

Зигби Модул Ашигласан Тариалангийн Талбайн Хяналтын Систем

Рагчаа Бямбажав *, Цагаанчулуун Сугир **, Аюурзана Одгэрэл***
ШУТИС, МХТС, Электроникийн Салбар
[*r.byambajav@must.edu.mn](mailto:r.byambajav@must.edu.mn), [**sugir@must.edu.mn](mailto:sugir@must.edu.mn), [***odgerel55@gmail.com](mailto:odgerel55@gmail.com)

Хураангуй – Энэ судалгааны ажлаар Монгол орны хөдөө аж ахуйн салбарт тэр дундаа их хэмжээний талбайтай газар тариалан болон хүнсний ногооны талбайн хөрсний чийг, орчны температур болон нарны эрчимийг хянахад зориулсан Зигби утасгүй богино зайд өгөгдөл дамжуулах модулыг хөгжүүлэн туршсан. Модулуудыг од хэлбэрийн топологиор холбон мэдрүүрүүдийн утгыг төв дээр цуглуулсан. Утасгүй модулд хөрсний чийг болон фото мэдрүүр холбон туршилт хийн тодорхойломжийг гарган авсан.

Түлхүүр үгс—Нарны эрчим,хөрсний чийг,агаарын даралт

I. УДИРТГАЛ

Хүнсний технологийн хэт хөгжлийн дүнд дэлхийн хүн амын эрүүл мэндэд химийн нэмэлт бодис бүхий хүнсний бүтээгдэхүүний нөлөөлөх хорт нөлөөлөл ноцтой аюул учруулах хэмжээнд хүрснийг олон улсын судалгаа шинжилгээний ажлын үр дүн нотолсоор байна[1]. Тиймээс эрүүл аж төрөхөд эрүүл, биологийн хүнс хэрэглэх нь чухал болжээ. Монгол улсын засгийн газраас нэгд, хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалах, хоёрт дотоодын эдийн засгийг сэргээх зорилгоор 2008 оноос “Атрын III аян” үндэсний хөтөлбөрийг хэрэгжүүлсэн. Энэ хөтөлбөрийн дүнд 2010-2014 онд ХАА-н салбарт оруулсан хөрөнгө оруулалтын хэмжээ 232%-аар нэмэгдэж, нийт ХО-д эзлэх хувь 1,4% болсон байна. 2007 оноос 2013 он хүртэл 6 жилийн хугацаанд газар тариалангийн бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэл 520,12 тэрбум төгрөг болтол 201%-аар нэмэгдсэн байна. Импортын гурилийн өртөг 2008 онд 54680 ам.доллар байсан бол жил бүр тасралтгүй буурсаар 2015 онд 6012.8 ам.доллар болжээ. Цаашид ч мөн газар тариалангийн хэмжээ нэмэгдэх эрэлт их байгаа билээ. Гэвч дэлхийн дулааралтай холбоотойгоор ургацын хэмжээ багасах болсон тул газар тариалан эрхлэгчид сүүлийн жилүүдэд нэгдсэн усалгааны системийг хэрэглэх болсон билээ. Жишээлбэл усалгаатай 1 га талбайгаас 2014 онд 121.7ц төмс, хүнсний ногоо хураасан бол 2015 онд 115.2ц ургац хураажээ. Гэтэл байгалийн усалгаатай талбайн жин ихтэй[2] үр тариа, буудайн тариалалтын 1 га талбайгаас хураах буудай, үр тариан хэмжээ 2014 онд 16.6ц байсан бол ган болсны улмаас 2015 онд 5.6ц болтол буурсан нь усалгаатай тариалалтын систем нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага байгааг харуулж байна[3]. Энэ системийг автоматжуулахад тариалангийн талбайн нөхцөл байдлыг бодитоор тодорхойлох хяналтын механизм чухал билээ.

Технологийн хөгжлийг дагаад электроникийн системүүдэд утас ашигласан технологиос зайлсхийж утасгүй технологиудыг ашиглах тал руу явж байна. Утасгүй технологи нь техник, эдийн засгийн хувьд олон давуу талтай юм. Утасгүйгээр ойрын зайд өгөгдөл дамжуулах RF, Bluetooth, UWB, Зигби (ZigBee) гэх мэт олон стандарт боловсруулагдан хэрэглэгдэж байна. Эдгээрээс сүүлийн үед Зигби технологийг дэлхий даяар ойрын зайн, утасгүйөгөдөл дамжуулалтанд түлхүү хэрэглэж байна.

