



## ХӨВ, ЦӨӨРӨМ БАЙГУУЛАХ ГАЗРЫН ТОХИРОМЖТОЙ БАЙДЛЫН ҮНЭЛГЭЭ ХИЙХ АРГА ЗҮЙ, ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ

### ХЯЗГААРЛАЛТ

Хөв, цөөрмийг ашиглалт хүртэлх нийт 5 үе шатад хуваан үзэж болох бөгөөд үүнд:

1. Тохиромжтой газруудыг тогтоох
2. Сонголт хийх
3. Тооцоо хийх
4. Барилга байгууламж барих
5. Ашиглах

Эхний үе шатад тухайн газар нутагт хөв, цөөрөм байгуулах тохиромжтой хэдэн газар, хаана байгааг судалгааны үндсэн дээр шинжлэх ухааны үндэстэйгээр тодорхойлно. Үүний дараа тухайн орон нутаг нь нийгэм, эдийн засаг, байгалийн хэрэгцээ шаардлагыг харгалзан өмнөх шатад тодорхойлогдсон газруудаас аль нь болохыг сонгож, шийдвэрээ гаргана. Гуравдугаар үе шатад усны инженерүүд ирж, тухайн сонгосон газарт ямар хэмжээний, хэдий хүчин чадалтай хөв, цөөрмийг ямар технологиор барих нарийвчилсан судалгаа, тооцоог хийнэ. Ингэсний дараа тэдний тооцоог үндэслэн усны барилга байгууламж баригдах бөгөөд ашиглалтад шилжүүлнэ.



Зураг 1. Хөв, цөөрмийн ашиглалт хүртэлх дараалал

Энэхүү арга зүй нь дээрх үе шатуудын хамгийн эхний шатад хамаарах бөгөөд олон улсын туршлага дээр тулгуурлан өөрийн орны онцлогт тохируулан Монгол орны байгалийн бүх бүс, бүслүүрт ашиглах боломжтойгоор зохиосон. Энэ нь бүх хүчин зүйлсийн тохиромжтой ба тохиромжгүй гэсэн ангиллын хооронд зайцын утга аваагүй, харин тухайн бүс нутгийн онцлогоос хамаарсан хүчин зүйлсийн хамгийн их, хамгийн бага утгуудыг стандартчилсан. Өөрөөр хэлбэл, Монгол орны хэмжээнд хүчин зүйлсийн зайцын утгыг тогтоовол хангайн бүсэд тохиромжтой гэж үнэлэгдсэн хүчин зүйл говийн бүсэд тохиромжгүй болж хувирах буюу Монгол орны өмнөд ба зүүн нутгуудаар хөв, цөөрөм байгуулахад тохиромжтой гэж үнэлэгдэх газар бараг олдхоггүй болно. Дүгнэвэл, байгалийн аль нэг бүсэд тохиромжтой эсвэл тохиромжгүй гэж үнэлэгдсэн үзүүдэлтийг нөгөө бүсэд шууд утгаар нь хөрвүүлэн ойлгож болохгүй буюу тохиромжтой эсэх нь зөвхөн тухайн байгалийн бүсдээ л хүчинтэй. Тайлбарлавал, хангайн бүсэд 300 мм/жил хур тунадас орох нь хөв, цөөрөм байгуулахад тохиромжтой газрыг тогтооход хүчтэй нөлөөлдөг байлаа гэхэд энэ хэмжээний хур тунадас говийн бүсэд орохгүй буюу тохиромжтой гэсэн тодорхойлогдох боломжгүй байдал үүснэ. Стандартчилах арга нь энэ мэт хагуу тогтоосон зайцыг хэрэглэдэггүй бөгөөд хүчин зүйлсийн тухайн бүс дэх утгыг ашиглан тохиромжтой эсэхийг тогтоодог тул 300 мм/жил хур тунадас нь хангайн бүсэд, 100 мм/жил хур тунадас нь говийн бүсдээ ижилхэн тохиромжтой гэсэн үнэлгээг үүсгэнэ.

### ЗОРИУЛАЛТ

Энэхүү арга зүй дээрх схемд үзүүлсэн дарааллын эхний алхамд буюу хөв, цөөрөм байгуулах тохиромжтой газрыг тодорхойлоход зориулагдсан. Үүнийг усны мэргэжлийн байгууллагууд, орон нутгийн захиргаа, устай холбоотой бодлого боловсруулагч төрийн



2. Гадаргын урсцын чиглэл
  3. Ус хурах талбай
  4. Газрын хэвгий
  5. Хөрсний ус нэвчиц хөрсний физик шинж чанар
    - a. Намагших буюу ус үл нэвчүүлэх гадарга – байгалийн тогтоц
    - b. Инженерийн хийц – ус үл нэвчүүлэх гадарга үүсгэх
  6. Хур тунадасны хэмжээ
  7. Ууршиц
  8. Урсцын модуль
  9. Ойн сан
2. Хүний хүчин зүйлс
1. Газар тариалан
  2. Авто зам
  3. Хот суурин
  4. Уул уурхай
  5. Газар ашиглалтын бусад хэлбэр

### АШИГЛАХ МЭДЭЭ, МАТЕРИАЛ

Олон улсын болон өөрийн орны туршлага, шинжлэх ухааны тооцоолол, байгалийн процесс дээр тулгуурлан дараах мэдээнүүд хөв, цөөрөм байгуулах тохиромжтой газрын үнэлгээ хийхэд шаардлагатай. Үүнд:

