. 2-р ангийн шалгалтын хүнд даалгавруудаас заримыг 4-р төвшний шалгалтанд оруулан (7, 34, 19, 23, 12-р даалгаврууд) нийт даалгаврыг нэг хэмжүүр дээр байрлуулна.

**Зураг 1.6.1 Рашийн даалгаврыг холбох**



Зураг 1.6.1-д даалгаврыг нэг хэмжүүр дээр байрлуулахыг харуулсан. Зураг 1.6.1-н зүүн хэсэгт 0-д төвлөрсөн даалгавруудтай 2-р ангийн шалгалтын хэмжүүрийн үр дүнг үзүүллээ. 4-р ангийн хэмжүүрийн заалтын цэгт 2-р ангийн даалгаврын хүндрэлийн заагуур байрлана. 4-р ангийн бусад даалгаврын хүндрэлүүд нь Зураг 1.6.1-ийн баруун хэсэгт үзүүлсэн шиг энэ заалтын цэгийн дагуу бэхлэгдэнэ.

2 болон 4-р ангийн даалгаврын хүндрэлүүд нь зөвхөн нэг хэмжүүр дээр байрлана. Иймд 2 болон 4-р ангийн суралцагчийн чадварын тооцоо нь ижил хэмжүүрт байрлана.

2-р анги болон 4-р анги хоорондын өсөлтийг зөв тооцоолохын тулд судлаачид хоёр шалгалтанд байх ижил даалгавруудаар заагуурын байрлалыг баттай болгодог.

Онолын үүднээс харахад зөвхөн нэг даалгавраар хоёр ялгаатай шалгалтыг холбож болдог. Гэхдээ энэ нөхцөл байдал нь зохимжтой байж төдийлөн чаддаггүй.

## Судалгааны хэсэг

### 1. Ерөнхий тайлбар

2016 оны 03-р сарын 31-нд МУИС-ийн Математик 1а хичээлийн I явцын шалгалтыг нийт 56 суралцагчдаас хоёр хувилбараар авсан шалгалтын өгөгдөлд даалгавруудын хүндрэлийг тогтоох болон суралцагчдын чадварыг тооцоолох оролдлого хийлээ. Энэхүү шалгалт нь нийт 13 бодлоготой ба үүнээс өөрийн зорилгод тохирох 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 13 дугаартай бодлогуудыг авсан. Энд 5-р бодлогыг хоёр бодлого болгон хувааж нийт 9 бодлоготой шалгалтаар даалгаврын хүндрэл болон суралцагчдын чадварыг тооцоолно. Эдгээр бодлогуудын дугаарлалтыг Хүснэгт 1.1-ээр үзүүлжээ. Үлдсэн 6, 7, 9, 10, 12-р даалгаврууд нь polytomous төрлийн даалгаврууд байсан.

Мөн 2016 оны 05-р сарын 12-нд Математик 1а хичээлийн II явцын шалгалтыг I явцад оролцсон 46 суралцагчаас авсан шалгалтын өгөгдөлд мөн анализ хийсэн. Энэхүү шалгалт нь нийт 14 бодлоготой ба үүнээс өөрийн зорилгод тохирох 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 дугаартай бодлогуудыг авсан. Энд 1-р бодлогыг гурван бодлого болгон хувааж нийт 14 бодлоготой шалгалтаар даалгаврын хүндрэл болон суралцагчдын чадварыг тооцооллоо. Эдгээр бодлогуудын дугаарлалтыг Хүснэгт 1.2-ээр үзүүлжээ. Үлдсэн 4, 6 даалгаврууд нь polytomous төрлийн даалгаврууд байсан.

#### Хүснэгт 1.1 I явцын бодлогын дугаарлалт

Шалгалт дээрх бодлогын дугаар	Анализ дахь дугаар
1	1
2	2
3	3
4	4
5 ( $a_{13}$ -г олох)	5
5( $a_{32}$ -г олох)	6
8	7
11	8
13	9

#### Хүснэгт 1.2 II явцын бодлогын дугаарлалт

Шалгалт дээрх бодлогын дугаар	Анализ дахь дугаар
1 ( $ \overrightarrow{AB} $ )	1
1 ( $ \overrightarrow{AC} $ )	2
1 ( $ \vec{p} $ )	3
2	4
3	5
5	6
7	7
8	8

9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14

Шалгалтын даалгавруудыг Хавсралт 1-ээс харна уу.

## 2. Даалгаврын хүндрэл тооцоолох

Сонгож авсан шалгалтын даалгавруудын хүндрэлийг тогтоохдоо тухайн шалгалтыг гүйцэтгэсэн суралцагчдын гүйцэтгэл, түүний дундаж утга, стандарт хазайлт болон  $Z$  оноо ашигласан. Энд даалгаврын хүндрэлийг хоёр аргаар бодсон.

**Нэгдүгээр арга.**Эхний арга нь суралцагчдын даалгавар тус бүрийн гүйцэтгэл, түүний дундаж утгыг ашиглан стандарт хазайлтыг

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

томъёогоор олсон.

$s$ —стандарт хазайлт

$x_i$ —  $i$ -р даалгаврын гүйцэтгэлийн оноо

$\bar{x}$ —гүйцэтгэлийн дундаж утга

$n$ — тухайн даалгаврын тоо

Энэхүү стандарт хазайлт болон гүйцэтгэл, түүний дундаж утгыг ашиглан  $Z$  оноо олсон. Энд гарсан  $Z$  онооны хамгийн их утгад хамгийн өндөр гүйцэтгэлтэй буюу хамгийн хөнгөн даалгавар харгалзаж байгаа учир  $-1$ -ээр үржүүлж өгсөн. Ингэснээр  $Z$  онооны хамгийн бага утгад хамгийн өндөр гүйцэтгэлтэй даалгавар, хамгийн их утгад хамгийн бага гүйцэтгэлтэй даалгавар харгалзаж байна. Энэхүү аргачлалаар даалгаврын хүндрэлийг тооцож гаргасан.  $Z$  онооны талаар Хавсралт 2-оос дэлгэрэнгүй үзнэ үү.

**Хоёрдугаар арга.**Энэ арга нь даалгавар тус бүрийн гүйцэтгэлийн хувийг олж нэгээс хасаж гарсан утгаас өмнөхтэй адилаар гүйцэтгэлийн дундаж утга болон стандарт хазайлтыг олж эдгээрийг ашиглан  $Z$  оноог олно.

Эдгээр хоёр аргаар даалгаврын хүндрэлийг тооцож гаргахад ижил үр дүнг өгч байгаа учир аль ч аргыг нь ашиглаж болохыг Хавсралт 3 дахь Хүснэгт 3.1.1 болон Зураг 3.1.2 харна уу.

Дээрх хоёр аргаар даалгаврын хүндрэлийг олоход адил утга гарч байгаа учир дурын аргыг нь сонгон суралцагчийн чадварыг тооцоолох ба үүнээс цааш

хоёрдугаар аргыг ашиглах болно. Хүснэгт 2.1-д энэхүү аргыг ашиглан олсон I болон II явцын шалгалтын даалгавруудын хүндрэлийг харууллаа.

### 3. Суралцагчийн чадварыг тооцоолох

Дээрх хоёр аргаар даалгаврын хүндрэлийг олоход адил утга гарч байгаа учир дурын аргыг нь сонгон суралцагчийн чадварыг тооцоолж болно.

Суралцагчийн чадварыг тооцоолохдоо бүх боломжийг олж тооцоолоход цаг хугацаа их шаардагдах учир өмнө дурдсан хариултын хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийг тогтоох ба суралцагчийн чадвар тодорхойлохыг ашиглана. Бидний анализын хувьд (1,0,0,0,0,0,0,0), (1,1,0,0,0,0,0,0),..., (1,1,1,1,1,1,1,0) гэх мэт хэлбэрийг өндөр магадлалтай гэж үзнэ. Жишээлбэл, нийт есөн даалгавраас дөрвөн даалгаварт зөв хариулсан байх 126 боломжтой бий. Энэ бүгдийн хамгийн өндөр магадлалтай хэлбэрийн хариулт (1,1,1,1,0,0,0,0) байна гэдгийг бид өмнө хэсэгт харсан.