Зигби технологийг IEEE 802.15.4 стандартад зохицон ажилладаг, өртөг багатай, овор хэмжээ жижиг, цахилгаан бага зарцуулдаг байхаар тооцон боловсруулсан байдаг[4]. Мөн Од (1:1) /Star/, Кластер мод (1:n) /Cluster tree/, Top (1:n) /Mesh/ төрлийн сүлжээнүүд үүсгэх боломжтой. 250kB/sec хүртэлх хурдаар 50kB хэмжээтэй өгөгдлийг хамгийн хялбархан аргаар дамжуулах энгийн протоколтой. Сүлжээний багтаамж нь хамгийн ихдээ 65536ширхэгЗигби модул хоорондоо холбогдож өгөгдөл солилцох боломжтой байдаг[5].Зигбигийнстандарт протокол нь ZigBee 2006, 2007, PRO гэсэн хувилбаруудаар боловсруулагдан хөгжиж байна [6].

Дараах 3-н үүрэг бүхийЗигбимодул байна.

- 1) Зигби Зохицуулагч - ZC (ZigBee Coordinator)
- 2) Зигби Чиглүүлэгч - ZR (ZigBee Router)
- 3) Зигби төгсгөлийн төхөөрөмж - ZED (ZigBee end device)

ZCнь сүлжээний ерөнхий зохицуулагчийн үүргийг гүйцэтгэх бөгөөд тухайн сүлжээнд нэг л байна. ZR нь сүлжээг өргөтгөхөд ашиглах бөгөөд ирсэн өгөгдөлийг бусад модулууд руу чиглүүлэгч хийж өгнө. ZED-д мэдрүүрүүд холбоотой байх ба мэдрүүрийн мэдээллийг ZRболон ZC-ээр дамжуулан мэдээллийн төв рүү авна.

Антену төрөл, хэмжээнээс хамаарч 100м ~ 1000м хүртэл зайд өгөгдөл дамжуулах боломжтой. Дайпол (Dipole) ашигласан үед саадгүй орчинд 1000м, чип антен ашигласан үед саадгүй үед 150м хүртэлх зайд өгөгдөл дамжуулах боломжтой юм. Энэхүү судалгааны ажлаар дайпол антен ашиглан туршилт хийсэн болно.

A. Буудайн ургалтанд нөлөөлөх хүчин зүйлс

Буудайн тариалалтанд хөрсний чанараас гадна дараах хүчин зүйлүүд чухал нөлөөтэй байдаг.

Хүснэгт. 1. Буудайн ургалтанд нөлөөлөх гадаад хүчин зүйл

Хүчин зүйл	Нөлөөлөл
------------	----------

Хөрсний чийг	Тогтмол хувь байх нь өндөр ургац авах гол нөхцөл
Агаарын температур	Хоногийн хэлбэлзэлийн өөрчлөлтийг хянаснаар буудай ургуулах технологийн процессийг удирдаж болохоос гадна ургац алдах эрсдэлээс тодорхой хувиар сэргийлнэ.
Агаарын даралт	Агаарын даралтын хэлбэлзэл хөрсний чийгшилтэнд үлэмж нөлөөтэй
Нарны гэрлийн эрчим	Чанартай ургац хураах үндсэн нөхцөлийн нэг.
UV цацраг	
Хөрсний температур	Ургамалын ургалтанд нөлөөлнө.

Иймд тариалангийн талбайн хяналтын систем нь

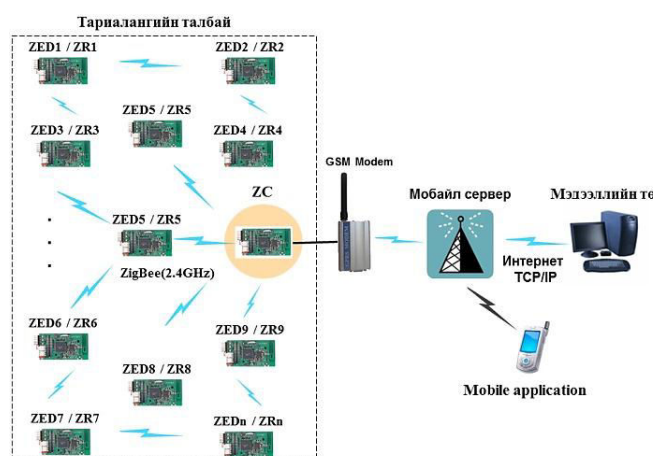
- ✓ Хөрсний харьцангуй чийгшилт
- ✓ Агаарын температур
- ✓ Агаарын даралт
- ✓ Нарны гэрлийн эрчим хүч

зэрэг параметруудыг 24 цагийн турш тодорхой давтамжтайгаар, тариалангийн бүх хугацаанд хянах, мэдээлэх үйл ажиллагаа явуулна.

