

ГАМШГИЙН ТОО МЭДЭЭЛЭЛ БОЛОВСРУУЛАХ АРГЫГ НЭВТРҮҮЛЭХ НЬ

Б. Энхтувшин¹

Э.Доржсумъяа²

Онцгой байдлын сургуулийн ГТТАТ-ийн профессор, доктор (Ph.D),
хурандаа¹

Онцгой байдлын сургуулийн ГТТАТ-ийн багш, дэслэгч²

е-мэйл: tuvshuu416@gmail.com

Хураангуй

Монгол Улсад сүүлийн зургаан жилийн хугацаанд тохиолдсон гамшиг ослын үр дагаврын статистик мэдээнд дүн шинжилгээг тусгай математик загвараар хийлээ. Олон гишүүнт хэлбэрийн функцийг ашиглан хамгийн бага квадратын аргаар тохиромжит тэгшитгэлийг санал болгосноор гамшгийн статистик мэдээг боловсруулалтыг боловсронгуй болгох. Гамшгийн удирдлагын тогтолцоонд статистик мэдээний зөв боловсруулалтыг ашигласнаар үндэслэлтэй дүгнэлт гаргахад оршино.

Шийдвэр гаргахдаа шинжилгээний үр дүнг удирдлагын тогтолцоонд нэвтрүүлэх нь зүйтэй эсэх талаар үндэслэлтэй дүгнэлт хийсэн.

Түлхүүр үгс: Байгалийн болон хүний үүдэлтэй ослоос нас барсан хүн, гамшиг ослын тоо, хохирол, тодорхойлох коэффициент, корреляцийн коэффициент

Оршил

Энэхүү эрдэм шинжилгээний өгүүлэл нь Монгол Улсын гамшгийн талаарх статистикийн мэдээллийн судалгааны үргэлжлэл юм [1]. Гамшгийн статистик тоо баримтын боловсруулалтыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр шинжилснээр хүн ам, нутаг дэвсгэрт тохиолдож буй байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг ослоос хамгаалах чиглэлээр төлөвлөгөөг тодорхой болгох, боловсронгуй болгохын тулд гамшгийн тоон мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийх нь чухал.

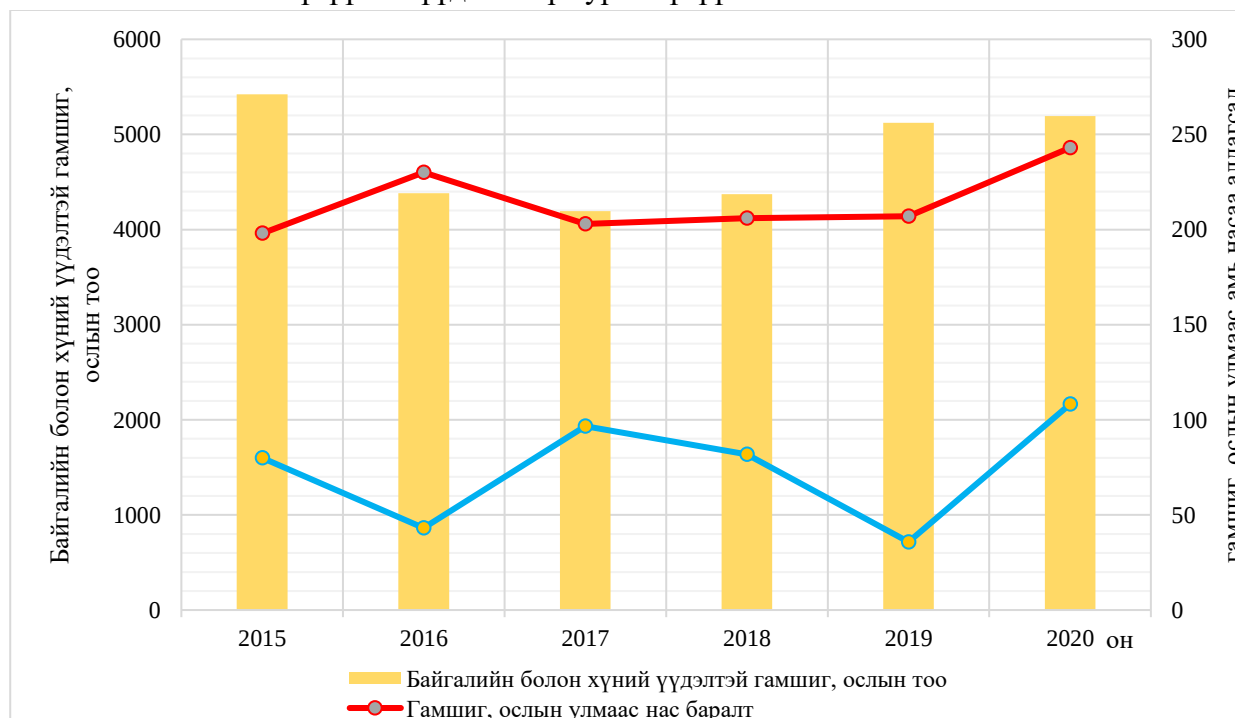
Сүүлийн 5 жилийн хугацаанд Монгол Улсын Онцгой байдлын албаны хууль эрх зүйн орчинд нэмэлт, өөрчлөлт оруулан идэвхтэй хөгжүүлж байна. Гэвч гамшигтай тэмцэх үйл ажиллагаанд нийгэм, эдийн засгийн аюулгүй байдлын байдал эрс сайжрахгүй байна. Иймд энэхүү судалгааны зорилго нь Монгол Улсад тохиолдож буй гамшгийн статистик мэдээнд дүн шинжилгээ