Өмнөх хэсэгт тооцоолсон Хүснэгт 2.1 дэх даалгаврын хүндрэлийг ашиглан I хэсгийн Бүлэг 1.4 дэх аргаар суралцагчдын чадварыг тооцоолж Хүснэгт 2.2 болон Хүснэгт 2.3-аар үзүүлж хүснэгтээр харуулав. Хавсралт 4-ын Зураг 4.1-4.8-д эдгээр суралцагчийн чадварыг графикаар үзүүлсэн.

#### Хүснэгт 2.1 I болон II явцын шалгалтын даалгаврын хүндрэл

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I явц А хувилбар														
Даалгаврын хүндрэл	-1.68	-1.36	-0.39	-0.23	-0.23	0.73	0.73	1.05	1.38					
I явц В хувилбар														
Даалгаврын хүндрэл	-0.91	-0.65	-0.65	-0.38	-0.38	-0.38	0.15	0.68	2.53					
II явц														
Даалгаврын хүндрэл	-1.84	-1.43	-1.11	-0.46	-0.38	-0.38	-0.3	0.03	0.19	0.84	1.09	1.09	1.09	1.57

#### Хүснэгт 2.2 I явцын шалгалт өгсөн суралцагчдын чадвар

I явц А хувилбар											
Авсан оноо	0 оноо	1 оноо	2 оноо	3 оноо	4 оноо	5 оноо	6 оноо	7 оноо	8 оноо	9 оноо	
Суралцагчийн чадвар	-3.46	-2.46	-1.51	-0.84	-0.25	0.3	0.86	1.51	2.42	3.42	
I явц В хувилбар											
Авсан оноо	0 оноо	1 оноо	2 оноо	3 оноо	4 оноо	5 оноо	6 оноо	7 оноо	8 оноо	9 оноо	
Суралцагчийн чадвар	-3.35	-2.35	-1.48	-0.88	-0.35	0.17	0.74	1.45	2.51	3.51	

### Хүснэгт 2.3 II явцын шалгалт өгсөн суралцагчдын чадвар

II явц								
Авсан оноо	0 оноо	1 оноо	2 оноо	3 оноо	4 оноо	5 оноо	6 оноо	7 оноо
Суралцагчийн чадвар	-3.98	-2.98	-2.13	-1.56	-1.11	-0.71	-0.34	0.01
Авсан оноо	8 оноо	9 оноо	10 оноо	11 оноо	12 оноо	13 оноо	14 оноо	
Суралцагчийн чадвар	0.36	0.73	1.12	1.57	2.12	2.95	3.95	

Суралцагч шалгалтанд ямар ч оноо аваагүй буюу (0,0,0,0,0,0,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн бол

$$P(u_1, u_2, \dots, u_n) = \left( \frac{1}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^n$$

буюу

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^n = 1$$

байна. Энд суралцагчийн чадвар буурах тусам магадлал нэгрүү дөхөж байна. Үүнийг Зураг 2.1-ээр үзүүлээ.

**Зураг 2.1 Нэг ч оноо аваагүй суралцагчийн чадвар**



Үүнтэй адилаар суралцагч нийт бүх оноогоо авсан бол

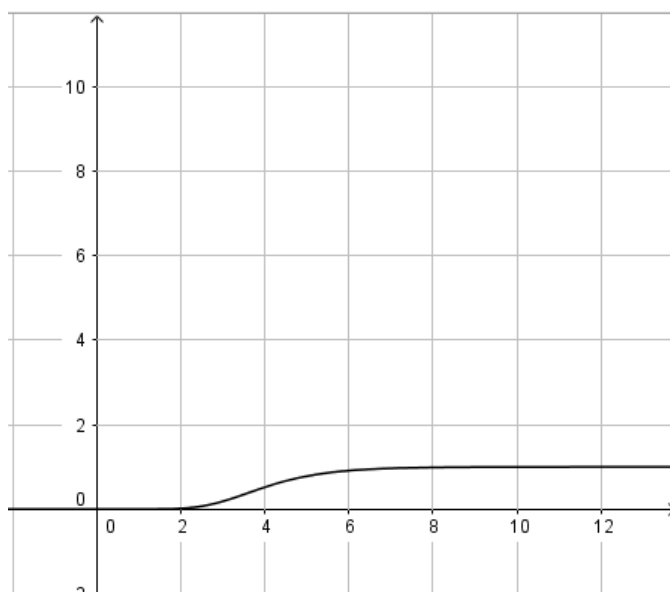
$$P(u_1, u_2, \dots, u_n) = \left( \frac{\exp(x - \delta_j)}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^n$$

буюу

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{\exp(x - \delta_j)}{1 + \exp(x - \delta_j)} \right)^n = 1$$

байна. Энд суралцагчийн чадвар өсөх тусам магадлал нэгрүү дөхөж байна. Үүнийг Зураг 2.2-ээр үзүүлээ.

## Зураг 2.2 Гүйцэт оноогоо авсан суралцагчийн чадвар



Тиймээс нэг ч оноо аваагүй суралцагчийн чадварыг нэг оноо авсан суралцагчийн чадвараас нэг нэгж бага, гүйцэт оноогоо авсан суралцагчийн чадварыг  $n - 1$  оноо авсан суралцагчийн чадвараас нэг нэгжээр ихээр авна. Өөрөөр хэлбэл I явцын A хувилбарын хувьд нэг ч оноо аваагүй суралцагч -3.46, гүйцэт оноогоо авсан суралцагч 3.42 чадвартай байна.

### Нийт суралцагчдын чадвар

Энэ хэсэгт бүрэн бус загварчлалаар суралцагчийн оноог тооцоолохыг ашиглан нийт суралцагчийг чадвараар нь нэг нэг хэмжүүрт байрлуулна.

Энэ анализыг хийхэд хоёр шалгалтанд хоёуланд нь оролцсон суралцагчид оролцох ба бидний шалгалтанд 46 оюутан байна.

Бидний аланиз хийж байгаа Математик 1а хичээлийн II явцын шалгалт нь нэг хувилбартай байгаа учир энэ анализыг хийхэд бидэнд давуу тал олгож байна.

Энэхүү анализыг хийхдээ IA,IIA хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутны чадварыг олохдоо II явцын шалгалтын бодлогын хүндрэлийг бэхлэн авч эндээсээ I явцын A хувилбарын бодлогуудын хүндрэлийг II явцад оролцсон ба I явцын A хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутнуудын гүйцэтгэлээр бодно. Үүний дараа өмнөхтэй адилаар хамгийн их утга авах цэгээр тухайн оюутны чадвар тодорхойлогдоно. Мөн үүнтэй адилаар B хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутнуудын гүйцэтгэлээр бодлогын хүндрэлийг олж тухайн IA,IIA хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутны чадварыг олно. Хавсралт 5-н Хүснэгт 5.1 Болон Хүснэгт 5.2-д IA,IIA болон IB,IIA хувилбарын бодлогуудын хүндрэлийг бодож хариуллаа.

Дараах Хүснэгт 2.2-д үзүүлсэнээр код нь 1-ээр эхэлсэн бол II явцад оролцсон ба I явцын A хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутнууд, 2-ээр эхэлсэн бол II явцад оролцсон ба I явцын B хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутнууд байна.