II. СИСТЕМЫН ДИЗАЙН БА ШИЙДЭЛ

A. Системийн бүтэц

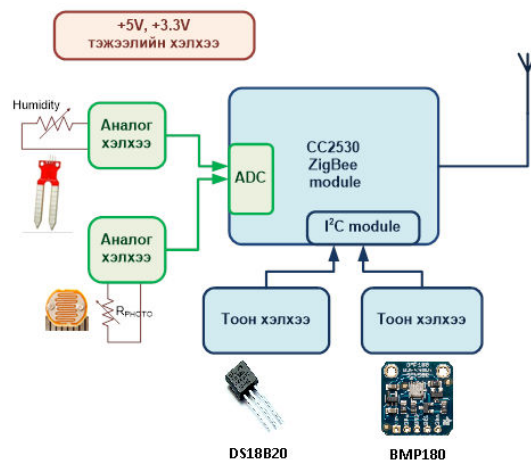
Зураг1-т системийн ерөнхий диаграммыг тариалангийн талбайн тухайн хэсэг дэхорчны температур, агаарын даралт, нарны гэрлийн эрчим, хөрсний чийгийг хэмжиж төв сервер рүү илгээх зарчмаар хийснийг харуулав. Хяналтын цэг бүр температур, даралт, нарны гэрлийн эрчим болон чийгийг хэмжинэ. Хяналтын цэгүүд торон топологи үүсгэн холбогдоно. Энэ нь дурын модул өөрийн өгөгдөлөө бусад өөрт нь хамгийн ойр байгаа модулуудаар дамжуулан мэдээллийн төв рүү илгээх юм. Мэдээллийн төв нь тухайн аж ахуйн нэгж компаний төв дээр байрлана. Хяналтын цэгүүдийн өгөгдлийг Зигби зохицуулагч (ZC) нь багцлан, GSM-ын модемоор үүрэн сүлжээний сервер ашиглан мэдээллийн төв рүү тодорхой давтамжтайгаар илгээнэ. Мөн тухайн талбайг хариуцагчийн утас руу мэдээлэл илгээх бөгөөд хариуцагч хүссэн үедээ утсаараа мэдээллийг харж болно.



Зураг.1. Системийн ерөнхий бүтэц

B. Нэгж хяналтын цэгийн бүтэц

70x70м талбайг нэг нэгж гэж үзэн, нэгж бүрд нэг модул байрлуулна. Нэгж хяналтын цэгийн Зигби модулын бүтцийг зураг 2-т харуулав.



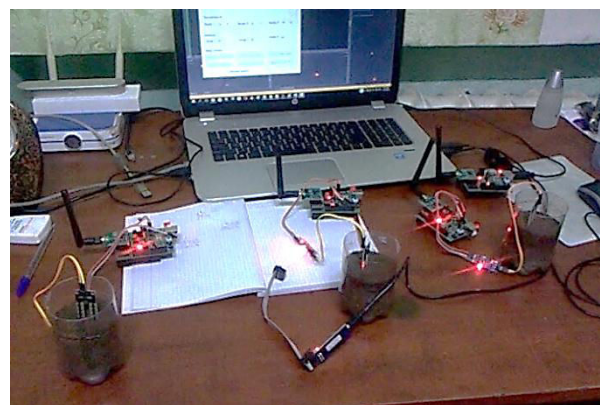
Зураг.2. Нэгж хяналтын цэг дэх модулын бүтцийн диаграм

Энэхүү хяналтын цэг нь CC2530SoC-д суурилсан байх бөгөөд удирдлагатай тогтмол тэжээлийн үүсгүүр, нарны эрчим болон хөрсний чийгийг тодорхойлох мэдрүүрийн аналог модул, агаарын даралт болон температурыг хэмжих тоон гаралттай мэдрэгчүүдийг агуулсан, батерейгаар тэжээгддэг, бие даасан систем байна.