хийхэд оршино. Судалгааны ажлын үр дүнд 2022, 2023 онуудад тохиолдож болзошгүй гамшгийн тоо мэдээг урьдчилсан мэдээг чиг хандлагыг судалсан.

Монгол Улс нь газар нутгийн хэмжээгээр 1,564,116 км² талбайгаар дэлхийд 19-р байр эзэлдэг. Хүн ам тоо нь 2021 оны байдлаар 3,177,899 гаруй [2].

2020 онд Монгол Улсын нэг хүнд ногдох ДНБ 4127 орчим ам.долларт хүрсэн байна [3]. 2020 онд ДНБ-ий өсөлт 4.6% байсан. Өнөөдөр ДНБ-д эзлэх хувь нь 24.1% байгаа уул уурхайн салбараас эдийн засаг улам бүр хамааралтай болж байна [3]. Нийгмийн эдийн засгийн байдал сайжрах нь мэдээж байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг осолд эерэгээр нөлөөлнө гэж үзэж болно [дис]. Онцгой байдлын албаны үндсэн даалгаврын нэг нь гамшгаас урьдчилан сэргийлэх шаардлагатай бүх арга хэмжээг улсын хэмжээнд авч хэрэгжүүлж, улмаар гамшгийн тоо, нас баралт, гэмтэгсэд, эдийн засгийн хохирлыг бууруулах явдал юм.

2021 онд Монгол Улсын 21 аймагт 1.76 сая хүн, Улаанбаатар хотод 1.57 сая хүн амьдарч байна [2]. Байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг осол жилд дундажаар 4500 орчим осол, аваарь гардаг. Энэхүү гамшиг ослын үр дагавраар жилд дундажаар 229 хүн нас барж, ослын улмаас эдийн засгийн жилийн дундаж алдагдал 67.35 тэрбум төгрөг (ойролцоогоор 23,63 сая доллар) байна. 2015-2021 онуудад тохиолдсон байгалийн болон хүний хүчин зүйлээс үүдэлтэй гамшгийн статистик үзүүлэлтүүдийг 1-р зурагт үзүүлэв.