## Хүснэгт 2.2 Хоёр шалгалтанд оролцсон суралцагчдын чадвар

Д/д	Код	Авсан оноо	Оюутны чадвар	Д/д	Код	Авсан оноо	Оюутны чадвар
1	218	4	-1.84		106	11	-0.09
2	128	3	-1.73	24	118	11	-0.09
3	127	4	-1.35	25	125	11	-0.09
4	120	6	-1.26	26	211	12	0.07
5	204	7	-1.01	27	214	12	0.07
6	206	7	-1.01	29	110	12	0.12
7	207	7	-1.01	30	103	13	0.34
8	112	7	-1	31	113	13	0.34
9	119	7	-1	32	123	13	0.34
10	132	7	-1	33	208	14	0.5
11	205	8	-0.78	34	220	14	0.5
12	213	8	-0.78	35	107	14	0.56
13	221	8	-0.78	36	108	14	0.56
14	102	8	-0.76	37	111	14	0.56
15	126	8	-0.76	38	115	14	0.56
16	212	9	-0.56	39	133	14	0.56
17	217	9	-0.56	40	215	15	0.73
18	202	9	-0.56	41	101	15	0.78
19	117	10	-0.31	42	216	16	0.97
20	121	10	-0.31	43	222	16	0.97
21	130	10	-0.31	44	109	17	1.27
22	209	11	-0.14	45	116	18	1.54
23	223	11	-0.14	46	131	19	1.86

Хүснэгт 2.2-оос I явцын шалгалтанд ижилхэн 4 оноо авсан А болон В хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутны чадвар ялгаатай байгаа нь харагдаж байна. Бусад онооны хувьд мөн адил В хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутны чадвар А хувилбарыг гүйцэтгэсэн оюутны чадвараас бага байна.

### Дүгнэлт

I шалгалтын А хувилбарын 1, 2, 9-р даалгаварууд В хувилбарын харгалзах даалгавруудаас хөнгөн, бусад даалгаварууд харьцангуй хүнд байсан.

Бүрэн бус загварчиллаар суралцагчийн чадварыг тооцоолох нь зөвхөн гүйцэтгэлийн оноо ашиглахаас давуу талтай нь харагдаж байна. Жишээлбэл зөвхөн гүйцэтгэлийн оноонд тулгуурласан бол А, В хувилбар тус бүрийн 11 оноотой суралцагчдыг чадвараар нь ялгах боломжгүй байсан. Харин Бүрэн бус загварчиллаар суралцагчийн чадварыг тооцоолсоноор эдгэр суралцагчидийн чадвар ялгаатай буюу (-0.09, -0.14) гэж гарж байна.

Рашийн загвар ашиглан тухайн хичээлийг судалсан нийт суралцагчдыг чадваруудаар нь эрэмбэлэх боломжтой. Тухайлбал математик 1а хичээлийн 2017 оноос хойших нийт суралцагчдыг чадвараар нь жагсааж болно. Энэ нь сургалтын нэг стандартыг тогтооход чухал үүрэгтэй. Үүний тулд жил бүрийн шалгалтын даалгавруудыг ерөнхий нэгээс хоёр даалгаврыг холбогч байдлаар

оруулах нь зүйтэй. Өөр даалгавруудын үр дүнг нэгтгэхийн тулд холбогч буюу ерөнхий даалгаврыг нэгээс хоёрыг оруулах шаардлагатай болдог. 2.6-р хэсэгт гарсантай төстэй анализ хийж болно.

Гүйцэтгэлийн оноо нь  $k$  байх бүх суралцагчийн чадварыг Рашийн загвараар ижил гэж тооцдог нь нарийвчлалын хувьд сул талтай. Жишээлбэл тухайн шалгалтын  $(1,0,0)$ ,  $(0,1,0)$  хариулттай суралцагчдыг ижил чадвартай гэж үзнэ.

Чадварыг тооцоолох ийм төрлийн Рашийн үнэлгээг **хамгийн их боломжийн үнэлгээ**(MLE) гэж нэрлэдэг. Энд 0 зөв хариулт, нэг зөв хариулт, 2 зөв хариулт гэх мэт MLE-ийн зөвхөн нэг үнэлгээ харгалзуулна.

Warm (Warm, 1989) MLE-д хөндлөнгийн нөлөө орсон гэдгийг харуулсан ба даалгавруудад жин оноохыг санал болгосон. Warm-ын тооцоо болон MLE нь суралцагчийн чадварыг тооцдог ижил төрлийн үнэлгээ юм.

Warm-ын тооцоо нь MLE-ийн жижиг алдааг засдаг ба хувь хүний чадварыг үнэлэхэд Warm-ын аргыг илүүд үздэг.

## Ном зүй

*PISA Data Analysis Manual*. (2009). OECD publishing.

Rasch, G. (1980). *Probabilistic model for some intelligence and attainment tests*. Chicago: The University of Chicago Press.

Warm, T. (1989). Weighted Likelihood Estimation of Ability in Item Response Theory. *Psychometrika*, Vol. 54(3), 427-450.



Тэнцүү тодорхойлогчдыг олж тэмдэглэ.

$$A. \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 \end{vmatrix} \quad B. \begin{vmatrix} 1 & a & a & a & a \\ a & 2 & a & a & a \\ a & a & 3 & a & a \\ a & a & a & 4 & a \\ a & a & a & a & 5 \end{vmatrix} \quad C. \begin{vmatrix} 1 & a & a & a & a \\ 0 & 2 & a & a & a \\ 0 & 0 & 3 & a & a \\ 0 & 0 & 0 & 4 & a \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 \end{vmatrix} \quad D. \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a & a & 1 & 0 & 0 \\ a & a & a & 1 & 0 \\ a & a & a & a & 1 \end{vmatrix}$$

№7.(Олон хариулт сонгох /2 оноо)

$$\begin{pmatrix} 3 & -1 & 3 & 2 & 5 \\ 5 & -3 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & -3 & -5 & 0 & -7 \\ 7 & -5 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad \text{Матрицын хувьд дараах шугаман хамаарлаас биелж байгааг тэмдэглэ (R – мөр, S – багана).}$$

- A.  $2R_1 + R_3 = R_4$     B.  $S_1 + S_2 + S_3 = S_5$   
 C.  $S_2 + S_3 = -S_4$     D.  $2R_2 = R_3 + 3R_1$

№8.(Нэг хариулт сонгох /2 оноо)

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}, f(x) = x^2 - 4x + 1 \text{ бол } f(A)\text{-г ол.}$$

- A.  $\begin{pmatrix} 6 & 0 \\ -8 & -2 \end{pmatrix}$     B.  $\begin{pmatrix} 6 & 1 \\ -7 & -2 \end{pmatrix}$     C.  $\begin{pmatrix} 5 & 0 \\ -7 & -2 \end{pmatrix} + 1$   
 D. олж болохгүй    E. 6

№9.(Олон хариулт сонгох/2оноо )

Шаталсан хэлбэртэй матрицыг олж тэмдэглэнэ үү

A.  $\begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$     B.  $\begin{pmatrix} 1 & -2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$     C.  $\begin{pmatrix} 1 & 5 & 7 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$   
 D.  $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$     E.  $\begin{pmatrix} 4 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

№10.(Хариултыг бичнэ үү / 1 оноо)  $x = \_ y = \_ z = \_$

$$\begin{cases} 2x + 3y - 2z - 5 = 0 \\ -x - 2y - 3z - 6 = 0 \\ 2x - y + 2z - 1 = 0 \end{cases} \quad \text{ШТС-ийг дараах тодорхойлогчдын тусламжтайгаар Крамерийн дүрмээр бод.}$$

$$\begin{vmatrix} 2 & 5 & -2 \\ -1 & 6 & -3 \\ 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} = 36 \quad \begin{vmatrix} 2 & 3 & -2 \\ -1 & -2 & -3 \\ 2 & -1 & 2 \end{vmatrix} = -36 \quad \begin{vmatrix} 5 & 3 & -2 \\ 6 & -2 & -3 \\ 1 & -1 & 2 \end{vmatrix} = -72 \quad \begin{vmatrix} 2 & 3 & 5 \\ -1 & -2 & 6 \\ 2 & -1 & 1 \end{vmatrix} = -72$$

№11.(Нэг хариулт сонгох /2 оноо)

$$\begin{cases} x_1 + x_3 = -1 \\ 3x_2 - 2x_3 = 0 \\ 2x_1 + 3x_2 = -1 \end{cases} \text{ шугаман тэгшитгэлийн систем хэдэн шийдтэй вэ?}$$

- A. Цор ганц шийдтэй      B. Төгсгөлгүй олон шийдтэй      C. Шийдгүй

**№12.**(Олон хариулт сонгох /1 оноо)

Аль матриц нь төгсгөлгүй олон шийдтэй ШТС-ийн өргөтгөсөн матриц болох вэ?