Хүснэгт 1. Шаардлагатай эх мэдээ

№	Эх мэдээ	Хэрэглэгдэхүүн
1	Өндрийн тоон загвар	Геоморфологийн шинж чанар, хонхор хотгор газар, урсцын чиглэл, ус хурах талбай, газрын хэвгий, потенциал урсац, урсцын модуль зэргийг тодорхойлох
2	Гадаргын усан сүлжээ	Ус тогтох боломжтой хонхор хотгор газруудыг шалгах, гадаргын усны байршлыг тодорхойлох, байнгын тогтоцтой нуурын хувьд хязгаарлалт байдлаар хэрэглэгдэнэ. Голын хувьд хүчин зүйл байдлаар ашиглагдана.
3	Газар тариалан	Газар тариалангийн талбайн тархалтыг тогтоож, хязгаарлалт байдлаар хэрэглэгдэнэ.
4	Авто зам	Асфальтан болон хөрсөн замын сүлжээ гаргах, замаас 50 метрийн орчны бүсийг татаж, хязгаарлалт байдлаар хэрэглэгдэнэ.
5	Хот суурин	Хот суурин газрын байршлыг тогтоож, хязгаарлалт байдлаар хэрэглэгдэнэ.
6	Ойн сан	Ойн сан, мод үржүүлгийн газрын байршил, тархалтыг гаргаж, хязгаарлалт байдлаар хэрэглэгдэнэ.
7	Уул уурхай	Уул уурхайн ашиглалтын талбайн байршлыг гаргаж, хязгаарлалт байдлаар хэрэглэгдэнэ.
8	Засаг захиргааны нэгж	Судалгааны талбайн хил хязгаарыг тогтоох
9	Хөрс	Хөрсний шинж чанар, механик бүрэлдэхүүн, ус нэвчицийг үнэлж, хүчин зүйл хэлбэрээр ашиглана.
10	Байр зүйн зураг	Судалгааны талбай суурь нөхцөл, байр зүйг тодорхойлно.
11	Хур тунадас	Судалгааны талбай орчмын хур тунадасны хэмжээг олон улсын мэдээллийн сан болон өөрийн орны цаг уурын станцын мэдээг ашиглан гаргах бөгөөд үндсэн оролтын мэдээ, хүчин зүйл байдлаар хэрэглэгдэнэ.
12	Агаарын хэм	Судалгааны талбай орчмын ууршиц мэдээг /агаарын хэм, харьцангуй чийгшил/ өөрийн орны цаг уурын станцын мэдээ болон дэлхийн цаг уурын мэдээг ашиглан гаргах бөгөөд хүчин зүйл байдлаар хэрэглэгдэнэ.
13	Харьцангуй чийгшил	

## МЭДЭЭ БОЛОВСРУУЛАЛТ

Дээрх эх мэдээг ашиглаж дараах аргуудын дагуу тооцоолол хийж, холбогдох завсрын үр дүнгүүдийг гарган авна.

Хүснэгт 2. Мэдээ боловсруулалт

№	Ашигласан мэдээ	Арга	Завсрын үр дүн
1	Өндрийн тоон загвар	Детерминистик 8 загвар	Хонхор хотгор газрууд
2	Өндрийн тоон загвар	Чиглэлийн тооцоолол	Урсцын чиглэл
3	Өндрийн тоон загвар	Сав газрын тооцоолол	Ус хурах талбай
4	Өндрийн тоон загвар	Хэвгийн тооцоолол	Газрын хэвгий
5	Өндрийн тоон загвар	Урсцын модуль тооцоолол	Урсцын модуль
6	Засаг захиргааны нэгж	Клип (clip) анализ	Судалгааны талбайн хил зааг
7	Уул уурхай	Давхцуулах арга	Давхацсан хонхор хотгор газрууд хасагдсан.
8	Ойн сан	Давхцуулах арга	Давхацсан хонхор хотгор газрууд хасагдсан.
9	Хот суурин	Давхцуулах арга	Давхацсан хонхор хотгор газрууд хасагдсан.
10	Авто зам	Давхцуулах арга	Давхацсан хонхор хотгор газрууд хасагдсан.
11	Газар тариалан	Давхцуулах арга	Давхацсан хонхор хотгор газрууд хасагдсан.
12	Хөрс	ОЗОШАнализ	Хөрсний ус нэвчиц дээр үндэслэн тохиромжтой байрлалыг тогтоов.
13	Нуур	Давхцуулах арга	Давхацсан хонхор хотгор газрууд хасагдсан.
14	Хур тунадас	ОЗОШАнализ	Хур тунадасны нийлбэр хэмжээ дээр үндэслэн тохиромжтой байрлалыг тогтоов.
15	Агаарын хэм	Бланей Криддл-Ивановын арга	Ууршицын аргаар тооцсон бөгөөд түүнийг үндэслэн тохиромжтой байрлалыг тогтоов.
16	Харьцангуй чийгшил		
17	Гол	Эквивалент зайн арга	Голоос алслагдах зайг тооцож, хүчин зүйл байдлаар тохиромжтой байрлалыг тогтоов.

## АРГА ЗҮЙ

Орон зайн сэдэвчилсэн мэдээнүүдийг ГМС-д оруулж, түүнийгээ олон шалгуурт анализ, мэдлэг ба хамаарлын менежментэд суурилан шийдвэр гаргагч нарт хэрэгтэй мэдээлэл боловсруулна. ОЗОША-ыг ашиглахдаа байгаа мэдээнд тулгуурласан зарчмыг баримталж болохгүй. Харин асуудал шийдэх зарчмыг баримтална.

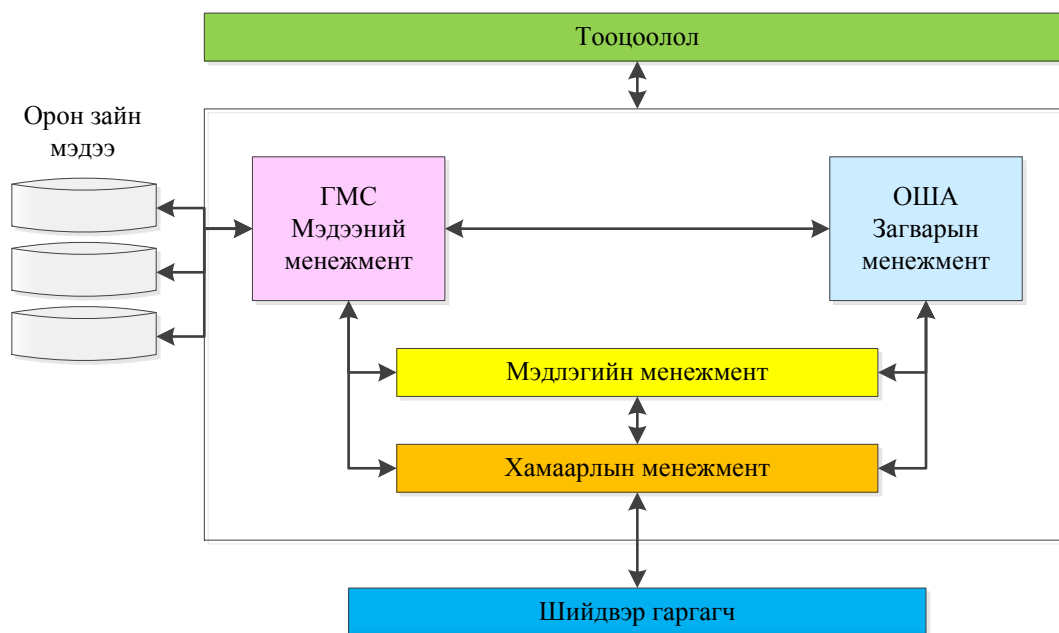


Зураг 2. ОЗОША-ын ажиллах зарчим

Хөв, цөөрөм байгуулах газрын тохиромжтой байдлын үнэлгээ хийхэд дараах үндсэн гурван асуултад хариулах хэрэгтэй. Үүнд:

