

Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тооны хандлага

Г.Махгал

2025 оны 10-р сарын 14

Энэхүү ажлаар Монгол улсын их, дээд сургуулийг байгалийн ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийг тоог Үндэсний статистикийн хорооны албан эх сурвалж дээрх өгөгдөлд тулгуурлан авч үзэх бөгөөд улмаар төгсөгчдийн тооны чиг хандлага ба ойрын жилүүдийн прогноз гаргана.

Агуулга

1	Өгөгдөл	1
2	Төгсөгчдийн тоо	3
3	Төгсөгчдийн тооны хандлага	4
4	Төгсөгчдийн тооны загварчлал	5
5	Төгсөгчдийн тооны прогноз	6
	Дүгнэлт	7
	Ашигласан материал	8

1 Өгөгдөл

Үндэсний статистикийн хороо (ҮСХ) нь 1212.mn [1] веб сайтаараа дамжуулан Монгол улсын нийгэм, эдийн засгийн үзүүлэлтийг илэрхийлэх тоон мэдээллийг нээлттэй тархаадаг. Тус веб сайт дээр Монгол улсын их, дээд сургуулийг төгсөгчдийн тоог мэргэжлийн салбар бүрээр, жил жилээр нэгтгэн мэдээлжээ. Бид үүнээс байгалийн ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоог авч үзнэ.

Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоог ҮСХ-ны 1212.mn [2] веб сайтаас татаж авав. Тус өгөгдлийг агуулагч хүснэгт DT_NSO_2001_014V1 дугаартай.

ҮСХ-ны 1212.mn дээрээс өгөгдөл татахад NSO1212 багц [3] ашиглана.

Эхлээд хүснэгтийн мета мэдээллийг татаж авна.

```
# Өмнө татсан өгөгдлийг шууд ашиглана.
if (file.exists("table_info.Rds")) {
  table_info <- readRDS(file = "table_info.Rds")
} else {
  # Мэдээллийг шинэчлэх бол энэ догол мөрд буй кодыг ажиллуулна.
  NS01212::get_table_info(
    tbl_id = "DT_NSO_2001_014V1",
    simplify = TRUE, try = TRUE, timeout = 10
  ) ->
    table_info
  if (inherits(table_info, "try-error")) {
    stop("Хүснэгтийн мета мэдээлэл ачаалж чадахгүй байна.")
  } else {
    saveRDS(table_info, file = "table_info.Rds")
  }
}
```

Мета мэдээллээс байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлийг юугаар кодолсоныг мэдэж авна.

```
table_info$codes
```

	field	scr_mn	scr_eng	obj_var_id	var_ord_sn
1	CODE мэргэжлийн чиглэл	Professional	fields	A1	1

Тус хүснэгт мэргэжлийн чиглэл илэрхийлэх CODE гэсэн ганц л кодтой ажээ. Энэ кодын утгуудыг table_info\$CODE датафрейм дээрээс харж болно.

```
table_info$CODE$item_ids[
  table_info$CODE$scr_mns == "Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистик"
] -> code
```

Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистик мэргэжил 15 гэсэн кодтой байна.

Одоо мэдээлэл шүүж авахад хэрэг болох код зэрэг шаардлагатай бүхэн тодорхой болсон тул өгөгдлөө татаж авна. Үүнд NS01212 багцын get_table() функц ашиглана.

```
if (file.exists("raw_data.Rds")) {
  raw_data <- readRDS(file = "raw_data.Rds")
} else {
  NS01212::get_table(
    tbl_id = "DT_NSO_2001_014V1", CODE = c("15"),
    try = TRUE, timeout = 10
  ) ->
    raw_data
  if (inherits(raw_data, "try-error")) {
    stop("Хүснэгтийн мета мэдээлэл ачаалж чадахгүй байна.")
  } else {
    saveRDS(raw_data, file = "nso.Rds")
  }
}
```

Мөн татан авсан өгөгдлөө “raw_data.csv” файлд хадгалав.

```
write.csv(raw_data, file = "raw_data.csv")
```

Татаж авсан өгөгдлөөс зөвхөн “Он” ба “Төгсөгчдийн тоо” хоёр баганыг ялгаж аваад бусдыг нь гээгнэ. Бас хувьсагчдын нэрсийг `year`, `graduates` болгон солино.

```
data = raw_data[c("Period", "DTVAL_C0")]
names(data) <- c("year", "graduates")
```

Ийнхүү ҮСХ-ноос мэдээлсэн байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистик мэргэжлээр жил бүр төгсөгчдийн тоог агуулсан өгөгдөлтэй боллоо.