Зураг 1. 2015-2020 онуудад тохиолдсон байгалийн болон хүний үүдэлтэй ослы тоо, гамшиг, ослын улмаас нас барсан хүний тоон график

Цаг хугацааны хамааралтай тэгшитгэлийн хамгийн түгээмэл аргуудын нэг нь хамгийн бага квадратын арга юм [3, 4].

Гамшиг ослын тоон статистик мэдээлэл нь санамсаргүй тоонуудын онолын тархалтын нэг хэлбэр бөгөөд олон янзын эмперик тархалтын тэгшитгэлийг үүсгэдэг тул хамгийн бага квадратын аргыг [5-7] ашиглана хэд хэдэн функцээс хамгийн тохиромжтой функцийг сонгох боломжийг олгодог.

Монгол Улсад тохиолдсон байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг, ослын үр дүнд хүний амь нас, эд материалын хохирлын тоог хүснэгт 1-т үзүүлэв. Монгол Улсын 2015-2020 оны байгалийн болон хүний гамшгийн нөхцөл байдал

Хүснэгт 1

Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдсон байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг, ослын нөхцөл байдал.

Үзүүлэлт	Хугацааны цуваа					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг, ослын тоо	5422	4381	4194	4373	5123	5192
Нас баралт	198	230	203	206	207	243
Материалын хохирол (тэрбум төг.)	79,95	43,1	96,7	81,9	35,8	108,2

Гамшгийн тоон мэдээллийн цаг хугацааны цувралаас хамаарсан функцуудыг сонгохын тулд байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг, ослын үр дагаврын үр дүнд нас баралт, эдийн засгийн шууд хохирлын хэмжээг шулууны, экспоненциал, олон гишүүнт гэсэн (Хүснэгт 1) дараахь төрлийн функцуудыг авч үзсэн болно. Үүнд:

$$1) \quad y = f(x) = ax + b; \quad (1)$$

$$2) \quad y = f(x) = a \cdot e^{b \cdot x}; \quad (2)$$

$$3) \quad y = f(x) = a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 \quad (3)$$

Байгалийн ба хүний үүдэлтэй гамшгийн тоо, нас баралт, материалын хохирлын гэсэн тоон үзүүлэлтийг хамгийн бага квадратын аргаар [5, 7] тооцсон функцүүдийн тооцооны үр дүнг [5, 7] хүснэгтэд үзүүлэв. 2.

Хүснэгт 2

Гамшгийн тоо үзүүлэлтийн үр дүнд үүссэн функцийг хамгийн бага квадратын аргаар тооцоолсны үр дүн