III. ТУРШИЛТ, ҮР ДҮН

A. Туршилтанд ашигласан төхөөрөмж болон мэдрүүр

Туршилтыг зураг 3-т үзүүлсэн шиг нэг ZC (ZigBee Coordinator), гурван ZED (ZigBee End Device) модулуудыг од холболтоор холбон хийсэн. ZED-д мэдрүүрүүдийг холбон хэмжилтийн мэдээллийг ZC-рүү тодорхой давтамжтайгаар дамжуулсан.



Зураг.3. Туршилт хийж буй байдал

Агаарын даралт болон температурыг хэмжихэд тоон гаралттай (DS18B20, BMP180) мэдрүүрийн модул ашиглаж байгаа тул түүний хэмжилтийн функц илэрхий байв.

Харин хөрсний чийг, нарны эрчимийг хэмжихэд резистив чанартай аналог мэдрүүр ашигласан ба

туршилтын аргаар хэмжилтийн функцийг тодорхойлсон.

В. Хөрсний чийг хэмжих

Хөрсний чийгийг хэмжихэд YL-69серийн резистив мэдрүүрийг ашигласан бөгөөд туршилтын ажлыг анхны чийгийг нь тодорхойлсон, хоёр төрлийн, тогтмол жинтэй хөрсөнд ус нэмэх замаар хөрсний чийгийг нэмэгдүүлж, харгалзах гаралтын хүчдэлийг нь хэмжиж хийсэн. Ингэхдээ хөрсөн дэх усны агууламжийг Монгол улсын MNS2143:2000 дугаар стандартын 4-р бүлэгт заасан аргачиллаар тодорхойлсон болно.

Туршилтыг гадаа талбайн болон хүлэмжийн хөрсөнд хийсэн бөгөөд туршилтын үр дүнг хүснэгт 2-т харуулав.

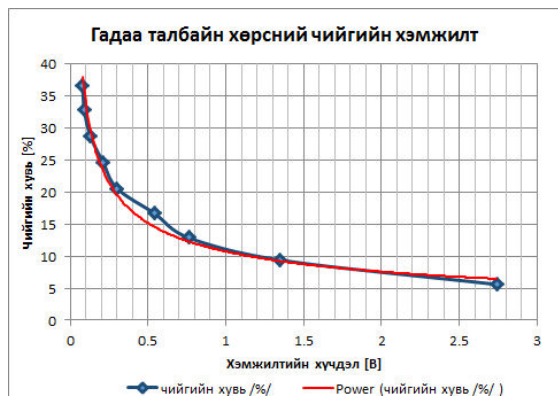
$$H = 10.717U^{-0.501} \quad (1)$$

Хөрсний чийгийн мэдрэгчийн загвар нь (1) тэгшитгэлээр $R^2=0.9816$ коэффициенттэй тодорхойлогдсон ба зураг 4-д мэдрэгчийн гаралтын хүчдэл ба загвар хоёрын хамаарлыг үзүүлэв.

Хүснэгт.2. Хөрсөн дэх чийгийн агууламжийг тодорхойлох мэдрэгчийн тодорхойломжийг гаргах хэмжилтийн утга

№	Мэдрүүрийн хэмжилт /В/		Хөрсний жин /гр/	Хөрсөнд хусны жин /гр/	Чийгийн хувь /%/
	Усалсан үед	Чийгийн тархалт жиг-дэрсэн үед			
1	2.74	2.74	2735	136.58	5.6
2	1	1.35	2830	231.58	9.4
3	0.95	0.76	2915	316.58	12.9
4	0.47	0.54	3010	411.58	16.7
5	0.48	0.3	3105	506.58	20.6
6	0.22	0.21	3205	606.58	24.7
7	0.16	0.13	3305	706.58	28.7
8	0.16	0.09	3405	806.58	32.8
9	0.05	0.08	3500	901.58	36.7

Гадаа талбай болон хүлэмжнээс дээжилсэн хөрс дээр тус бүрд нь мэдрэгчийн тодорхойломжийг гаргасан ба дээрх хэмжилт нь гадаад талбайн хөрс дээр хийгдсэн болно.