2 Төгсөгчдийн тоо

ҮСХ-ны нээлттэй өгөгдлийн сервисээс татан авсан өгөгдлийг Хүснэгт 1 дээр харууллаа.

```
knitr::kable(data, col.names = c("Он", "Төгсөгчдийн тоо"))
```

Хүснэгт 1: Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистик мэргэжлээр жил бүр төгсөгчдийн тоо

Он	Төгсөгчдийн тоо
2023	522
2022	476
2021	767
2020	864
2019	745

Мөн тус өгөгдлийг шугаман диаграммаар дүрслэв. Үүнийг Зураг 1 дээрээс харж болно.

```
Cairo::CairoPDF(
  file = file.path(output_dir, "fig-graduates-per-year.pdf"),
  family = "Times New Roman", width = 4, height = 3
)

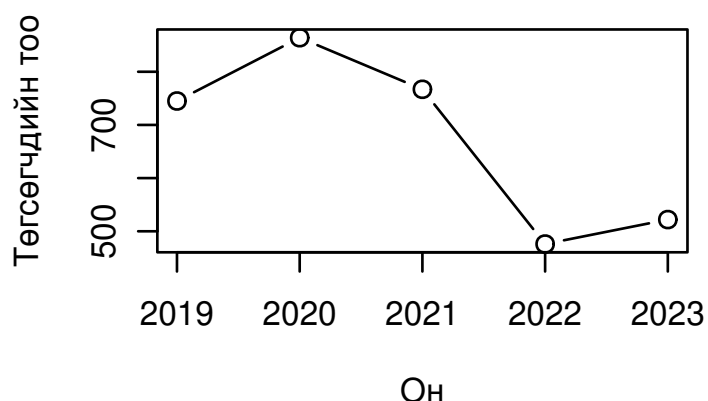
plot(
  x = data$year, y = data$graduates, type = "b",
  xlab = "Он", ylab = "Төгсөгчдийн тоо",
)

dev.off()
```

```
knitr::include_graphics(file.path(output_dir, "fig-graduates-per-year.pdf"))
```

Шугаман диаграммаас төгсөгчдийн тоо буурах хандлагатай гэсэн таамаглал гарна.

Зураг 1: Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоо



3 Төгсөгчдийн тооны хандлага

Өмнөх хэсэгт байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоо буурах хандлагатай гэсэн таамаглал дэвшүүлсэн. Одоо түүнийг шалгана. Статистик таамаглал шалгалтын арга зүйн үүднээс хандлага тогтмол гэсэн тэг таамаглалын эсрэг хандлага буурна гэсэн өрсөлдөгч таамаглал дэвшүүлнэ. Улмаар тэг таамаглалыг няцаавал өрсөлдөгч таамаглалыг баталсан явдал болно.

Ийм таамаглалыг корреляц бас регресс гэх мэтчилэн янз бүрийн аргаар шалгаж болохоос корреляцийн коэффициентын тусламжтай шалгах аргыг сонголоо. Энэ тохиолдолд таамаглалыг дараах хэлбэрээр томъёолно.

$$H_0 : \text{cor}(\text{graduates}, \text{year}) = 0$$
$$H_1 : \text{cor}(\text{graduates}, \text{year}) < 0$$

Мөн түүврийн хэмжээ бага бас тархалт нормал биш тул параметрийн бус корреляц [4] ашиглана.

```
cor.test(
  data$year, data$graduates,
  method = "spearman", # параметрийн бус корреляц
  alternative = "less"  # корреляц тэгээс бага
)
```

Spearman's rank correlation rho

```
data: data$year and data$graduates
S = 32, p-value = 0.175
alternative hypothesis: true rho is less than 0
sample estimates:
rho
-0.6
```

$p\text{-value} = 0.175 > \alpha = 0.05$ нь хандлага тогтмол байна гэсэн тэг таамаглалыг үл няцаана. Өөрөөр хэлбэл тус таамаглал шалгалтаар хандлага буурна гэсэн эффектийг батлах хангалттай үндэслэл илрэхгүй байна.

```
conclusion <- append(conclusion,
  r"(Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн нийт тоо
  буурч байна гэх үндэслэл илрээгүй.)"
)
```

4 Төгсөгчдийн тооны загварчлал

Төгсөгчдийн тооны прогноз гаргахын тулд үүнийг оноос хамааруулан загварчлах шаардлагатай. Прогноз гаргахад хугацаан цувааны загвар эсвэл регрессийн загвар ашигладаг. Ийнхүү төгсөгчдийн тоог жилээс хамааруулсан регрессийн загвар авч үзнэ.