1. Юу? Хөв, цөөрөм
2. Хаана? Газарзүйн байршил
3. Хэзээ? Цаг хугацаа

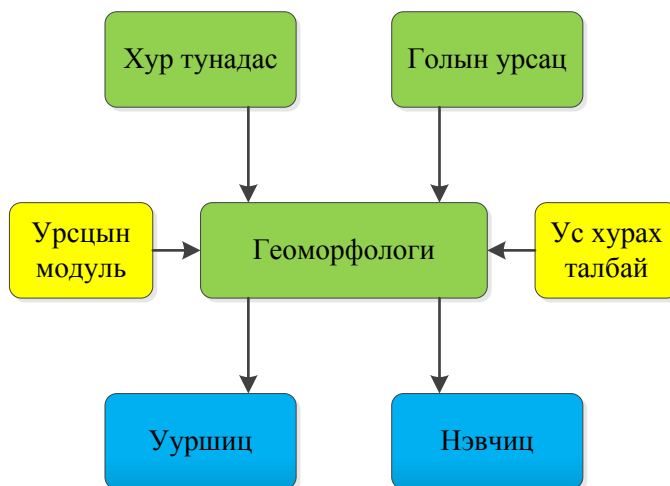
Эдгээрээс хамгийн чухал нь хаана буюу орон зайн тодорхой мэдээлэл бөгөөд түүнийг боловсруулан гаргахдаа орон зайн олон шалгуурт анализыг ашиглана. Уг анализ нь дараах ерөнхий арга зүйд суурилдаг.



Эх сурвалж: (Looijen 2009)

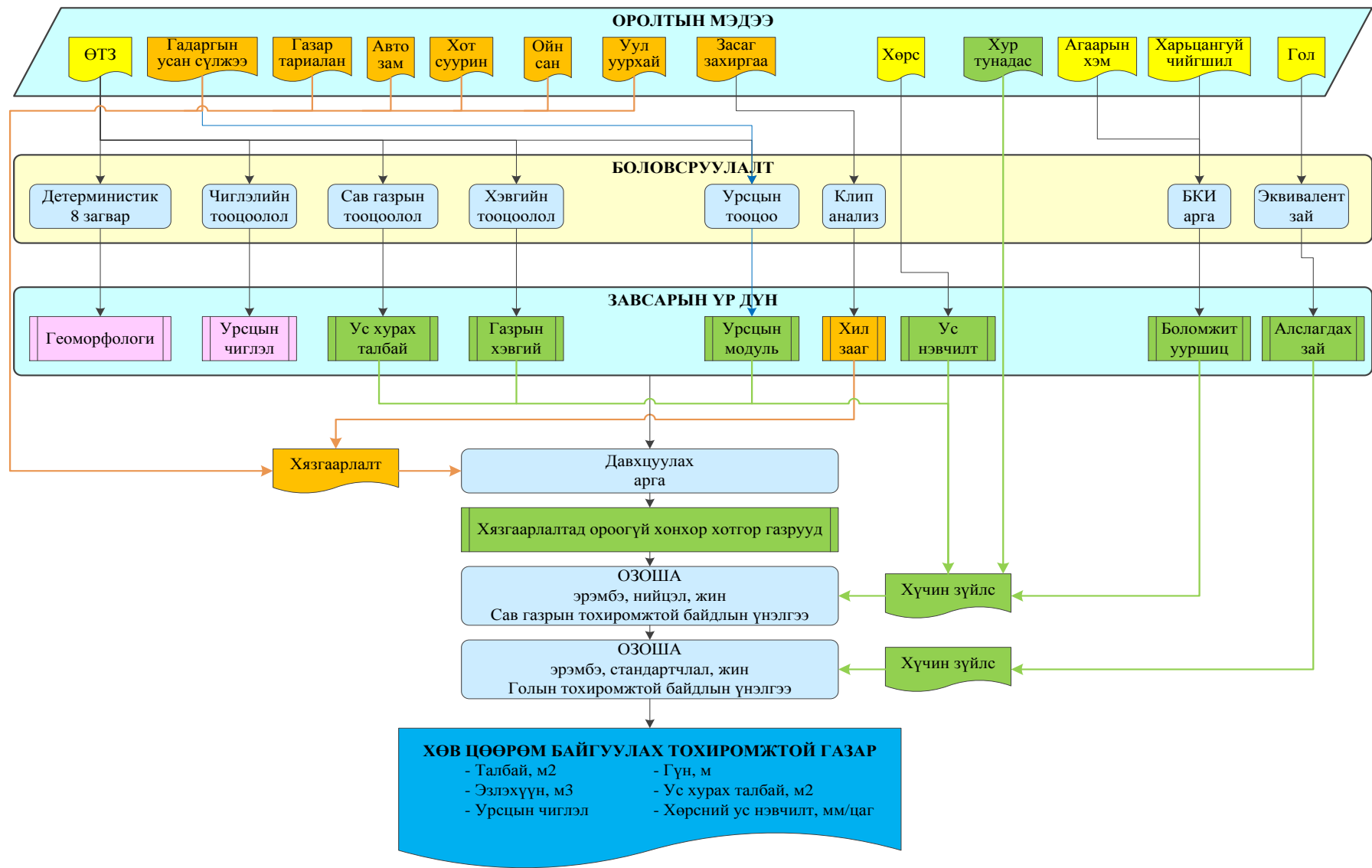
Зураг 3. ОЗОША-ын ерөнхий арга зүй

Мөн хөв, цөөрөм байгуулахад дараах онолын (conceptual) загварыг баримтална.



Зураг 4. Концепцийн (conceptual) загвар

Хамгийн гол хүчин зүйлс нь геоморфологийн шинж чанар, хур тунадас, голын урсцын оролтын хэмжээ, ууршицын гаралтын хэмжээ юм. Үүний дараа хөрсний ус нэвчиц бөгөөд үүнийг инженерийн шийдлээр багасгах боломжтой. Эдгээртэй зэрэгцэн гадаргын урсцын модуль болон ус хурах талбай нь хөв, цөөрөмд хуримтлагдах усны нөөцийн хэмжээг тогтооход нөлөөлнө.



