БАТЛАВ.
ЦАГ УУР, ОРЧНЫ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ГАЗРЫН ДАРГА Э.БАТТУЛГА

2026 оны 02 дугаар сарын 27-ны өдөр

Багц-1: "Цаг агаарт зориудаар нөлөөлөх үйл ажиллагааг мөндөр, манан сарниулах чиглэлд өргөжүүлэх хүрээнд явуулын радараар хангах /Улаанбаатар/" төсөл, арга хэмжээнд тусгагдсан тоног төхөөрөмжийн техникийн тодорхойлолт

1. ТЕХНИКИЙН ЕРӨНХИЙ ШААРДЛАГА

ХҮСНЭГТ 1: : Өндөр чадлын хатуу төлөвт өсгөгч (Solid state Power Amplifier) дээр суурилсан X-долгионы зурвасын, хос туйлт Допплерийн цаг уурын явуулын радарын системийн техникийн тодорхойлолт		
1.1	Хэмжилтийн алслалт/ Range of observation	1. Ойлт (Reflectivity) → 75 км 2. Хурд болон спектрийн өргөн → 75 км
1.2	Зайн нарийвчлал/ Range Resolution	1. Дохионы эргэн ойлголт ≥ 75 м эсвэл түүнээс илүү сайн байх 2. Хурд болон спектрийн өргөн ≤ 75 м-ээс түүнээс илүү сайн байх
1.3	Хамгийн их тодорхой зай (давхцалгүй хамгийн их илрүүлэх зай) Max. Unambiguous Range	1. Доорх 2.11-т заасан PRF-тэй нийцсэн (250 км эсвэл илүү) 2. 2-р ээлжийн болон олон давталтын эхо шүүлтүүртэй байх
1.4	Хоёрдмол бус хурд (Unambiguous Velocity)	1. 75 км-д ambiguity resolver ашиглан 30 м/с эсвэл илүү 2. Доорх 2.11-т заасан PRF-тэй нийцсэн байх 3. Nyquist хурдын тодорхойгүй байдлыг арилгах / ялган тодорхойлохдоо ambiguity resolution 4 дахин нарийвчлалтай хийх чадвартай байх
1.5	Илрүүлэх багтаамж/ Detection capability	1. RPM, 0.5 μs импульсийн өргөн, 450 Hz PRF нөхцөлд 75 км зайд 13 dBZ буюу түүнээс сайн доод босготой илрүүлэх чадвартай байх. Үүнийг ажиллагааны үед бодитоор нотлон харуулах шаардлагатай.
1.6	VSWR	1. 1.3:1 байх ба зохих хамгаалалтын интерлоктой байна.
1.7	Хайлт хийх хугацаа/ Scan Time	1. –2°-аас +30° хүртэл 10 давхаргын өндрийн (volume) сканыг бүх үндсэн эгшинг хамруулан 8 минут эсвэл түүнээс бага хугацаанд дуусгах.
Дамжуулагч/Transmitter		

1.8	Дамжуулагчийн төрөл/ Transmitter Type	1. Өндөр чадлын хатуу төлөвт өсгөгч Solid State power Amplifier transmitter based
1.9	Долгионы давтамжийн зайц/ (Frequency Range)	1. X-band радар: 9.30–9.50 GHz
1.10	Илгээгдэж буй чадал (Transmitted power)	1. X-band радар: Антены тэжээлийн оролт дээрх нэрлэсэн хамгийн бага чадал нь суваг бүрт 300 Ватт эсвэл түүнээс өндөр байх ба 2.5-д заасан илрүүлэх чадварыг хангах ёстой.
1.11	Импульсийн давталтын давтамж / Pulse repetition frequency	1. Зай болон хурдны шаардлагыг (2.3 ба 2.4 үзнэ үү) хангахуйц байх.
1.12	Импульсийн өргөн / Pulse width	1. NLFM технологиор (Non-Linear FM) хажуугийн спектрийн түвшин –40 dB-ээс бага байхаар ажиглалтын зай, илрүүлэх чадварыг хангах импульсийн өргөнийг сонгоно.
1.13	Дамжуулагчийн туйлшрал/ Transmitter Polarization	1. Хэвтээ, босоо болон STAR (Simultaneous Transmit & Simultaneous Receive) горимууд
1.14	(Давтамжийн долгионы харьцаа) VSWR	1. хамгийн ихдээ1.3:1, зохих аюулгүйн харилцан түгжээтэй байх (interlock).
1.15	Радарын дамжуулагчийн идэвхтэй цацралтын хугацаа / нийт хугацаа. Duty Ratio	1. 10% хүртэл
1.16	Аюулгүй ажиллагааны шаардлага (Safety Feature)	1. Бүх шаардлагатай аюулгүйн харилцан түгжээ (interlock), төлөвийн параметр, аналог параметрийн хяналт, лог бичлэгүүд системд багтсан байх. Дэд систем болон ажилтнуудын аюулгүй байдлыг хангасан байх. Сонгомол секторуудад RF цацрал хаах (blanking) боломжтой байх.
Антен/Antenna		
1.17	Антен/ Antenna	1. Парабол антен. Хэвтээ болон босоо туйлшралын зэрэгцээ дамжуулалт хийх боломжтой horn-feed бүхий, туйлшралын долгионыг парабол хэлбэрийн хатуу гадаргуу бүхий тусгагч дээр чиглүүлдэг бүтэцтэй.
1.18	Антены чиглэлийн диаграмм/ Side lobe	1. Антены үндсэн чиглэлийн диаграммаас: Side lobe > -35 dB.