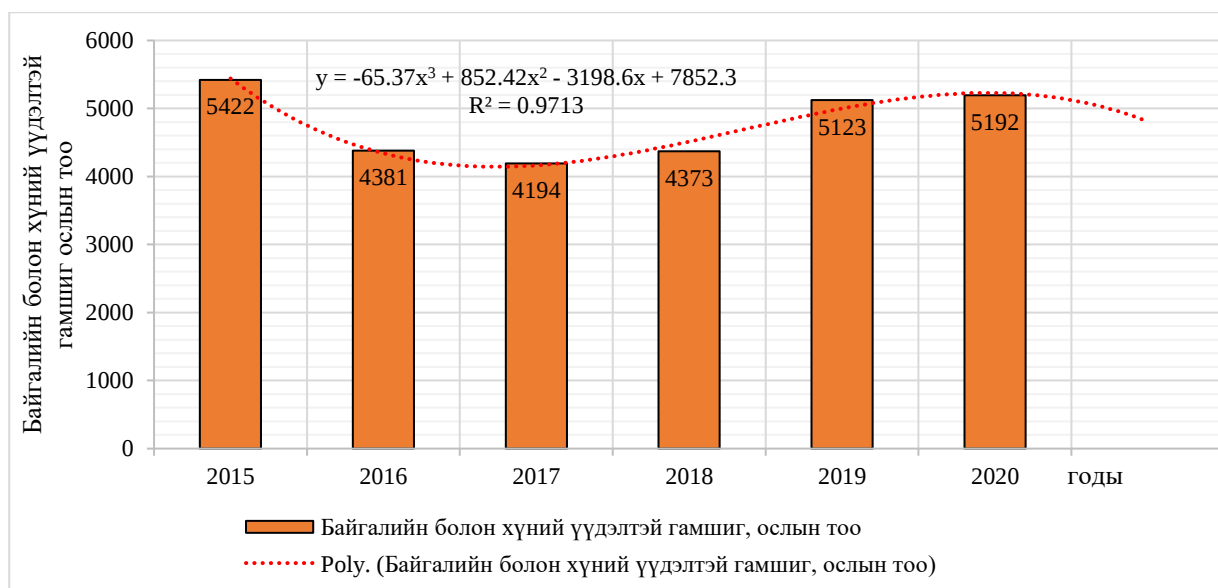
Үндсэн нэршил	Бичигдэж буй функцийн төрөл	Квадрат хазайлтын харгалзах нийлбэр	Дүгэлт
2015-2020 он хүртэлх байгалийн болон хүний үүдэлтэй үүссэн гамшгийн тоо	Шугаман тэгшитгэл: $y = f(x) = 35,857x + 4655,3$	$\sum e_i^2 = 1345298$	$\sum \delta_i^2 = 39189,5 <$ $\sum e_i^2 = 1345298 <$ $\sum \varepsilon_i^2 = 1346839$ тэгэхээр тэгшитгэлийн хамгийн бага квадрат хазайлт: $y = f(x) = -65,37x^3 + 852,4x^2 - 3198,6x + 7852,3$
	Экспоненциал тэгшитгэл: $y = f(x) = 4619 \cdot e^{0,0084 \cdot x},$	$\sum \varepsilon_i^2 = 1346839$	
	Олон гишүүнт тэгшитгэл (гурван зэрэгтэй олон гишүүнт анализ): $y = f(x) = -65,37x^3 + 852,4x^2 - 3198,6x + 7852,3$	$\sum \delta_i^2 = 39189,5$	
2015-2020 он хүртэлх байгалийн болон хүний үүдэлтэй үүссэн гамшгийн улмаас нас барсан хүний тоо	Шугаман тэгшитгэл: $y = f(x) = 4,54x + 198,6,$	$\sum e_i^2 = 1224,3$	$\sum \delta_i^2 = 239,8 < \sum e_i^2 = 1224,3 < \sum \varepsilon_i^2 = 130500,$ тэгэхээр тэгшитгэлийн хамгийн бага квадрат хазайлт: $y = f(x) = 3,463x^3 - 34,004x^2 + 97,819x + 133,33,$
	Экспоненциал тэгшитгэл: $y = f(x) = 75,05 \cdot e^{-0,028 \cdot x},$	$\sum \varepsilon_i^2 = 130500$	
	Олон гишүүнт тэгшитгэл (гурван зэрэгтэй олон гишүүнт анализ): $y = f(x) = 3,463x^3 -$	$\sum \delta_i^2 = 239,8$	

	$34,004x^2 + 97,819x + 133,33,$		
2015-2020 он хүртэлх байгалийн болон хүний үүдэлтэй үүссэн гамшгийн улмаас эдийн засагт учирсан шууд хохирол	Шугаман тэгшитгэл: $y = f(x) = 2.9871x + 63.82$	$\sum e_i^2 = 109268,1$	$\sum \delta_i^2 = 3429,8 <$ $\sum \varepsilon_i^2 = 4251,12 <$ $\sum e_i^2 = 109268,1,$ тэгэхээр тэгшитгэлийн хамгийн бага квадрат хазайлт: $y=f(x) =$ $2,3292x^3 - 21,823x^2 +$ $58,39x + 29,7$
	Экспоненциал тэгшитгэл: $y = f(x) = 63,53 \cdot e^{0,0226 \cdot x},$	$\sum \varepsilon_i^2 = 4251,12$	
	Олон гишүүнт тэгшитгэл (гурван зэрэгтэй олон гишүүнт анализ): $y=f(x) = 2,3292x^3 -$ $21,823x^2 + 58,39x +$ $29,7$	$\sum \delta_i^2 = 3429,8$	