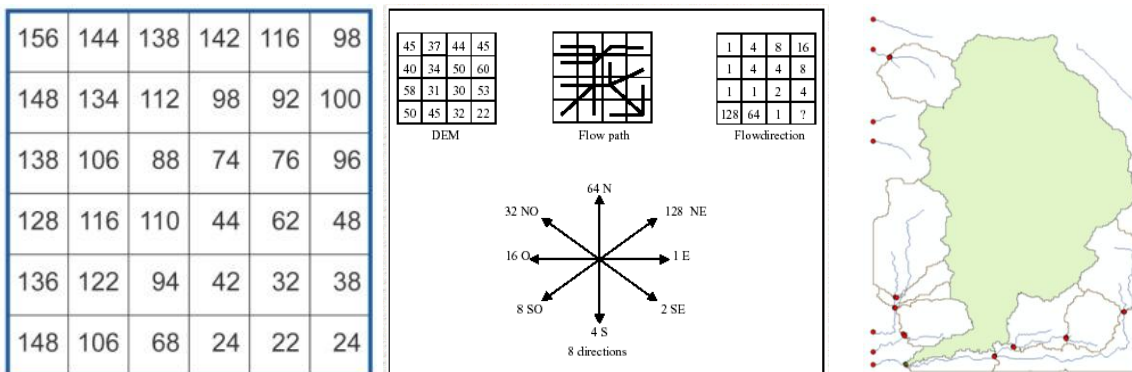
Зураг 5. Тохиромжтой байдлын үнэлгээний арга зүй

## АШИГЛАГДАХ АРГА

Судалгааны ерөнхий арга зүйгээс гадна тодорхой үр дүнгүүдэд хүрэхийн тулд ашиглагдах аргуудыг тоймлон тайлбарлавал:

### 1. Детерминистик 8 загвар:

ӨТЗ-ын нэг пикселийг тойрох 8 пикселиудийг харьцуулах замаар хамгийн өндөр ба нам цэгийг олж, түүгээрээ уламжлан гадаргын урсац ирэх болон гарах боломжийг тодорхойлно.



Эх сурвалж: (ESRI 2012) ба (Алтансүх and Мөнхдаваа 2013)

Зураг 6. Детерминистик 8 загвар, чиглэлийн болон сав газрын тооцоолол

### 2. Чиглэлийн тооцоолол:

Детерминистик 8 загварын үр дүнд үндэслэн урсцын чиглэл, уртыг тогтооно.

### 3. Сав газрын тооцоолол:

Өмнөх хоёр аргын тооцоолол болон гаралтын цэгийн байршил дээр үндэслэн тухайн цэгт хуримтлагдах усны хэмжээ, түүнийг бүрдүүлж буй талбайн хэмжээнд тулгуурлан сав газрын байршил, талбай, периметр зэргийг тогтооно.

### 4. Хэвгийн тооцоолол:

Нийт урт болон өндөршлийн ялгааг хооронд нь харьцуулах замаар хэвгийг олно.

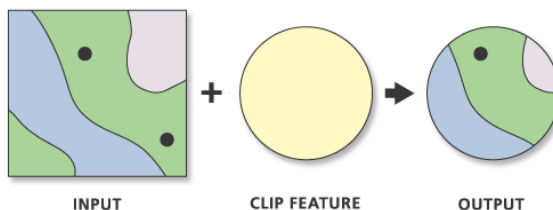
$$\text{Хэвгий, \%} = \frac{h1 - h2}{L} * 100$$

### 5. Урсцын модуль тооцох арга:

Урсцын модулийн зургийг “Усны нөөцийн балансыг тооцох гарын авлага”-ын Хавсралт 1-Гадаргын усны нөөц хэсэгт сав газар бүрийн хувьд ус судлалын харуулын өндөржилт болон урсцын хоорондын хамаарлыг харуулсан тэгшитгэлээр тооцно (Долгорсүрэн, Linden et al. 2012).

### 6. Клип (clip) анализ

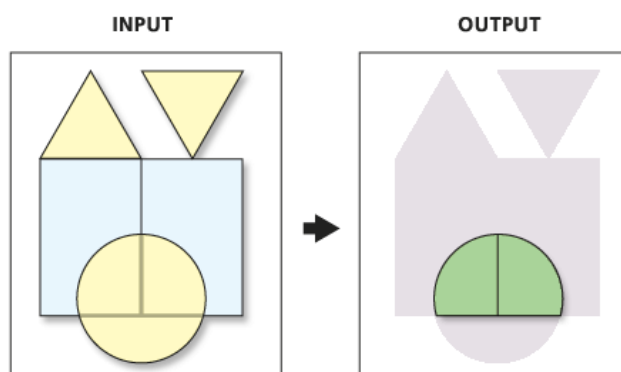
Орон зайн мэдээнүүдийг давхцуулах замаар оролтын мэдээг нөгөө мэдээний орон зайн хил хязгаараар зааглах болно.



Зураг 7. Клип анализ

## 7. Давхцуулах арга

Орон зайн мэдээнүүдийг давхцуулах замаар тэдний давхцалыг илрүүлнэ.



Зураг 8. Давхцуулах арга

## 8. Бланей Криддл-Ивановын арга

Ууршицыг Бланей Криддл-Ивановын аргаар тооцно. Агаарын температур  $5^{\circ}\text{C}$ -с их байх үед Бланей Кридлийн томьёогоор, харин агаарын температур  $5^{\circ}\text{C}$ -с бага байх үед Ивановын томьёогоор тус тус бодно (Menzel, 2008). Агаарын температур  $5^{\circ}\text{C}$ -аас бага байх үеийн ууршиц тооцох Бланей Криддлийн томьёо:

$$ET = 3.6 \cdot 10^{-4} \cdot \left[ (25 + T)^2 \cdot \left( 1 + \frac{100 - rH}{100} \right) \right]$$

T агаарын температур,  $^{\circ}\text{C}$

rH харьцангуй чийгшил, %

Агаарын температур  $5^{\circ}\text{C}$ -аас их байх үед ууршиц тооцох Ивановын томьёо:

$$ETP = a + b(f(0.457 \cdot T + 8.128))$$

ETP ууршиц, мм

a,b параметр (a = -1.55, b = 1.13) (L.Menzel,2008)

T агаарын температур,  $^{\circ}\text{C}$

f илтгэлцүүр

## 9. Эквивалент зай

Вектор өгөгдлөөс алслагдах зай нь тухайн орон зайд орших хөрш зэргэлдээ объект хоорондын зайг буюу нэг объектын бусад объектой харьцангуй зайг олдог арга юм. Тухайн объектоос растер өгөгдлийн нүд бүрийн хувьд зайг тодорхойлохдоо зайн функцийг ашигладаг. Зайн функц нь дараах хэлбэртэй байна. Эквивалент зайн хамгийн бага утга нь растер өгөгдлийн орон зайн шийд, хамгийн их утга нь утга байна. Өөрөөр хэлбэл, энэ мужийн хүрээнд эквивалент зай бодогдоно.