1.19	Цацрагийн диаграммын давхцал (Тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц Pattern Coincidence)	1. Хэвтээ болон босоо сувагуудын хоорондын зөрүү 0.1 градусаас бага байх.
1.20	Хажуугийн дэлбээний түвшин (Side lobe)	1. Антены үндсэн чиглэлийн диаграммаас 12° хүртэл –27 dB, 12°-оос цааш –30 dB буюу түүнээс бага байх
1.21	Долгионы цацрагийн өргөн (Тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц Width)	1. 1.0° эсвэл түүнээс бага
1.22	Хэвтээ чиглүүлэлт / Azimuth steering	1. 360° эргэлттэй, ±0.05° нарийвчлалтай, 0–6 rpm хүрэх чадвартай.
1.23	Босоо чиглүүлэлт / Vertical Steering	1. –2°-аас +92° хүртэл, ±0.05° нарийвчлалтай.
1.24	Туйлшрал	1. Хэвтээ, босоо болон СТАР горим Horizontal, Vertical and STAR (simultaneous transmit and receive) mode
1.25	Хайлт хийх хурд	1. 6 эрг/мин хүртэл
1.26	Хүчдэлийн зогсолтын долгионы харьцаа (Voltage Standing Wave Ratio VSWR) (Radome-той хамт)	1. Хамгийн ихдээ1.3:1, зохих аюулгүйн харилцан түгжээтэй байх (interlock).
1.27	Хайлт хийх горим/ (Scan strategy)	1. Олон төрлийн хайлтын хийх горимын төлөвлөгчтэй байх.Хайлтын өөр өөр даалгавар хооронд автоматаар шилжих боломжоор хангасан байх
1.28	Тоочих нарийвчлал (Pointing accuracy)	1. 0.1° (Педесталь + серво тогтвортой байдал нийлсэн), 6 rpm хүртэл.
1.29	Хэвтээ хурд – Ажиллагааны горим	1. 3°/сек (0.5 rpm) – 36°/сек (6 rpm) хүртэл, CW (цагийн зүүний дагуу) болон CCW (цагийн зүүний эсрэг чиглэлийн дагуу) аль ч чиглэлд. 2. Тохируулагын горим: 0.6°/сек (0.1 rpm) – 36°/сек (6 rpm)
1.30	Босоо хурд – Ажиллагааны горим	1. 3°/сек (0.5 rpm) – 18°/сек (3 rpm), дээш болон доош. 2. Тохируулагын горим: 0.6°/сек (0.1 rpm) – 18°/сек (3 rpm)
1.31	AZ & EL тэнхлэгийн хурдны өсөлт (Acceleration)	1. Хамгийн багадаа 10°/сек² байх ба 2.7-д заасан хайлтын хугацааг хангах.
1.32	Цахилгааны чадал даах чадвар (Power Handling)	1. 2.9-т заасан техникийн үзүүлэлтүүдийг хангах.

	Системийн элементүүд хамгийн их оргил (peak) болон дундаж (average) RF чадлыг гэмтэл, сааталгүйгээр даах хүчин чадал	
1.33	Ажиллагааны горимууд	1. Бэлэн байдлын горим (Standby Mode) 2. Operate Mode: – Хайл (0.5–6 rpm), – Азимут сектор скан, – Өндрийн RHI скан, 3. Эзэлхүүнт хайлт (Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan)), Томилох горим (Designate mode), Компьютерээр томилох горим (Computer-designate mode) 4. Тохируулагын горим (Calibration Mode): –Нарны дагуу чиглүүлэлт (Sun Calibration) –Радарын Антены чиглэлийг бодит координаттай нь тааруулах тохируулага. Bore-sight 5. Оношилох Горим (Diagnostic Mode): – Системийн оношилгоо.
Хүлээн авагч/Receiver		
1.34	Төрөл/type	1. Олон сувагтай дижитал хүлээн авагч. H & V туйлшрал болон STAR горимд ажиллах боломжтой. SSPA дамжуулалтын дохиог тохирсон шүүлтүүрээр боловсруулах боломжтой. импульсийг matched filter-д ашиглан хүлээн авсан сигналтай тохируулан боловсруулах боломжтой байх
1.35	Дижиталчлал (Digitization)	1. IF түвшинд дижиталчлал хийн I болон Q дохио үүсгэнэ.
1.36	Шуугианы диаграмм/ Noise figure	1. ≤3dB
1.37	Шугаман динамик зай/ Linear dynamic range	1. ≥95dB
1.38	Хамгийн бага ялгарах дохио (MDS – Minimum Discernible Signal)	1. –108 dBm эсвэл түүнээс сайн (@ 2 MHz IF bandwidth, дохио боловсруулах блокийн оролтод).
Радарын дохио боловсруулагч/Radar Signal Processor		
1.39	Допплер боловсруулалт/	1. Pulse Pair болон FFT аргууд (хэрэглэгч сонгох боломжтой).