Загвар дахь хамааран хувьсагч нь тоо ширхэг илэрхийлсэн. Энэ байдалд тохирох загвар бол Пуассоны регрессийн загвар [5] юм.

```
model_poisson <- glm(formula = graduates ~ year, family = poisson(link = "log"), data = data)
```

Гэхдээ Пуассоны регресс overdispersion [5] буюу хэт дисперстэй өгөгдөлд тохирохгүй. Өгөгдөл хэт дисперстэй эсэхийг R програмын AER багц дахь `dispersiontest()` [6] функцээр шалгав.

```
AER::dispersiontest(model_poisson)
```

Overdispersion test

```
data: model_poisson
z = 3.4793, p-value = 0.0002514
alternative hypothesis: true dispersion is greater than 1
sample estimates:
dispersion
13.35181
```

Шинжүүр хэт дисперстэй гэсэн өрсөлдөгч таамаглалыг баталжээ.

```
conclusion <- append(conclusion,
  r"(Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоонд
  хэт дисперстэй тархалтын загвар тохирно.)"
)
```

Хэт дисперстэй хувьсагчийг загварчлах нэг тархалт бол урвасан бином тархалт бөгөөд ийнхүү урвасан бином загвар [5] ашиглана.

```
model_nb <- MASS::glm.nb(grades ~ year, data = data)
```

Прогноз гаргахад шаардлагатай регрессийн загвар бэлэн болсон тул одоо ойрын хэдэн жилийн төгсөгчдийн тооны прогноз гаргах руу чиглэнэ.

5 Төгсөгчдийн тооны прогноз

ҮСХ-ны мэдээ 2023 оноор дуусгавар болсон байсан. Иймээс 2024 оноос эхлэн гурван жилийн прогноз гаргана.

```
# Ирээдүйн жилүүд
future_years <- data.frame(year = 2024:2026)

# Ирээдүйн жилүүд дэх төгсөгчдийн тоог загвараар үнэлэх буюу прогнолох
future_years$predicted <- predict(model_nb, newdata = future_years, type = "response")

knitr::kable(round(future_years), col.names = c("Он", "Прогноз"))
```

Хүснэгт 2: Төгсөгчдийн тооны ойрын ирээдүйн прогноз

Он	Прогноз
2024	448
2025	393
2026	344

```
conclusion <- append(conclusion, sprintf(
r"(Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоо
2026 онд %d байна гэсэн прогноз гарсан.)", round(future_years$predicted[future_years$year == 2026])))
```

```
# Өнгөрсөн болон ирээдүйн жилүүд
all_years <- data.frame(year = 2019:2026)

# Бүх жил дэх төгсөгчдийн тоог загвараар үнэлэх буюу прогнолох
all_years$predicted <- predict(model_nb, newdata = all_years, type = "response")
```

```
Cairo::CairoPDF(
  file = file.path(output_dir, "fig-nb-prediction.pdf"),
  family = "Times New Roman", width = 6, height = 4)

plot(
  data$year, data$graduates,
  xlim = c(2019, 2026),
  ylim = range(c(data$graduates, all_years$predicted)),
  xlab = "Он", ylab = "Төгсөгчид",
  pch = 16, col = "blue",
)

lines(all_years$year, all_years$predicted, col = "darkgreen", lwd = 2)

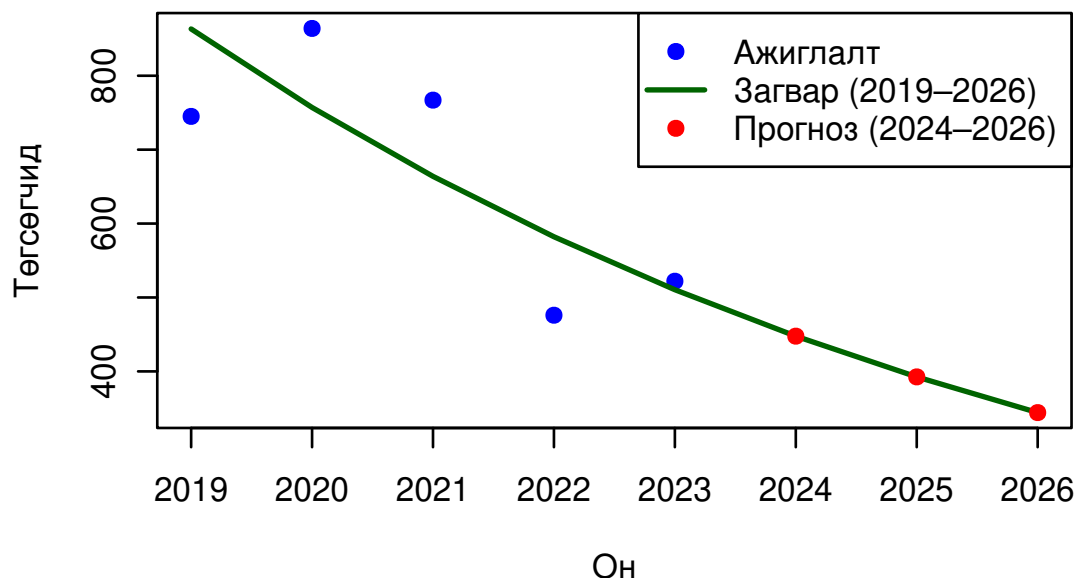
points(
  future_years$year,
  predict(model_nb, newdata = future_years, type = "response"),
  pch = 16, col = "red"
)

legend(
  "topright",
  legend = c("Ажиглалт", "Загвар (2019–2026)", "Прогноз (2024–2026)"),
  col = c("blue", "darkgreen", "red"),
  pch = c(16, NA, 16),
  lty = c(NA, 1, NA),
  lwd = c(NA, 2, NA)
```

```
)
dev.off()

knitr::include_graphics(file.path(output_dir, "fig-nb-prediction.pdf"))
```