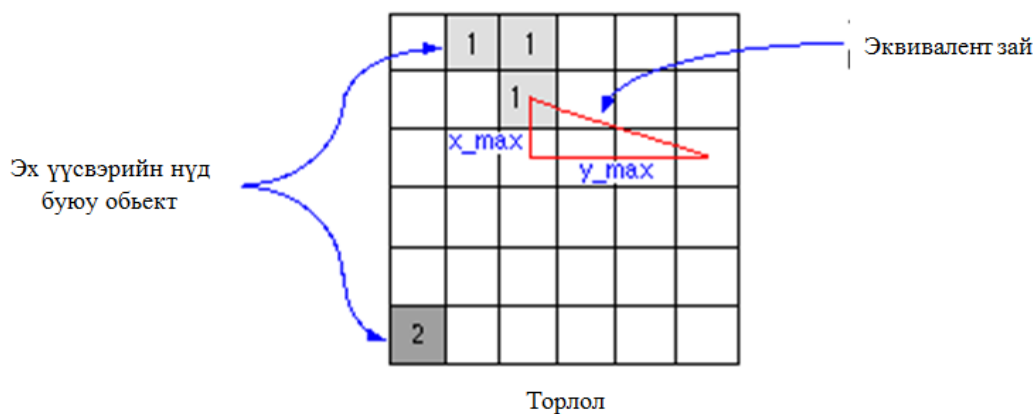
$$z = \sqrt{\Delta X_{max} + \Delta Y_{max}}$$

Z - эх үүсвэр нүд буюу объектоос растер өгөгдлийн тухайн нүд хүртэлх зай, м

$\Delta X_{max}$  - X тэнхлэгийн дагуух зайн хамгийн их утга,

$\Delta Y_{max}$  - Y тэнхлэгийн дагуух зайн хамгийн их утга,

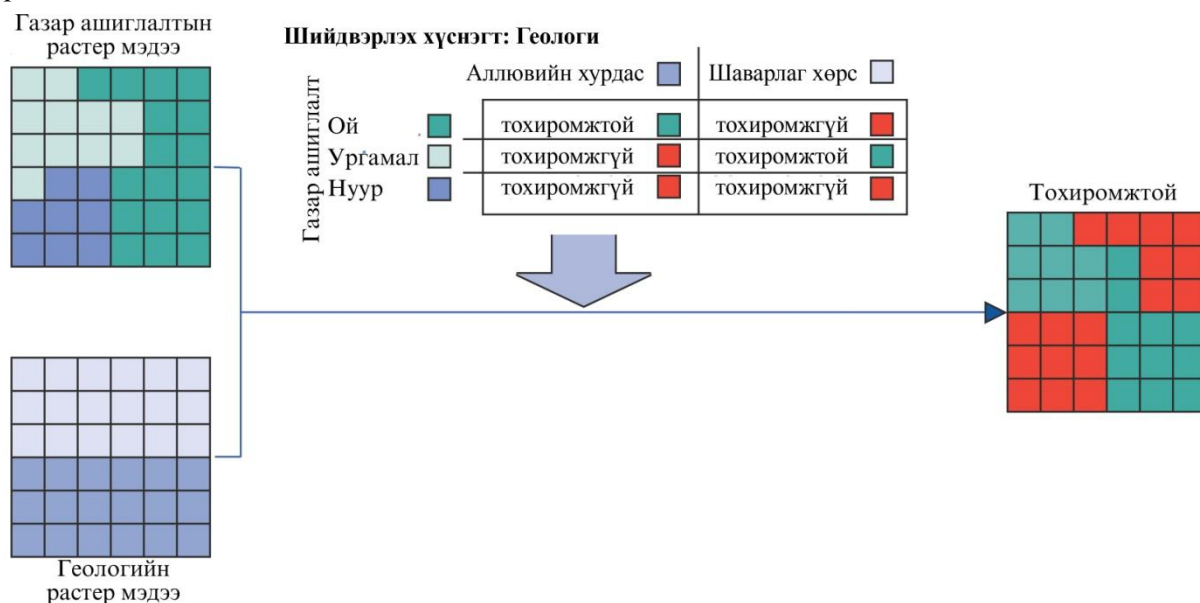




Зураг 9. Тооцооллын ерөнхий зарчим

## 10. Орон зайн олон шалгуурт анализ

Орон зайн мэдээнүүдийг растер хэлбэрт шилжүүлсний дараа хүчин зүйлүүдийг жинлэж, тэдгээрийгээ давхцуулах замаар аливаа орон зайн шийдвэр гаргалтад тохиромжтой эсэхийг үнэлдэг.



Эх сурвалж: (Алтансүх, Батцэнгэл et al. 2011)

Зураг 10. ОЗОШАнализ

## ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ

Шалгуур үзүүлэлтийг тодорхойлохдоо Монгол Улсын хууль эрхзүйн баримт бичиг, Монгол оронд энэ талын судалгааны ажил гүйцэтгэхдээ ашигласан шалгуур үзүүлэлт, бусад улс оронд орон зайн олон шалгуурт анализыг ашиглан хөв цөөрөм байгуулах тохиромжтой газрыг тодорхойлох судалгаанд ашигласан шалгуур үзүүлэлт зэргийг авч үзсэн болно.