A.  $\left( \begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -1 & 2 \end{array} \right)$     B.  $\left( \begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right)$     C.  $\left( \begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right)$

D.  $\left( \begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right)$     E.  $\left( \begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{array} \right)$

**№13.**(Нэг хариулт сонгох /2 оноо)

Аматриц  $4 \times 4$  эрэмбэтэй ба  $\det(A) = 12$  байв. Аматриц дээр дараах

$$R_2 \leftrightarrow R_4 R_3 - 5R_1$$

эгэл хувиргалтуудыг хийгээд  $B$  матрицүүссэн бол  $\det(B) = ?$

- A. 7      B. -60      C. 60      D. 12      E. -12

	A	B	C	D	E	F
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

3. ранг =

4. тодорхойлогч =

5.  $a_{13} = \underline{\hspace{1cm}}$      $a_{32} = \underline{\hspace{1cm}}$

10.  $x = \underline{\hspace{1cm}}$      $y = \underline{\hspace{1cm}}$      $z = \underline{\hspace{1cm}}$

Математик 1А хичээлийн 1-р явцын шалгалт

/20 оноо/ 2016.03.31.

В хувилбар

Багшийн нэр: . . . . .

Нэр: . . . . . Сем ордог өдөр цаг: . . . . .

№1. (Нэг хариулт сонгох / 1оноо)

$$\begin{vmatrix} 2 & -5 & 1 & 2 \\ -3 & 7 & -2 & 4 \\ 5 & -9 & 2 & 7 \\ 4 & -6 & 2 & 2 \end{vmatrix}$$
 тодорхойлогчийн  $A_{34}$ -ийг олохдоо дараах тодорхойлогчдыг ашиглаарай.

$$\begin{vmatrix} 2 & -5 & 1 \\ -3 & 7 & -2 \\ 4 & -6 & 2 \end{vmatrix} = 4 \begin{vmatrix} 2 & -5 & 2 \\ -3 & 7 & 4 \\ 5 & -9 & 7 \end{vmatrix} = -51$$

- A. 4 B. -4 C. 51 D. -51 E. 102 F. -28

№2. (Нэг хариулт сонгох / 2 онс  $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$  бол  $A^T A = ?$

- A.  $\begin{pmatrix} 9 & 15 \\ 6 & 9 \end{pmatrix}$  B.  $\begin{pmatrix} 15 & 9 \\ 9 & 6 \end{pmatrix}$  C. Үржвэр оршихгүй.  
D.  $\begin{pmatrix} 5 & 2 & 3 & 8 \\ 2 & 1 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 2 & 5 \\ 8 & 3 & 5 & 13 \end{pmatrix}$  E.  $\begin{pmatrix} 4 & 1 & 3 & 7 \\ 1 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 5 \\ 7 & 2 & 5 & 12 \end{pmatrix}$

№3. (Хариултаа бичнэ/1 оноо)

$\begin{pmatrix} 3 & 1 & -2 \\ 0 & -1 & 4 \\ -3 & -3 & 10 \end{pmatrix}$  матрицын рангийг ол.  $r = \underline{\hspace{2cm}}$

№4. (Хариултаа бичнэ /2 оноо) Тодорхойлогчийг бод.  $\begin{vmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \end{vmatrix} = \underline{\hspace{2cm}}$

№5. (Хариултаа бичнэ / 2 оноо)

$\begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$  матрицын урвуу  $\frac{1}{-3} \cdot \begin{pmatrix} -3 & 0 & \underline{\hspace{1cm}} \\ 1 & -1 & -2 \\ -3 & \underline{\hspace{1cm}} & 6 \end{pmatrix}$  матрицын элементийг гүйцээж бөглөнө үү.

№6. (Олон хариулт сонгох / 1 оноо)

Тэнцүү тодорхойлогчдыг олж тэмдэглэ.

$$\begin{array}{l}
 \text{A. } \left| \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 0 & b & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ b & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & b & 0 & 0 & 1 \end{array} \right| \quad \text{B. } \left| \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right| \quad \text{C. } \left| \begin{array}{ccccc} 1 & b & b & b & b \\ 0 & 2 & b & b & b \\ 0 & 0 & 3 & b & b \\ 0 & 0 & 0 & 4 & b \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 \end{array} \right| \quad \text{D. } \left| \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b & 1 & 0 & 0 & 0 \\ b & b & 1 & 0 & 0 \\ b & b & b & 1 & 0 \\ b & b & b & b & 1 \end{array} \right|
 \end{array}$$

№7.(Олон хариулт сонгох /2 оноо)

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & 2 & -3 \\ 3 & -2 & -1 & 1 & -2 \\ 2 & -5 & 1 & -2 & 2 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Матрицын хувьд дараах шугаман} \\ \text{хамаарлаас} \\ \text{биелж байгааг тэмдэглэ (R – мөр, S –} \\ \text{багана).} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{A. } R_3 - R_2 = R_1 & \text{B. } S_1 + S_2 + S_3 = S_5 \\
 \text{C. } S_4 - S_3 = S_2 & \text{D. } R_1 + R_3 - R_2 = \\
 & R_4
 \end{array}$$

№8.(Нэг хариулт сонгох /2 оноо)

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, f(x) = x^2 - 3x + 2 \text{ бол } f(A)\text{-г ол.}$$

$$\begin{array}{llll}
 \text{A. } \begin{pmatrix} 0 & -4 \\ 2 & 6 \end{pmatrix} & \text{B. } \begin{pmatrix} 0 & -6 \\ 0 & 6 \end{pmatrix} & \text{C. } \begin{pmatrix} -2 & -6 \\ 0 & 4 \end{pmatrix} + 2 \\
 \text{D. олж болохгүй} & \text{E. 6} & & 
 \end{array}$$

№9.(Олон хариулт сонгох/ 1 оноо )

Шаталсан хэлбэртэй матрицыг олж тэмдэглэнэ үү

$$\begin{array}{lll}
 \text{A. } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & \text{B. } \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 3 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} & \text{C. } \begin{pmatrix} 1 & -8 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 & \text{D. } \begin{pmatrix} 1 & 5 & 7 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & \text{E. } \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

№10.(Хариултыг бичнэ үү / 1 оноо)  $x = \_ y = \_ z = \_$

$$\begin{cases} 2x + 3y + 5z - 10 = 0 \\ 3x + 7y + 4z - 3 = 0 \\ x + 2y + 2z - 3 = 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{ШТС-ийг дараах тодорхойлогчдын} \\ \text{тусламжтайгаар Крамерийн дүрмээр бод.} \end{array}$$

$$\begin{vmatrix} 10 & 3 & 5 \\ 3 & 7 & 4 \\ 3 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 3 \quad \begin{vmatrix} 2 & 3 & 10 \\ 3 & 7 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = 2 \quad \begin{vmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 3 & 7 & 4 \\ 1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 1 \quad \begin{vmatrix} 2 & 10 & 5 \\ 3 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 2 \end{vmatrix} = -2$$

№11.(Нэг хариулт сонгох /2 оноо)

$$\begin{cases} x_1 + x_3 = -1 \\ 3x_2 - 2x_3 = 0 \\ 2x_1 + 3x_2 = -2 \end{cases} \quad \text{шугаман тэгшитгэлийн систем хэдэн шийдтэй вэ?}$$

А. Цор ганц шийдтэй

В. Төгсгөлгүй олон шийдтэй

С. Шийдгүй

**№12.**(Олон хариулт сонгох /1 оноо)

Аль матриц нь шийдгүй ШТС-ийн өргөтгөсөн матриц болох вэ?