Зураг.4. Хөрсний чийгийн мэдрэгчийн тодорхойломж

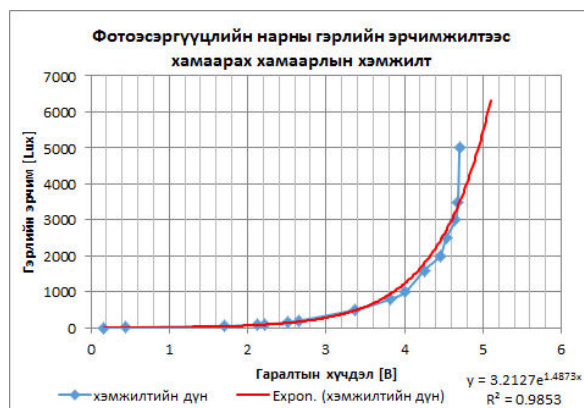
С. Гэрлийн эрчим хэмжих

Нарны эрчимийг гэрэл мэдрэх талбайгаараа 3 өөр хэмжээтэй фотоэсэргүүцлүүд ашигласан аналог хэлхээгээр хэмжсэн бөгөөд тусаж байгаа гэрлийн эрчимийг люксметр ашиглан тодорхойлсон. Фотоэсэргүүцэл бүрийн нарны гэрлийн эрчимжилтээс хамаарах хамаарлыг доор үзүүлэв.

Хүснэгт.3. Фото эсэргүүцлийн нарны гэрлийн эрчимжилтээс хамаарах хамаарал

№	Эсэргүүцэл (Ом)	Гаралтын хүчдэл (В)	Гэрлийн эрчим (Л)
1	122423.5	0.17	2
2	43573.33	0.45	10
3	8372.353	1.7	50
4	5814.085	2.13	80
5	5404.054	2.22	100
6	4248.81	2.52	150
7	3798.872	2.66	200
8	2092.582	3.37	500
9	1339.529	3.82	800
10	1072.319	4.01	1000
11	768.9412	4.25	1600
12	541.1236	4.45	2000
13	455.6291	4.53	2500
14	332.9032	4.65	3000
15	303.2051	4.68	3500
16	283.617	4.7	5000

Гэрлийн эрчим нь ургамал ургах нэн шаардлагатай параметруудийн нэг бөгөөд гадаа орчинд эрчимжилт нь 20000 люксээс дээш байдаг байна. Харин бүрхэг үед 5000 люксээс доош байна.



Зураг.5. Гэрлийн эрчимийн тодорхойломж

Д. Системийн хяналт, удирдлагын програм

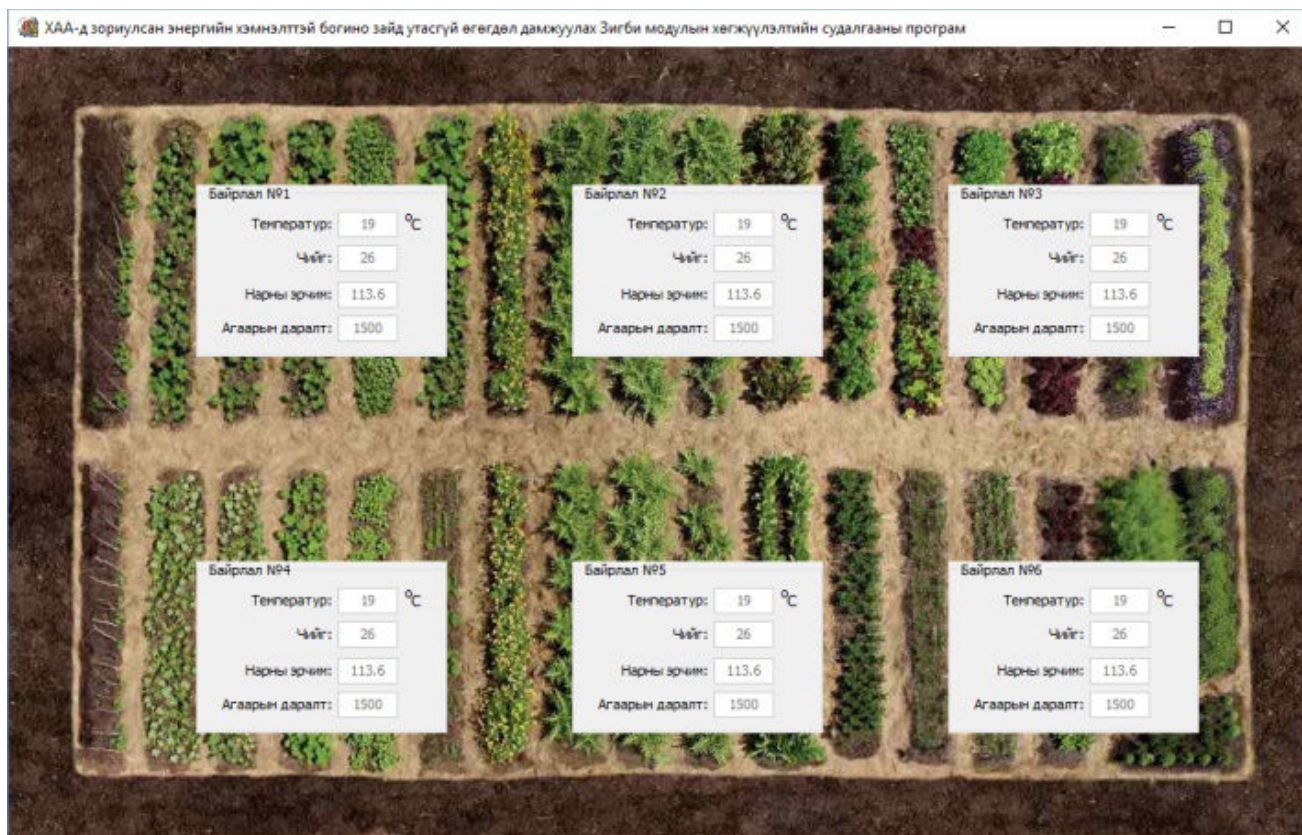
Системийн хяналтын програмын интерфэйсийг зураг 6-д харуулав. Хяналтын цэг бүр дээр байрлалтай Зигби модулын мэдрүүрийн утгуудыг зурагт харуулсан шиг үзүүлнэ.