Тохиромжтой байдлыг үнэлэхийн тулд харгалзах шалгуур үзүүлэлтүүдийг тогтоох шаардлагатай бөгөөд тэдгээрийг дотор нь:

1. Constraint буюу хязгаарлалт
2. Factor буюу хүчин зүйлс гэж ангилна.
  - a. Benefit буюу шууд хамааралтай
  - b. Cost буюу урвуу хамааралтай

Хязгаарлалт гэдэг нь зөвхөн хоёр хувилбарт хариу бүхий шийдлийг гаргадаг. Үүнд:

1. Боломжтой буюу YES
2. Боломжгүй буюу NO

Хүчин зүйл нь тасралтгүй хэмжигдэхүүн байх бөгөөд тодорхой утгын мужийн хүрээнд дэд олонлог үүсгэнэ. Хязгаарлалт нь дискрит хэмжигдэхүүн байж болох бөгөөд 0, 1 буюу боломжтой, боломжгүй гэсэн 2 утга авдаг. Орон зайн олон шалгуурт анализын хувьд хязгаарлалт нь ихэвчлэн хууль эрхзүйн хязгаарлалтуудын утга авдаг. Мөн хязгаарлалтын 1 буюу боломжтой гэсэн утга авах хэмжигдэхүүн нь боломжит утгын хүрээнд хувьсах утга авдаг.

Шалгуур үзүүлэлт тус бүрийг газарзүйн мэдээллийн системд оруулж, ялгаатай утга авдаг хэмжигдэхүүн бүрийг нэг утгад хөрвүүлдэг. Хувьсах хүчин зүйлийн ялгаатай утга бүрийг нэг утгад хөрвүүлэхдээ буюу шалгуур үзүүлэлт тус бүрийг стандартчилахдаа дараах томъёог ашиглав.

$$F(\text{benefit}) = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \qquad f(\text{cost}) = 1 - \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Энд  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  бол шалгуур үзүүлэлтийн авах хамгийн бага, их утга,  $x$  бол шалгуур үзүүлэлтийн утга болно.

Хүснэгт 3. Хувьсах буюу factor хүчин зүйлийн стандартчилал

№	Хүчин зүйлс	Стандартчилал
1	Газрын хэвгий, %	Үр ашиг буюу шууд хамааралтай – В
2	Хур тунадас, мм	Үр ашиг буюу шууд хамааралтай – В
3	Ууршиц, мм	Зардал буюу урвуу хамааралтай – С
4	Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	Зардал буюу урвуу хамааралтай – С
5	Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	Үр ашиг буюу шууд хамааралтай – В
6	Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>	Үр ашиг буюу шууд хамааралтай – В
7	Голоос алслагдах зай	Зардал буюу урвуу хамааралтай – С

Хязгаарлалтын ялгаатай утга бүрийг нэг утгад хөрвүүлэхдээ хөв цөөрөм байгуулах тохиромжтой байршил тогтоохтой холбоотой нийцтэй бол 1, нийцгүй бол 0 гэсэн утга авна. Шалгуур үзүүлэлтийн жингийн утга болон нэг утгад хөрвөгдсөн зургуудыг давхцуулан зураглах аргаар нэгтгэнэ. Хязгаарлалтаас боломжтой гэж үлдсэн хэсгийг цаашид хүчин зүйлсийн анализ хийж байгалийн нөхцөл, нөөцийн хувьд тохиромжтой эсэхийг тодорхойлно.

Хүснэгт 4. Шалгуур үзүүлэлт

№	Шалгуур үзүүлэлт	Шалтгаан	
1	Хязгаарлалт	Хонхор хотгор газрын талбай	Жижиг газруудыг хасах
2		Засаг захиргааны нэгж	Судалгааны талбайн орон зайн хязгаарлалт
3		Байнгын тогтоцтой нуур	Байнгын устай тул шаардлагагүй.
4		Авто зам	Шороон болон хатуу хучилттай авто замтай давхцахгүй.
5		Хот суурин	Суурин газарт байх боломжгүй.
6		Ойн сан	Усыг ихээр шингээх чадвартай тул гадаргын урсац үүсэхгүй.
7		Газар тариалан	Усыг ихээр шингэхийн зэрэгцээ ашиглаж буй газарт байгуулах боломжгүй.
8		Уул уурхай	Ашиглалттай давхцахгүй.
1	Хүчин зүйлс	Газрын хэвгий	Их байх тусмаа сайн
2		Хур тунадас	Их тусмаа сайн
3		Ууршиц	Бага тусмаа сайн
4		Хөрсний ус нэвчиц	Механик бүтцээс хамаарсан ус шингээлт бага тусмаа сайн
5		Гадаргын урсцын модуль	Их тусмаа сайн
6		Ус хурах талбай	Том байх тусмаа сайн
7		Голоос алслагдах зай	Ойр байх тусмаа сайн

Хүснэгт 5. Хүчин зүйлсийн эрэмбэлэлт

№	Хүчин зүйлс	Стандартчилал	Эрэмбэ	Эрэмбэ
1	Газрын хэвгий, %	Үр ашиг - В	1	2
2	Хур тунадас, мм	Үр ашиг - В	1	
3	Ууршиц, мм	Зардал – С	1	
4	Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	Зардал – С	2	
5	Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	Үр ашиг - В	3	
6	Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>	Үр ашиг - В	4	
7	Голоос алслагдах зай, м	Зардал – С	-	1

**ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТИЙГ ЭРЭМБЭЛЭХ, ЖИНЛЭХ, ДАВХЦУУЛАН ЗУРАГЛАХ**

Хүчин зүйлсийн эрэмбэлэлтийг тогтоохдоо олон улсын туршлага, байгалийн процесс, шинжээчдийн санал зөвлөмж дээр тулгуурлан тогтоолоо. Хөв, цөөрөм байгуулахад хамгийн гол хүчин зүйлс нь геоморфологийн шинж чанар буюу усыг тогтоох, урсгах нөхцөл, уур амьсгалын хүчин зүйл, мөн байнгын болон түр урсацтай гол буюу системийн оролт, гаралт юм. Хөрсний ус нэвчицийг инженерийн шийдлээр багасгах боломжтой, гадаргын урсац болон ус хурах талбай нь нөлөөтэй боловч гадаргын хэвгийтэй харьцуулахад эрэмбэлэлтээр бага байна.

Хүснэгт 6. Хүчин зүйлсийн эрэмбэлэлт ба хувийн жин

№	Хүчин зүйлс	Эрэмбэ	Нийцлийн индекс	Жин	Жин
1	Газрын хэвгий, %	1	CI = 0.036 CR = 0.029	0,25	0,4
2	Хур тунадас, мм	1		0,25	
3	Ууршиц, мм	1		0,25	
4	Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	2		0,14	
5	Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	3		0,07	
6	Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>	4		0,04	
7	Голоос алслагдах зай, м	1		-	0,6

Дээрх эрэмбэлэлтийг хийхдээ эхлээд ус хурах сав газрын жинг тооцож, сав газрын тохиромжтой байдлын үнэлгээ хийсний дараа голын сүлжээний мэдээг ашиглан стандартчилал, эрэмбэлэлт, жинлэлтийг хийж, голоос алслагдах байдлын тохиромжтой байдлын үнэлгээ гаргасан. Дараа нь энэ хоёр гол завсрын үр дүнгээс хөв, цөөрөм байгуулах газрын тохиромжтой байдлын үнэлгээг гаргаж, байршлыг тогтоосон.