A.  $\left(\begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -1 & 2 \end{array}\right)$  B.  $\left(\begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right)$  C.  $\left(\begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$   
D.  $\left(\begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$  E.  $\left(\begin{array}{ccc|c} -1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right)$

**№13.**(Нэг хариулт сонгох /2 оноо)

Аматриц  $4 \times 4$  эрэмбэтэй ба  $\det(A) = 8$  байв. Аматриц дээр дараах

$$R_3 \leftrightarrow R_4 \quad -2R_1$$

эгэл хувиргалтуудыг хийгээд  $B$  матрицүүссэн бол  $\det(B) = ?$

A. 8      B. -8      C. 16      D. -16      E. 6

	A	B	C	D	E	F
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

3. ранг =

4. тодорхойлогч =

5.  $a_{13} = \underline{\hspace{1cm}}$   $a_{32} = \underline{\hspace{1cm}}$

10.  $x = \underline{\hspace{1cm}}$   $y = \underline{\hspace{1cm}}$   $z = \underline{\hspace{1cm}}$

Энд:

– Нэг хариулттай даалгавар

– Олон сонголттой даалгавар

тэмдэглэгээнүүдийг ашигласан.



337  
117

Математик 1А хичээлийн 2-р явцын шалгалт /20 оноо/ 2016.05.12.

А хувилбар

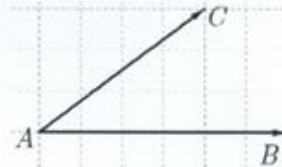
Хичээл заадаг багшийн нэр: . . . . .

Нэр: . . . . .

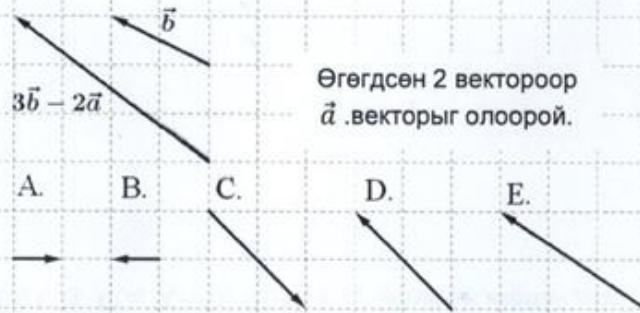
Семинар ордог өдөр цаг: . . . . .

№1. (1 оноо) (Хариултыг бичнэ үү) Зураг дээр өгсөн болон  $\vec{p} = (6, -2, 3)$  векторуудын уртуудыг олоорой.

$|\vec{AB}| = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $|\vec{AC}| = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $|\vec{p}| = \underline{\hspace{2cm}}$



№2. (Нэг хариулт сонгох)  
(2 оноо)



№3. (2 оноо) (Нэг хариулт сонгох)

$|\vec{m}| = 5$ ,  $|\vec{n}| = 3$ ,  $(\vec{m}, \vec{n}) = 60^\circ$ ,  $\vec{AB} = \vec{m} - 2\vec{n}$ ,  $\vec{AC} = \vec{m} + 4\vec{n}$  өгөгдсөн бол  $\vec{AB} \cdot \vec{AC} = ?$

- A.  $15\sqrt{3} - 47$     B.  $-32$     C.  $-15\sqrt{3}$     D.  $45\sqrt{3}$     E. 56

№4. (1 оноо) (Олон хариулт сонгох)

$A(3; -1; 6)$ ,  $B(-1; 7; -2)$ ,  $C(1; -3; 2)$  цэгүүд дээр оройтой гурвалжны AB талын тэгшитгэл болж чадах тэгшитгэлийг сонгоно уу.

- A.  $\frac{x-1}{2} = \frac{y+3}{2} = \frac{z-2}{4}$     B.  $\frac{x-1}{-2} = \frac{y+3}{10} = \frac{z-2}{-4}$   
 C.  $\frac{x-3}{4} = \frac{y+1}{-8} = \frac{z-6}{8}$     D.  $\frac{x-3}{2} = \frac{y+1}{2} = \frac{z-6}{4}$   
 E.  $\frac{x+1}{-4} = \frac{y-7}{8} = \frac{z+2}{-8}$     F.  $\frac{x+1}{2} = \frac{y-7}{-10} = \frac{z+2}{4}$

№5. (1 оноо) (Нэг хариулт сонгох)  $A(3, -1, 6)$ ;  $B(-1, 7, -2)$ ;  $C(1, -3, 2)$  бол ABC гурвалжны A оройн өнцгийг олоорой.

- A.  $\arccos \sqrt{\frac{5}{6}}$     B.  $90^\circ$     C.  $\arccos \frac{15}{\sqrt{30}}$     D.  $\arccos \frac{1}{\sqrt{6}}$     E.  $\arccos \frac{3}{\sqrt{6}}$

№6. (1 оноо) Зөв харгалзааг тогтоо.

A.  $\begin{cases} x = x_0 + \lambda p \\ y = y_0 + \lambda q \end{cases}$

1. Хавтгайн шулууны хялбар тэгшитгэл

B. Охуз координатын системд  $6x + 5y + 3 = 0$

2. Огторгуйн шулууны параметрт тэгшитгэл

C.  $\frac{x+1}{-2} = \frac{y-2}{3}$

3. Хавтгайн шулууны параметрт тэгшитгэл

D.  $\begin{cases} 2x - 5y + 3 = 0 \\ 3y - 5z - 1 = 0 \end{cases}$

4. Хавтгайн шулууны ерөнхий тэгшитгэл

E.  $\frac{x-3}{1} = \frac{y-4}{0} = \frac{z}{-4}$

5. Огторгуйн шулууны хялбар тэгшитгэл

6. Огторгуйн шулууны ерөнхий тэгшитгэл

7. Хавтгайн тэгшитгэл

№7. (1 оноо) (Нэг хариулт сонгох)  $\vec{a} = (5, 1, -4)$  ба төгсгөлийн цэг нь  $(3, 1, 0)$  бол эхлэлийн цэгийг ол.

- A.  $(8, 2, -4)$     B.  $(2, 0, -4)$     C.  $(-2, 0, -4)$     D.  $(2, 0, 4)$     E.  $(-2, 0, 4)$

№8. (1 оноо) (Нэг хариулт сонгох)

$\frac{x-1}{-2} = \frac{y}{3} = \frac{z+2}{0}$  шулуун,  $3x + 2y - 5z + 4 = 0$  хавтгайтай ямар байршилтай байх вэ?

- A. Параллель    B. Перпендикуляр    C. Хавтгайдаа агуулагдана

№9. (2 оноо)  $3x - z + 2 = 0$  ба  $x + y - 3z - 3 = 0$  хавтгайд перпендикуляр,  $M_0(2, 0, -1)$  цэгийг дайрсан хавтгайн тэгшитгэл зохио.

№10. (1 оноо) (Нэг хариулт сонгох)  $2x - y + 3z - 1 = 0$  хавтгайд перпендикуляр,  $M(-1, 3, 0)$  цэгийг дайрсан шулууны тэгшитгэлийг бич.

A.  $\frac{x-2}{-1} = \frac{y+1}{3} = \frac{z-3}{0}$

B.  $\frac{x+2}{-1} = \frac{y-1}{3} = \frac{z+3}{0}$

C.  $2x - y + 3z + 5 = 0$

D.  $\frac{x-1}{2} = \frac{y+3}{-1} = \frac{z}{3}$

E. A.  $\frac{x+1}{2} = \frac{y-3}{-1} = \frac{z}{3}$

№11. (2 оноо)  $A(2, -3)$ ,  $B(-2, 0)$ ,  $C(2, -6)$  оройтой гурвалжны  $C$  оройгоос гарсан өндрийн уртыг ол.