Дээрх хүснэгтэд үзүүлсэн өгөгдлийн дүн шинжилгээ нь гамшгийн гурван тооны үзүүлэлтийн (гамшгийн тоо, нас баралт, материаллаг хохирол) хувьд хамгийн тохиромжтой нь олон гишүүнт функц (гурван зэрэгт, олон гишүүнт) юм гэж дүгнэх боломжтой.

$$y = f(x) = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0.$$

Монгол Улсын хэмжээнд сүүлийн 6 жилд (2015-2020 он) 37 мянга гаруй байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг, ослын мэдээнд дүн шинжилгээ хийсэн байна [6].



Зураг 2. Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдох байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшигийн динамик

2015-2020 оны гамшигийн статистик үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийж, 2021, 2022 онуудын тохиолдож болзошгүй урьдчилсан тооцоог гаргажээ. Судалгаанд хамрагдаж буй параметруудийн үзүүлэлтийг олон гишүүнт (гурван зэрэгт тэгшитгэлийн аргаар) [8, 9] хэлбэрийн функц ашиглан хамгийн бага квадратын аргаар гүйцэтгэсэн.

Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдсон байгалийн болон хүний үүдэлтэй нийт гамшигт хийсэн дүн шинжилгээ (Зураг 2) нь гурван зэрэгт тэгшитгэлт функцээр тодорхойлогддог (олон гишүүнт гурав дахь зэрэгтэй дүн шинжилгээ). Тооцоолол нь дараах параметруудийн дундаж утгыг харуулав: $a_3 = -65.37$; $a_2 = 852.4$; $a_1 = -3198.6$; $a_0 = 7852.3$ буюу дараах тэгшитгэлтэй байна (Зураг 3).

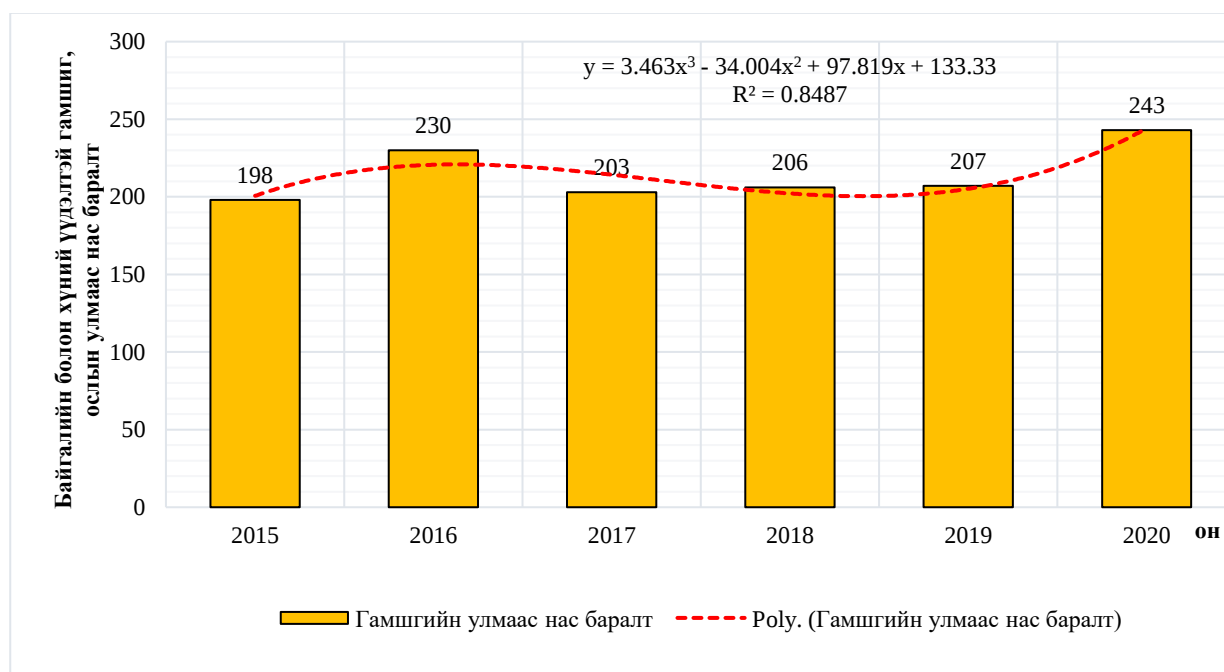
$$y = -65,37x^3 + 852,4x^2 - 3198,6x + 7852,3$$