Дээрх эрэмбэлэлтийн үр дүнг шалгахдаа АНР /Analytic hierarchy process/ буюу тоон шатлалын процессын аргыг ашиглана. Тус арга нь хүчин зүйлсийг ач холбогдолтой байдлаар нь нэгтгэн тэгш хэмт матриц руу эрэмбэлэлтийг шилжүүлдэг. Тэгш хэмт матриц нь дараах хэлбэртэй байна.

	A	B	C	D
A	C11	C12	C13	C14
B	1/C12	C22	C23	C24
C	1/C13	...	C33	...
D	1/C14	...	...	C44

C11, C12, C13 ..... Cij утгууд нь тухайн хүчин зүйлийн бусад хүчин зүйлстэй харьцангуй чухал ач холбогдолтой байдлыг илэрхийлнэ. Энэ утгыг өгөхдөө дараах хүснэгтийг ашиглана.

Хүснэгт 7. Ач холбогдлыг харьцуулах утга

Хэмжээс буюу чухал ач холбогдолтой байдлыг илэрхийлэх тоон утга	Тайлбар
1	Тэнцүү ач холбогдолтой
3	Ач холбогдол дунд зэрэг
5	Ач холбогдолтой хүчтэй
7	Маш хүчтэй ач холбогдолтой
9	Үнэмлэхүй ач холбогдолтой

Хүснэгт 8. Тэгш хэмт матриц

	Газрын хэвгий, %	Хур тунадас, мм	Ууршиц, мм	Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>
Газрын хэвгий, %	1	1	1	3	5	7
Хур тунадас, мм	1	1	1	3	5	7
Ууршиц, мм	1	1	1	3	5	7
Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	0,3	0,3	0,3	1	3	5
Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	0,2	0,2	0,2	0,3	1	3
Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>	0,14	0,14	0,14	0,2	0,3	1

Нийцлийн харьцааг ашиглан дээрх матриц буюу эрэмбэлэлтийн үнэмшилтэй байдал тодорхойлогдоно. Энэ хэмжигдэхүүн нь нийцлийн индекс болон санамсаргүйн индексийн харьцаагаар тодорхойлогдоно.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR Нийцлийн харьцаа

CI Нийцлийн индекс

RI Рандом индекс

CR нь 0.1 утгаас бага бол тэгш хэмт матрицыг ашиглан жингийн утга тооцоолж болно. Эсрэг тохиолдолд эрэмбэлэлтийг дахин шалгана. Нийцлийн индекс нь тэгш хэмт матрицын хувийн векторын хамгийн их утга, матрицын хэмжээнээс хамаарна.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{6.18 - 6}{6 - 1} = 0.036$$

$\lambda$  хувийн векторын хамгийн их утга, 6.18

n матрицын хэмжээс, 6

Матрицын хэмжээс 6 үед санамсаргүйн индекс 1.24 байна. Иймд CR нь 0.029 буюу 0.1-ээс бага байна. Иймд дээрх эрэмбэлэлтийг ашиглан жингийн утгыг тооцоолж болно. Жингийн утгыг тооцоолохдоо дараах томъёог ашиглан тэгш хэмт матрицыг нормчилно.

$$X_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum C_{ij}}$$

Нормчилсон матрицыг ашиглан жингийн утгыг тооцохдоо дараах томъёог ашиглана.

$$W_{ij} = \frac{\sum X_{ij}}{n}$$

### Хүснэгт 9. Нормчилсон матриц ба жингийн утга

	Газрын хэвгий, %	Хур тунадас, мм	Ууршиц, мм	Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>	Жингийн утга
Газрын хэвгий, %	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,10	0,25
Хур тунадас, мм	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,10	0,25
Ууршиц, мм	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,10	0,25
Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07	0,14
Гадаргын урсцын модуль, л/сек/км <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07
Ус хурах талбай, км <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03

### ҮР ДҮН

Дээрх арга зүйн дагуу хөв, цөөрөм байгуулах газрын тохиромжтой байдлын үнэлгээг гүйцэтгэхэд дараах үзүүлэлт бүхий үр дүн гарна. Үүнд:

1. Тохиромжтой байршил болон түүний тархалтын зураг
2. Хөв, цөөрмийн талбай, м<sup>2</sup>
3. Хөв, цөөрмийн гүн, м
4. Хөв, цөөрмийн эзлэхүүн, м<sup>3</sup>
5. Гадаргын урсцын чиглэл
6. Ус цуглуулах талбай, м<sup>2</sup>
7. Хөрсний ус нэвчиц, мм/цаг

Нийт 7 үзүүлэлт бүхий үр дүнг загварын арга зүйаар боловсруулсны дараа хээрийн ажиглалт, хэмжилт хийж баталгаажуулахын зэрэгцээ байгуулах хөв, цөөрмийн хэмжээг инженерийн шийдлээр өөрчлөх боломжтой.

### АРГА ЗҮЙГ ХЭРЭГЛЭХ БҮСЧЛЭЛ

Дээрх арга зүй манай орны аль ч бүслүүрт тохирох бөгөөд харин хүчин зүйлсийн хувьсах хэмжигдэхүүнүүд газар нутаг бүрд өөр байна. Иймээс өргөн уудам газар нутгийн хувьд хувьсах хэмжигдэхүүнүүдэд зайц авахгүйгээр бодит хэмжээнүүдийг стандартчилах нь хамгийн тохиромжтой. Судалгааг бүсчлэлийг тогтоохдоо нэгдүгээр эрэмбийн хүчин зүйлсийг харгалзах нь зүйтэй бөгөөд Монгол орны байгалийн бүс, бүслүүр, геоморфологи, нийлбэр ууршиц, уур амьсгал, хур тунадасны мужлалуудыг авч үзсэний үндсэн дээр эдгээрийн аль алины шинж чанарыг агуулсан голын сав газрын мужлалыг баримтлах нь зүйтэй гэж үзлээ. Түүнчлэн аливаа усны асуудлыг Усны тухай хуульд заасны дагуу усны сав захиргаад тооцоолж, хуваарилах, ашиглах дүгнэлт гаргах нь зүйтэй.