№12. (1 оноо)  $\vec{a}(2, -1, 2)$ ,  $\vec{b}(1, -1, 1)$  бол  $\vec{a}$  дээрх  $\vec{b}$ -гийн проекц векторыг ол.

№13. (2 оноо)  $y = \frac{1}{3}x + 2$  шулуунтай перпендикуляр,  $M(3, -2)$  цэгийг дайрсан шулууны тэгшитгэл бич.

№14. (2 оноо)  $A(2, 1, -2)$ ,  $B(x, 1, 2)$ ,  $C(5, 3, -6)$ ,  $D(-3, 1, 2)$  цэгүүд нэг хавтгай дээр орших  $x$ -ийн утгыг ол.

## Хавсралт 2

### Z Оноо

$$z \text{ оноо} = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

$z$ -оноо нь тухайн тархалтын дундаж утгаас хэдэн стандарт хазайлт нэгжээр их эсвэл доогуур байгааг заадаг.

$s$ —стандарт хазайлт

$x_i$ —  $i$ -р даалгаврын гүйцэтгэлийн утга

$\bar{x}$ — гүйцэтгэлийн дундаж утга

$s$ —стандарт хазайлт

$x_i$ —  $i$ -р даалгаврын гүйцэтгэлийн утга

$\bar{x}$ — гүйцэтгэлийн дундаж утга

$n$ — тухайн даалгаврын тоо

Тухайн суралцагчийн гүйцэтгэл дунджаас бага бол  $z$ -оноо сөрөг, дунджаас их бол  $z$ -оноо эерэг байх ба дундажтай тэнцүү үед 0 байна.

$z$ -оноог ашигласны давуу тал нь уг оноо нь суралцагчийн нормд суурилан харьцуулсан амжилтыг нормын дунджаас хэр зэрэг зайтай байгаагаар илэрхийлдэг явдал юм. Олон бүлгийн хувьд олонх суралцагчдын оноо нормын бүлгийн дундаж утгын 2 талд 1 стандарт хазайлт интервалын дотор ойрхон

бөөгнөрдөг. Дунджаас 1 стандарт хазайлтаар их байна гэдэг нь  $z=+1.0$ , дунджаас 1 стандарт хазайлт бага байна гэдэг нь  $z=-1.0$  байна. Иймээс  $z$ -оноо нь  $-1.0$ -с  $+1.0$ -ийн хооронд байгаа суралцагчдыг бусадтайгаа харьцуулбал дундаж үзүүлэлттэй суралцагч гэж үзэж болно. Үүнчлэн  $z=-1.5$  эсвэл түүнээс бага оноотой суралцагчдыг амжилт муу суралцагч гэж үзэж болох ба цөөн тооны суралцагчийн  $z$ -оноо  $-1.5$  ба түүнээс бага байдаг.  $z=+1.5$  оноотой суралцагч нь харьцангуй өндөр үзүүлэлттэй суралцагч бөгөөд цөөн суралцагч  $+1.5$  ба түүнээс дээш оноотой байдаг.

### Хавсралт 3

#### Зураг 3.1.1 Нэгдүгээр аргаар бодсон далгаврын хүндрэл

I явц А хувилбар

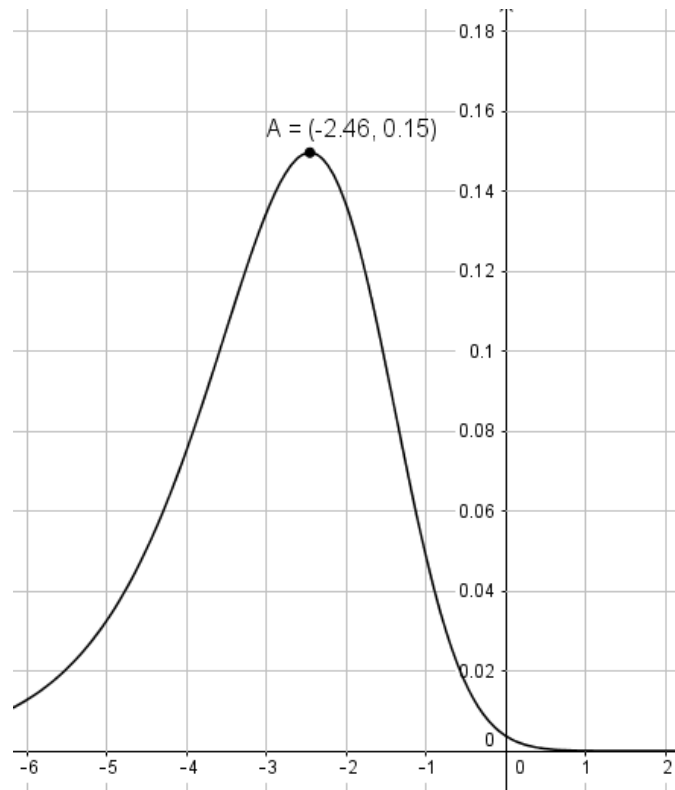
Д/д	Код	Даалгавар									Авсан оноо
		4	3	5	2	6	7	1	8	9	
1	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	104	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	102	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
5	120	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
6	126	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
7	132	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
8	119	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3
9	121	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
10	128	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
11	112	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4
12	117	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
13	118	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
14	122	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
15	127	1	0	0	0	0	1	1	0	1	4
16	129	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
17	103	1	1	1	0	1	1	0	0	0	5
18	106	1	1	1	0	1	1	0	0	0	5
19	130	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
20	113	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
21	115	1	1	1	1	0	0	1	0	1	6
22	125	1	1	1	1	1	0	1	0	0	6
23	109	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7
24	110	1	1	1	1	1	1	0	1	0	7
25	111	1	1	0	1	1	1	1	0	1	7
26	116	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7
27	123	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7
28	133	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7
29	101	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8
30	108	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8
31	124	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
32	131	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
33	107	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Гүйцэтгэлийн оноо		0.85	0.79	0.61	0.58	0.58	0.39	0.39	0.33	0.27	
Гүйцэтгэлийн дундаж		0.53									
Стандарт хазайлт		0.19									
z оноо		1.68	1.36	0.39	0.23	0.23	-0.73	-0.73	-1.05	-1.38	
Даалгаврын хүндрэл (-z)		-1.68	-1.36	-0.39	-0.23	-0.23	0.73	0.73	1.05	1.38	