$$R^2 = 0,97$$

(4)

Шинжилгээгээр 2021 онд Монгол Улсын хэмжээнд 4807 ± 523 байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг тохиолдох төлөвтэй байна. Энэ тохиолдолд бодит мэдээллээс (2021 он) 6 хувиар зөрж байна. Харин 2022 онд 3347 ± 513 Тооцоолсон детерминацийн коэффициент $R^2 = 0.97$, корреляцийн коэффициент $r_{xy} = 0.84$ найдвартай байдал $P \geq 84\%$ байна. Тиймээс гурван зэрэгт тэгшитгэлийн (4) илэрхийлэл нь функц нь 84% магадлалтай байна.

Зураг 3-аас харахад сүүлийн 6 жилийн хугацаанд байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшиг, ослын улмаас нас баралт нэмэгдэх хандлагатай байгааг харуулж байна.



Зураг 3. 2015-2020 он хүртэлх хугацаанд байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн улмаас хүний амь нас хохирсон динамик

Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдсон гамшиг, ослын улмаас нас барсан хүний тооноос хамаарлыг гурван зэрэгт функцээр (3-р зэргийн олон гишүүнт анализ) тодорхойлсон. a_3 үзүүлэлтийн дундаж утга 3.46; a_2 үзүүлэлт - дундаж утга 34.004, a_1 - дундаж утга 97.819, тэгшитгэлийн a_0 үзүүлэлт нь байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн улмаас нас барсан хүний жилийн дундаж тоо 133.3 байна. Эдгээр утгуудын тусламжтайгаар хамаарлыг дараах функцээр тодорхойлно:

$$y = f(x) = 3,46x^3 - 34,004x^2 + 97,819x + 133,33;$$

$$R^2 = 0,84 \quad (5)$$

Шинжилгээгээр 2020 онд Монгол Улсын хэмжээнд 338 ± 17 хүн нас барах төлөвтэй байна (энэ нь 2021 оны бодит статистик үзүүлэлттэй бараг ижил байна), 2022 онд байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн улмаас 511 ± 42 хүн нас барах төлөвтэй байна. Тооцоолсон детерминацийн коэффициент нь $R^2 = 0.84$, корреляцийн коэффициент нь $P > 65\%$ найдвартай

$r_{xy}=0.65$ байсан. Гурван зэрэгт олон гишүүнт функцийн (5) илэрхийлэл нь 65% магадлалыг илэрхийлсэн байна.

Монгол Улсын хэмжээнд сүүлийн 6 жилийн хугацаанд байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн тоо бага зэрэг буурах хандлага ажиглагдаж байна. Гэсэн хэдий ч материаллаг тоон хохирлын хэмжээ нь сүүлийн 2-3 жилд өсөлттэй байгааг зураг 4-т үзүүлэв.