2007-2012 онуудад МУ-ын ЗГ болон Нидерландын Вант Улсын ЗГ хоорондын хамтын ажиллагааны хүрээнд хэрэгжүүлсэн “Монгол оронд усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг бэхжүүлэх нь” төслийг хэрэгжүүлсэн бөгөөд уг төслийн хүрээнд Монгол орны газар нутгийг 29 томоохон гол мөрний сав газруудад хувааж, түүнийгээ 2009 онд БОАЖ-ын Сайдын 332-р тогтоолоор баталгаажуулсан. Дэлгэрэнгүйг хавсралтаас үзнэ үү.



Эх сурвалж: (БОАЖЯ 2009)

Зураг 11. Монгол орны усны сав газрууд

## ДАВУУ БА СУЛ ТАЛ

Энэхүү арга зүйг олон улсын туршлага, байгалийн процесс дээр тулгуурлан боловсруулсан бөгөөд давуу талыг дараах байдлаар томъёолж болно. Үүнд:

- ~ Ихээхэн хөрөнгө зарцуулж, хээрийн ажиглалтаар тодорхойлдог байсан тохиромжтой байршлуудыг зардал багатай, цаг хугацаа, хүн хүч хэмнэсэн загварчлалын аргаар урьдчилан тодорхойлно.
- ~ Орон зайн нарийвчлал бүхий хиймэл дагуулын өндөршлийн мэдээ ашиглаж байгаа тул боломжит бүх байршлуудыг илрүүлнэ.
- ~ Байгалийн болон нийгмийн олон хүчин зүйлс, шалгууруудыг ашиглаж, үр дүнг боловсруулж байгаа тул үр дүнгийн үнэн байх магадлал өндөр юм.
- ~ Томоохон талбайг хамарсан судалгааг богино хугацаанд хийх боломжтой.
- ~ Дэлхий нийтэд өргөнөөр ашигладаг арга зүйг өөрийн оронд нэвтрүүлж байна.
- ~ Монгол орны өргөн уудам нутаг дэвсгэр, уур амьсгалын эрс ялгаатай бүсүүдэд тохируулан хүчин зүйлсийн шалгуурыг тогтоохдоо зайцын аргын оронд стандартчилах аргыг хэрэглэсэн.

Сул талууд:

- ~ Загварчлалд ашиглагдаж буй оролтын мэдээнүүдийн чанар, нарийвчлал зэрэг нь эцсийн үр дүнд шууд нөлөөлдөг тул эх мэдээг сайтар шалгах хэрэгтэй.
- ~ Урьдчилан тодорхойлсон байршлуудыг заавал хээрийн ажиглалтаар баталгаажуулах, шууд шийдвэр гаргалтад ашиглах боломжгүй.
- ~ Мэргэжлийн экспертийн ур чадвараас эцсийн үр дүн шууд нөлөөлнө.
- ~ Манай орны хэмжээнд цэгэн хэмжилт байдлаар хийгддэг цаг уурын мэдээнүүдийг интерполяци хийхдээ эргэн шалгах боломж хязгаарлагдмал

## ХАВСРАЛТ

### Хүснэгт 10. Монгол орны усны сав газруудад хамрагдах талбайн хэмжээ

№	Сав газрын нэр	Талбай, км <sup>2</sup>	Томоохон цутгал голууд, булаг, сайр
1	Сэлэнгэ	30982.6	Асгат, Шивэрт, Харганат, Бух, Галттай, Зоох, Оргих
2	Хөвсгөл нуур-Эг	41320.6	Үүр, Цагаан бургас, Бургалтай, Эрин, Тарвагагай
3	Шишхэд	20095.8	Арсайн, Саргай, Тэнгис, Хар баранга, Жагаш
4	Дэлгэрмөрөн	23017.7	Агар, Бэлтэс, Шарга, Бах, Бүгсэй,
5	Идэр	22757.3	Жаргалант, Ямаат, Өвөр хожуул, Зарт, Хөнжил, Бүгдэгээ
6	Чулуут	19813.2	Суман, Их жаргалант, Их Улиастай
7	Хануй	15548.6	Донгой, Цохиот, Бугат, Зуслан, Могойт, Балиг
8	Орхон	52752.8	Хойд Тамир, Асгат, Угалз, Хангал, Шар ус, Бургалтай
9	Туул	49416.1	Хаг, Галттай, Арцат, Баруун баян, Тэрэлж, Налайх, Гачуурт, Хөл, Улиастай, Сэлбэ, Түргэн, Бүхэг, Хар бух
10	Хараа	17463.4	Баян, Сөгнөгөр, Хужирт, Өлгий, Балж, Дарст, Бороо, Загдал, Наран
11	Ерөө	21985.9	Шарлан, Захар, Шар
12	Онон	27870.4	Эг, Барх, Хурх, Шууст, Балж
13	Улз	37461.5	Туулайт, Урт, Дөч
14	Хэрлэн	106487.3	Хүүш, Хужирт, Цэнхэр, Мөрөн
15	Буйр нуур-Халх	23443.4	Гуут, Нөмрөг, Нарийн, Халиут
16	Мэнэнгийн тал	53371.6	Хонгор, Гэээгт
17	Умард говийн гүвээт-Халхын дундад тал	178182.2	Элэгний булаг, Нүдэнгийн булаг
18	Галба-Өөш-Долоодын говь	140416.0	Лүг /түр урсацтай/
19	Онги	39201.5	Хэрэмт, Задгай
20	Алтайн өвөр говь	218250.4	Хужирт, Сагсай, Цагаан /түр урсацтай/
21	Таац	25091.9	Аргуй, Могой
22	Орог нуур-Түй	15529.1	Хужирт, Нарийн
23	Бөөнцагаан нуур-Байдраг	35153.2	Заг, Өлзийт, Шорвог
24	Хяргас нуур-Завхан	120706.9	Шурга, Хүнгүй
25	Хүйсийн говь-Цэцэг нуур	42459.9	Хөшөөт, Зүйл, Дунд шарга, Халиун
26	Үенч-Бодонч	34037.3	Хараат, Цагдуул, Ангирт
27	Булган	10021.5	Ёлт, Түргэн, Улиастай
28	Хар нуур-Ховд	87767.3	Өмнө, Шар, Улиастай, Буянт
29	Увс нуур-Тэс	53510.2	Жарантай, Шавартай, Түргэн, Боршоо, Тээл, Хөндлөн, Хархираа
Бүгд:		1564115.6	

Эх сурвалж: (БОАЖЯ 2009)