**Зураг 3.1.2 Хоёрдугаар аргаар бодсон далгаврын хүндрэл**

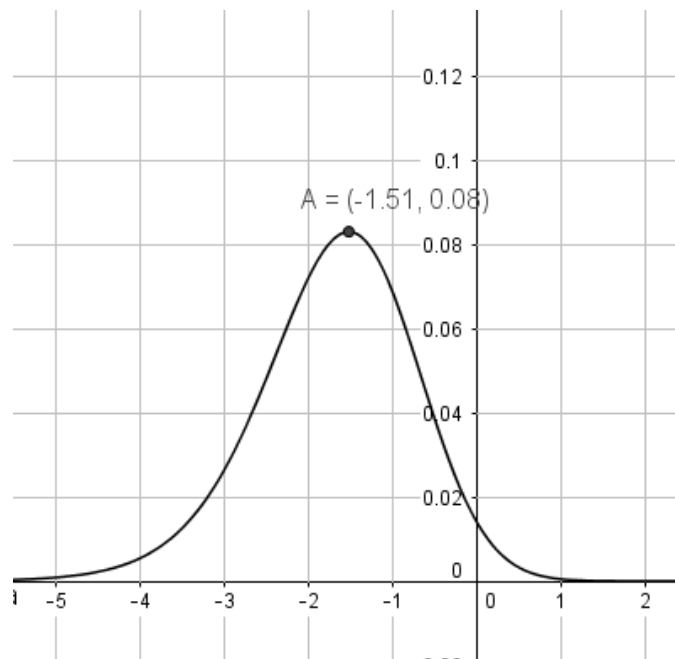
Д/д	Код	Даалгавар									Авсан ОНОО
		4	3	5	2	6	7	1	8	9	
1	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	104	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	102	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
5	120	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
6	126	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
7	132	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
8	119	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3
9	121	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
10	128	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
11	112	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4
12	117	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
13	118	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
14	122	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
15	127	1	0	0	0	0	1	1	0	1	4
16	129	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
17	103	1	1	1	0	1	1	0	0	0	5
18	106	1	1	1	0	1	1	0	0	0	5
19	130	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
20	113	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
21	115	1	1	1	1	0	0	1	0	1	6
22	125	1	1	1	1	1	0	1	0	0	6
23	109	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7
24	110	1	1	1	1	1	1	0	1	0	7
25	111	1	1	0	1	1	1	1	0	1	7
26	116	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7
27	123	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7
28	133	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7
29	101	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8
30	108	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8
31	124	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
32	131	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
33	107	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Гүйцэтгэлийн оноо		0.85	0.79	0.61	0.58	0.58	0.39	0.39	0.33	0.27	
1—Гүйцэтгэлийн оноо		0.15	0.21	0.39	0.42	0.42	0.61	0.61	0.67	0.73	
Гүйцэтгэлийн дундаж		0.47									
Стандарт хазайлт		0.19									
Даалгаврын хүндрэл/z оноо		-1.68	-1.36	-0.39	-0.23	-0.23	0.73	0.73	1.05	1.38	

#### Хавсралт 4

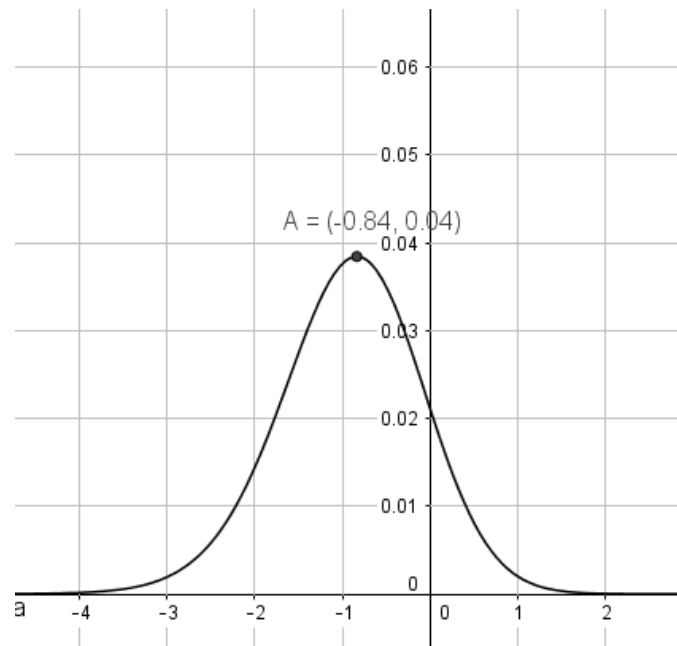
Зураг 4.1 (1,0,0,0,0,0,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар



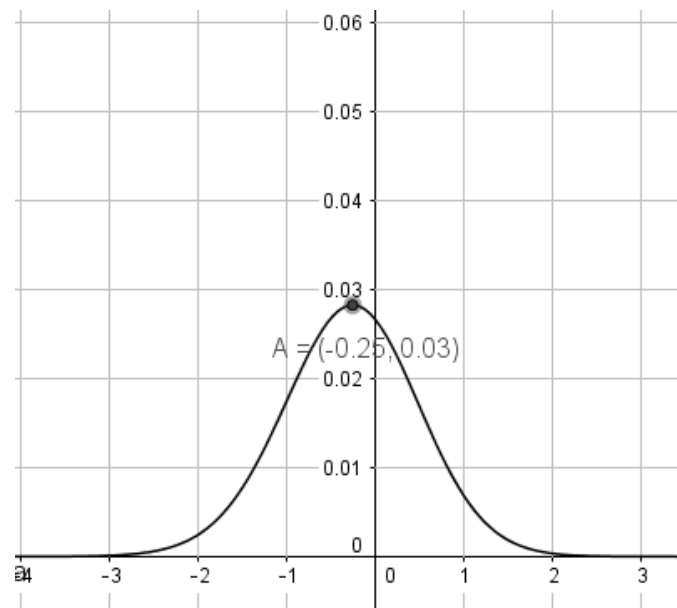
Зураг 4.2 (1,1,0,0,0,0,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар