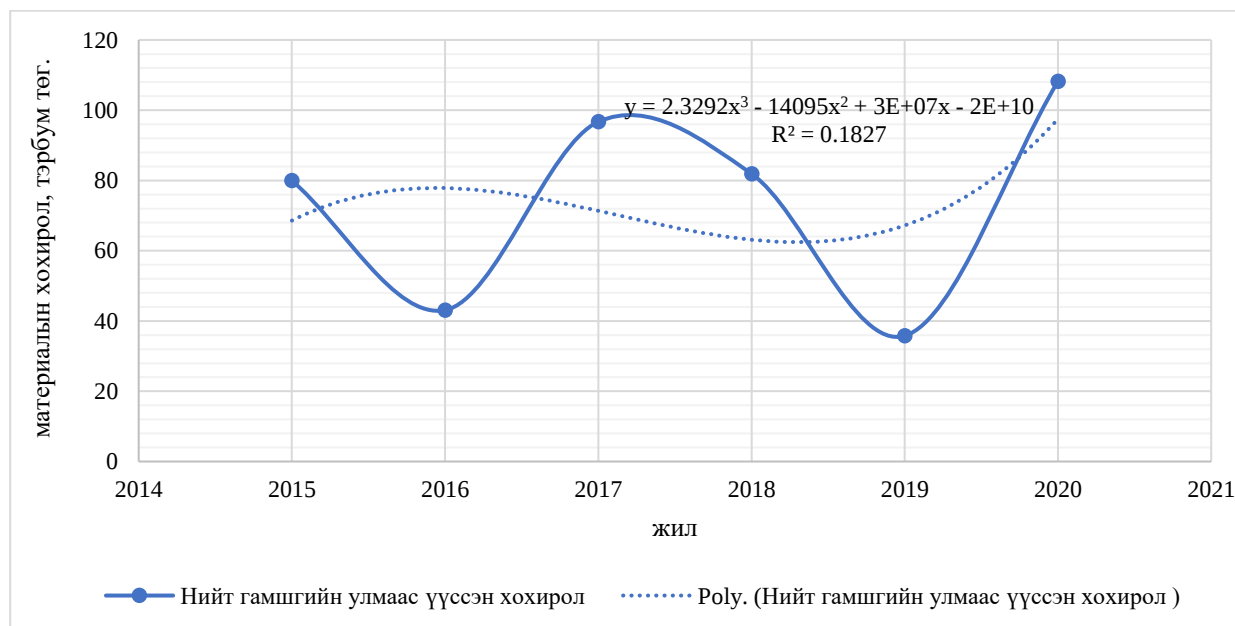
Зураг 4 -т Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдсон гамшиг, ослын улмаас учирсан шууд материаллаг хохирлын динамикийг харуулав.

Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдсон байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн шууд материаллаг хохирлын шинжилгээг дараах хэлбэрийн гурван зэрэгт функцээр шинжлэв:

$$y = 2,3292x^3 - 21,823x^2 + 58,39x + 29,7$$

$$R^2 = 0,18 \quad (6)$$

Шинжилгээний дагуу 2022 онд Монгол Улсын хэмжээнд онцгой байдлын дараах материаллаг хохирол 275.9 тэрбум $\pm$ 41.3 тэрбум төгрөг байх төлөвтэй байна. Тооцоолон тодорхойлох коэффициент $R^2=0.18$, корреляцийн коэффициент $r^{xy}=0.5$ $P>0.5$ байна. Гамшгийн улмаас учирсан хохирлын үр дүнд боловсруулсан гурван зэрэгт функц нь 0.5% магадлалыг илэрхийлж байгаа нь бодит таамаглал дэвшүүлэхэд бага зэрэг эргэлзээтэй юм.



Зураг 4. Монгол Улсад 2015-2020 онд тохиолдсон байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн шууд материаллаг хохирлын динамик

Дүгнэлт

Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт 2015-2020 онд тохиолдсон байгалийн болон хүний хүчин зүйлээс үүдэлтэй гамшгийн статистик мэдээллийг хүргэж байна. Гамшгийн статистик тоон нөхцөл байдал хангалтгүй байгааг судалгааны ажлын үндсэн хэсгээс харж болно.