Зураг 2: Төгсөгчдийн тоо ба урвасан бином регресс



```
n_2026 <- round(future_years$predicted[future_years$year == 2026])
n_2020 <- data$graduates[data$year == 2020]
ratio <- round(n_2020/n_2026, digits = 1)
conclusion <- append(conclusion, sprintf(
  r"(Хэдийгээр Спирмэний рангийн корреляцаар байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр
  төгсөгчдийн нийт тоо буурч байна гэх үндэслэл илрээгүй ч 2026 онд %d байна гэсэн прогнозыг
  2020 онд байсан %d тоотой харьцуулбал төгсөгчдийн тоо %s дахин буурахаар байна. Иймээс ҮСХ-ноос
  2024 бас 2025 оны мэдээг нийтэлсэн даруйд тооны хандлагыг ахин шалгах хэрэгтэй.)", n_2026, n_2020, ratio))
rm(n_2026, n_2020, ratio)
```

Дүгнэлт

```
for (i in seq_along(conclusion)) {
  cat(paste0(i, ". ", conclusion[i], "\n"))
}; rm(i)
```

1. Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн нийт тоо буурч байна гэх үндэслэл илрээгүй.
2. Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоонд хэт дисперстэй тархалтын загвар тохирно.

3. Байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн тоо 2026 онд 344 байна гэсэн прогноз гарсан.
4. Хэдийгээр Спирмэний рангийн корреляцаар байгалийн шинжлэх ухаан, математик, статистикийн мэргэжлээр төгсөгчдийн нийт тоо буурч байна гэх үндэслэл илрээгүй ч 2026 онд 344 байна гэсэн прогнозыг 2020 онд байсан 864 тоотой харьцуулбал төгсөгчдийн тоо 2.5 дахин буурахаар байна. Иймээс ҮСХ-ноос 2024 бас 2025 оны мэдээг нийтэлсэн даруйд тооны хандлагыг ахин шалгах хэрэгтэй.

Ашигласан материал

- [1] Үндэсний Статистикийн Хороо, “1212.mn — статистикийн мэдээллийн нэгдсэн сан.” Үндэсний Статистикийн Хороо, 2025. Available: <https://www.1212.mn/>
- [2] Монгол Улсын Үндэсний Статистикийн Хороо, “Боловсрол, эрүүл мэндийн салбарын статистик мэдээлэл.” 2001. Available: https://www.nso.mn/mn/statcate/table-view/Education,%20health/Universities%2C%20institutes%20and%20colleges/DT_NSO_2001_014V1.px
- [3] M. Ganbold, *NSO's open data API handler*. 2021. Available: <https://CRAN.R-project.org/package=NSO1212>
- [4] P. Schober, T. R. Vetter, and G. Haller, “Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation,” *Anesthesia & Analgesia*, vol. 126, no. 5, pp. 1763–1768, 2018, doi: [10.1213/ANE.0000000000002864](https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864).
- [5] P. Roback and J. Legler, *Beyond multiple linear regression: Applied generalized linear models and multilevel models in r. Poisson regression*. CRC Press, 2021. Available: <https://bookdown.org/roback/bookdown-BeyondMLR/ch-MLRreview.html>
- [6] C. Kleiber and A. Zeileis, *Applied econometrics with R*. New York: Springer-Verlag, 2008. doi: [10.1007/978-0-387-77318-6](https://doi.org/10.1007/978-0-387-77318-6).