**Зураг 4.3 (1,1,1,0,0,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар**

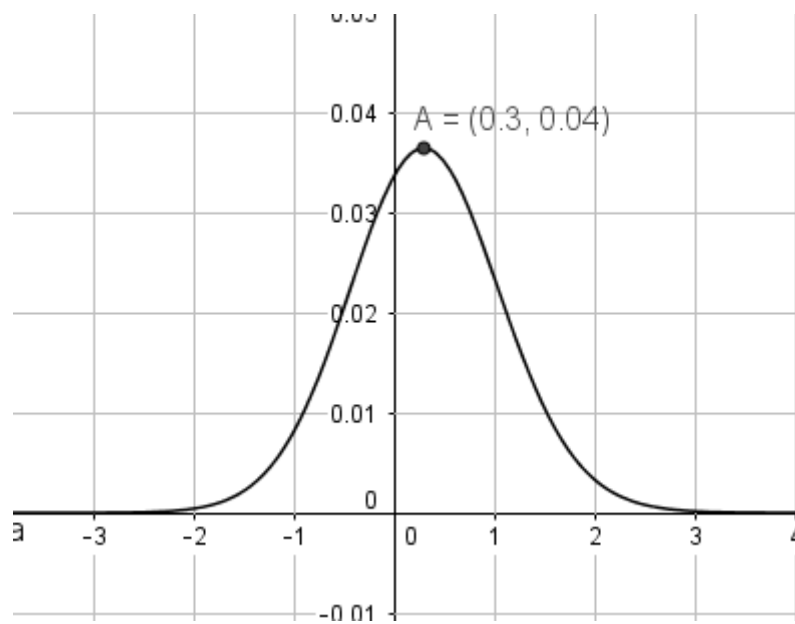


**Зураг 4.4 (1,1,1,1,0,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар**

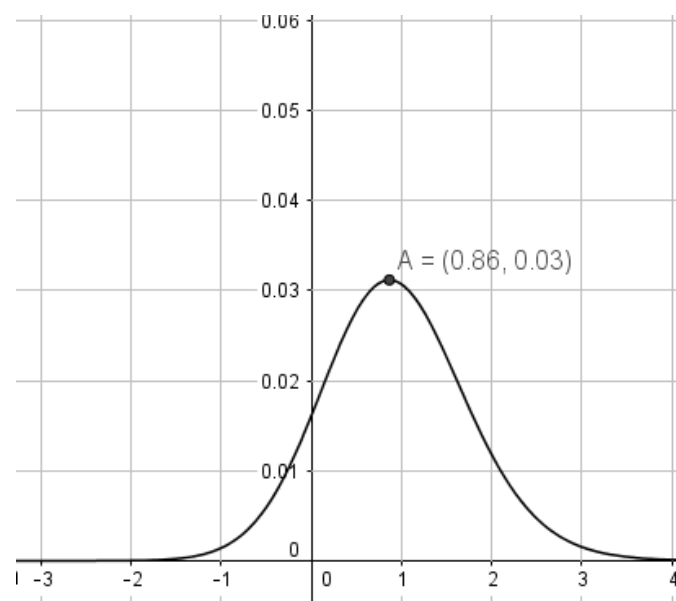




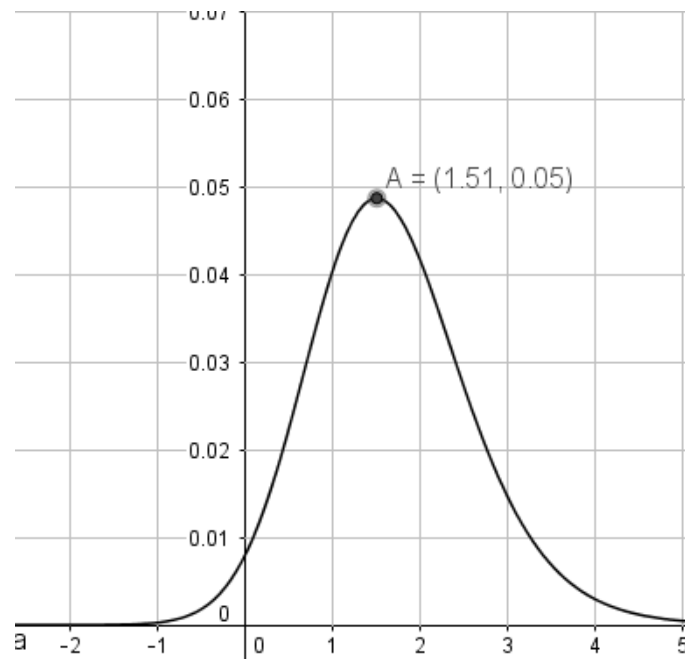
**Зураг 4.5 (1,1,1,1,1,0,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар**



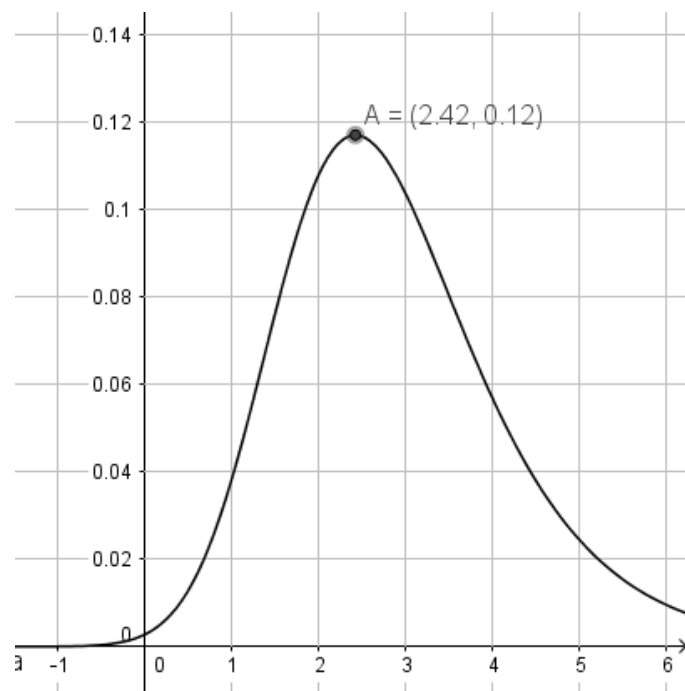
**Зураг 4.6 (1,1,1,1,1,1,0,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар**



**Зураг 4.7 (1,1,1,1,1,1,1,0,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар**



**Зураг 4.8 (1,1,1,1,1,1,1,1,0) хэлбэрийн хариулт өгсөн суралцагчийн чадвар**



## Хавсралт 5

### Хүснэгт 5.1 IA,IIA хувилбарын бодлогуудын хүндрэл ба гүйцэтгэсэн оюутнуудын чадвар

Д/д	Код	Даалгавар																							Авсан оноо	Оюутны чадвар
		2.3	2.1	2.6	2.7	2.2	2.5	2.4	2.14	2.1	2.13	2.8	2.9	2.11	2.12	1.4	1.3	1.5	1.6	1.2	1.7	1.1	1.8	1.9		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	18	20	21	22	23		
1	131	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	1.86
2	116	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	18	1.54
3	109	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	17	1.27
4	101	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15	0.78
5	107	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0.56
6	108	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14	0.56
7	111	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	14	0.56
8	115	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	14	0.56
9	133	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	14	0.56
10	103	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	13	0.34
11	113	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13	0.34
12	123	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	13	0.34
13	110	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	12	0.12
14	106	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	11	-0.1
15	118	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	11	-0.1
16	125	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	11	-0.1
17	117	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10	-0.3
18	121	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	10	-0.3
19	130	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	10	-0.3
20	102	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	-0.8
21	126	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8	-0.8
22	112	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	7	-1
23	119	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	7	-1
24	132	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	-1
25	120	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	-1.3
26	127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	-1.4

27	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	-1.7		
Гүйцэтгэлийн оноо	1.826	1.609	1.435	1.087	1.043	1.043	1	0.83	0.74	0.39	0.26	0.26	0.26	0	0.926	0.852	0.667	0.63	0.593	0.44	0.44	0.37	0.3					
Гүйцэтгэлийн дундаж	0.842	II явц														0.58	I явц											
Стандарт хазайлт	0.535															0.201												
z оноо	1.839	1.434	1.109	0.459	0.376	0.376	0.296	-0	-0.2	-0.8	-1.1	-1.1	-1.1	-1.6	1.717	1.349	0.429	0.245	0.061	-0.7	-0.7	-1	-1.4					
Даалгаврын хүндрэл (-z)	-1.84	-1.43	-1.11	-0.46	-0.38	-0.38	-0.3	0.03	0.19	0.84	1.08	1.08	1.08	1.57	-1.72	-1.35	-0.43	-0.25	-0.06	0.67	0.67	1.04	1.41					

**Хүснэгт 5.2 IB,IIA хувилбарын бодлогуудын хүндрэл ба гүйцэтгэсэн оюутнуудын чадвар**

Д/д	Код	Даалгавар																							Авсан оноо	Оюутны чадвар
		2.3	2.1	2.6	2.7	2.2	2.5	2.4	2.14	2.1	2.13	2.8	2.9	2.11	2.12	1.3	1.6	1.5	1.2	1.7	1.4	1.8	1.1	1.9		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	15	17	18	20	19	21	22	23		
1	216	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16	0.97
2	222	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	16	0.97
3	215	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	15	0.73
4	208	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	14	0.5
5	220	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	14	0.5
6	211	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	12	0.07
7	214	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	12	0.07
8	209	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	11	-0.1
9	223	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	11	-0.1
10	212	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	9	-0.6
11	217	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	9	-0.6
12	202	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	9	0.09
13	205	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8	-0.8
14	213	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	8	-0.8
15	221	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	8	-0.8
16	204	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	-1
17	206	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	7	-1
18	207	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7	-1

19	218	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	-1.8	
Гүйцэтгэлийн оноо	1.826	1.609	1.435	1.087	1.043	1.043	1	0.83	0.74	0.39	0.26	0.26	0.26	0	0.684	0.632	0.632	0.579	0.579	0.526	0.526	0.42	0.05				
Гүйцэтгэлийн дундаж	0.842	II явц													0.515	I явц											
Стандарт хазайлт	0.535														0.179												
z оноо	1.839	1.434	1.109	0.459	0.376	0.376	0.296	-0	-0.2	-0.8	-1.1	-1.1	-1.1	-1.6	0.95	0.655	0.655	0.36	0.36	0.066	0.066	-0.5	-2.6				
Даалгаврын хүндрэл (-z)	-1.84	-1.43	-1.11	-0.46	-0.38	-0.38	-0.3	0.03	0.19	0.84	1.08	1.08	1.08	1.57	-0.95	-0.66	-0.66	-0.36	-0.36	-0.07	-0.07	0.52	2.59				