Нийтлэлд тусгагдсан судалгааны үр дүнгийн дагуу Монгол Улсад тохиолдож болох байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшигт үзэгдлийн тоо, гамшгийн улмаас нас баралт, учирч болох материаллаг хохирлыг урьдчилан таамаглах боломжтой юм. Санал болгож буй математик илэрхийлэл (хамгийн бага квадратын арга) нь 2022 онд 3347 ± 513 байгалийн болон гар аргаар үүссэн гамшигт өртөх магадлалтайг харуулж байна.

Хийсэн шинжилгээний дагуу 2022 онд Монгол Улсын хэмжээнд байгалийн болон хүний үүдэлтэй гамшгийн улмаас 511 ± 42 хүн нас барах төлөвтэй байна.

Мөн шинжилгээний дагуу 2022 онд Монгол Улсад байгалийн болон хүний хүчин зүйлээс үүдэлтэй гамшгийн дараах материаллаг хохирол 275.9 тэрбум ± 41.3 тэрбум төгрөг байх төлөвтэй байгааг тус тус шинжлэн тогтоож байна.

Судалгааны үр дүнг Онцгой байдлын ерөнхий газрын статистик тоон мэдээлэлд оруулах саналтайгаас гадна ОБЕГ-ын Гамшгаас урьдчилан сэргийлэх газрын мэргэжилтнүүд болон гамшгийн эрсдэлийн удирдлага, эрсдэлийг бууруулах үйл ажиллагаанд ашиглах боломжтой.

Ашигласан материал

1. Байгалмаа, Энхтувшин. Результаты анализа статистики пожаров на территории Монголии [Электронный ресурс] / Байгалмаа Энхтувшин // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 4 (80). – 2018. – С. 9-23. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-4/04-04-18.ttb.pdf> (дата обращения 10.02.2022).

2. 2021 оны Монгол Улсын хүн амын тоон мэдээлэл / Монгол Улсын статистикийн хороо [Цахим эх сурвалж]. Хандалтын горим: https://www.1212.mn/tables.aspx?tbl_id=DT_NSO_2400_012V1&CL_24_1_2_select_all=0&CL_24_12SingleSelect=1_8_9&YearM_select_all=0&YearMSingleSelect=202112_202012_201912_201812_201712_201612_201512&YearY_select_all=0&YearYSingleSelect=&viewtype=table (хандсан огноо 2022.02.25).

3. 2021 оны тайлан / Монгол дахь Дэлхийн банк [Цахим эх сурвалж].
Хандалтын горим: <http://www.worldbank.org/mn/country/mongolia/overview>
(хандсан огноо 2022.02.08).

4. Пожарная статистика: учебное пособие / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, М.П. Григорьева. – М.: Академия МЧС России, 2017. 108 с.

5. Интернет - портал по методу наименьших квадратов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mathprofi.ru/metod_naimenshih_kvadratov.html

6. Гамшгийн тоон мэдээлэл / Монгол Улсын статистикийн хороо [Цахим эх сурвалж]. Хандалтын горим: https://www.1212.mn/tables.aspx?tbl_id=DT_NSO_2400_012V1&CL_24_1_2_select_all=0&CL_24_12SingleSelect=1_8_9&YearM_select_all=0&YearMSingleSelect=202112_202012_201912_201812_201712_201612_201512&YearY_select_all=0&YearYSingleSelect=&viewtype=table (хандсан огноо 2022.02.25).

7. Малышева, Т.А. Численные методы и компьютерное моделирование. Лабораторный практикум по аппроксимации функций: учебное пособие [Текст] / Т.А. Малышева. – М.: Университет ИТМО, 2016. – 33 с.

8. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения: Учебное пособие для практических занятий / Под ред. В.З. Кучеренко. –М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 192 с.

9. Лемешко Б.Ю., Блинов П.Ю. Критерии проверки отклонения распределения от равномерного закона. Руководство по применению. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 182 с.