Мөн бүх мэдрүүрүүдийн утга болон системийн төлвүүд мэдээллийн баазад хадгалагдана. Ингэснээр тайланг бүх хэлбэрээр хэвлэх болон статистик мэдээллүүдийг харах боломжтой.

IV. Дүгнэлт

Тариалангийн талбайн хяналтын систем хөгжүүлэхсудалгааны ажлын эхний шатанд талбайн хөрсний чийг, агаарын даралт, орчны температур болон нарны эрчимийг хянахад зориулсан Зигби утасгүй, богино зайд өгөгдөл дамжуулах модулийг

хөгжүүлэн туршсан. Зигби модулуудыг од хэлбэрийн топологи үүсгэн холбож мэдрүүрүүдийн утгыг мэдээллийн төвийн сервер дээр цуглуулсан. Утасгүй модульд хөрсний чийг болон фото мэдрүүр холбон туршилт хийн тодорхойломжийг гарган авсан.



Зураг.6. Системийн хяналт, удирдлагын програмын интерфэйс

Судалгааны ажлын дараагийн шатанд хяналтын цэгүүдийн модулуудын хэрэглэх энергийг хэмнэх техникийн болон замчлалын алгоритмуудын (routing algorithm) тухай судалгаа хийж, хэрэгжүүлнэ. Мөн модулуудыг мэш буюу торон сүлжээний топологи үүсгэн холбож өгөгдөл дамжуулах ажлуудыг хийнэ.

Энэ системийг хөгжүүлснээр тариаланчид ургацын боловсрох үе шатыг хянах, урьдчилан тооцоолох, төлөвлөх, ургац алдах эрсдэлээс сэргийлэх боломжтой болно.

ТАЛАРХАЛ

Уг судалгааны ажил нь БСШУЯ, Азийн Хөгжлийн банк, ШУТСангийн Дээд Боловсролыг Шинэчлэлийн 2015120740-р дугаар бүхий "Хөдөө аж ахуйд зориулсан энергийн хэмнэлттэй богино зайд утасгүй өгөгдөл дамжуулах Зигби модулын хөгжүүлэлтийн судалгаа" нэртэй төслийн санхүүжилтээр хийгдсэн.

НОМЗҮЙ

- [1] "Хүнсний аюулгүй байдал" үндэсний хөтөлбөр <http://www.legalinfo.mn/annex/details/2477?lawid=5415>
- [2] Усалгаатай тариалангийн талбайн нөөц. Хүнс, Хөдөө Аж Ахуйн Яам. <http://mofa.gov.mn>

- [3] Статистикийн мэдээллийн нэгдсэн сан <http://www.1212.mn>
- [4] Sinem Coleri Ergen "ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary", Sep 10, 2004.
- [5] ZigBee Alliance, Network Specification Version 1.0, Dec 2004.
- [6] NXP "ZigBee PRO Stack User Guide" Dec 2012.