1.40	Шуугиан (цаг уурын бус байнаас ойсон дохио) дарах/ Clutter suppression	1. ≥40 dB түвшний газрын болон бусад статик клаттер дохиог дарах боломжтой байх. 2. Шувуу/шавьж, зэрэг цаг уурын бус эх үүсвэрийн цуурайг туйлширалын хэмжилтэд тулгуурлан таних, шүүх боломжтой байх
1.41	Хэмжигдэж, дэлгэцэнд харуулах параметрүүд/ Parameters to be measured and displayed	**1. Ойлт (Reflectivity ZH, ZV)** – Динамик хүрээ: –31–аас +90 dBZ – Нарийвчлал (resolution): 0.1 dB – Үнэн зөв байдал: ≤1 dB @ SNR > 10 dB – Зай: • X-band – 75 км хүртэл – Зайн ялгарал: Δr < 75 м Радарын хоёр туйлшралт тусгалын (Reflectivity Z_H болон Z_V) хэмжилт дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг хангана: Динамик муж (Dynamic Range): −31 dBZ to +90 dBZ Радар нь сул (манан, сул бороо) болон маш хүчтэй (мөндөртэй хүчтэй аадар, convective core) тусгалуудыг ханган хэмжих өргөн динамик мужтай байна. Задлан ялгах чадвар (Resolution): 0.1 dB Reflectivity хэмжилт 0.1 dB нарийвчлалтай байх ба хур тунадасны жижиг өөрчлөлтүүдийг ялган харах чадвартай байна. Нарийвчлал (Accuracy): ≤1 dB @ SNR > 10 dB Сигнал/дуу чимээний харьцаа 10 dB-ээс өндөр үед Reflectivity-ийн алдаа 1 dB-ээс ихгүй байна. Энэ нь тоон хур тунадасны үнэлгээ (QPE) болон dual-polarization алгоритмуудын үнэн зөв ажиллагааг баталгаажуулна. Ойлтын хамгийн ир зай (Maximum Range for Reflectivity): X-band – 75 км хүртэл Энэ хүрээ дотор Reflectivity-ийн хэмжилт итгэлцүүртэй, стандарт шаардлага хангасан байна. Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 m Радарын range gate нь 75 метрээс бага байна.

		Энэ нь convective storm structure, microburst, wind-shear, outflow boundary зэрэг өндөр нарийвчлал шаардсан үзэгдлүүдийг илрүүлэхэд зайлшгүй хэрэгтэй. **2. Радиаль хурд (Radial Velocity VH)** – Nyquist хурд: ±30 м/с – Нарийвчлал: 0.1 м/с – Үнэн зөв байдал: ≤1 м/с @ SNR > 10 dB, σv = 4 м/с – Зай: • X-band – 75 км хүртэл • – Δr < 75 м Радарын Допплерийн радиаль хурд (V_H) хэмжилт нь дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг бүрэн хангана: Nyquist хурд: ±30 м/с Допплер хэмжилтийн нэг скан бүрт хурдны “unambiguous velocity” хүрээ ±30 м/с-аас багагүй байна. Энэ хүрээ нь салхи, конвектив урсгал, microburst/outflow boundary, нисэхийн аюултай хурдны shear-үүдийг алдагдалгүй илрүүлэх боломжийг хангана. Нарийвчлал (Resolution): 0.1 м/с Радиаль хурд 0.1 м/с нарийвчлалтай хэмжигдэх бөгөөд жижиг хурдны градиент, shear болон convergence/divergence бүсүүдийг мэдрэх чадвартай байна. Үнэн зөв байдал (Accuracy): ≤1 м/с @ SNR > 10 dB, σ_v = 4 м/с SNR ≥ 10 dB нөхцөлд хурдны хэмжилтийн системийн алдаа ≤1 м/с байна. Допплерийн хурдны стандарт хазайлт (σ_v) нь 4 м/с-аас ихгүй байх ба convective storm dynamics болон нисэхийн аюултай үзэгдлийн үнэн зөв илрүүлэлтэд шаардлагатай чанарыг хангана. Хэмжилтийн баталгаатай зайн хүрээ: X-band – 75 км хүртэл Энэ зайд радарын Допплерийн хурд хэмжилт тогтвортой, стандартын дагуу найдвартай байна. Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 м

		Range gate-ийн хэмжээ 75 метрээс бага байх бөгөөд микро хэмжээний хурдны шилжилт, boundary layer урсгал, microburst core болон нисэхийн аюултай нислэгийн орчны хурдны өөрчлөлтүүдийг өндөр нарийвчлалтай илрүүлэх боломжийг олгоно. **3. Спектрийн өргөн (Spectrum Width σH)** – Хамгийн их утга: 10 м/с – Нарийвчлал: 0.1 м/с – Үнэн зөв байдал: ≤2 м/с @ SNR > 10 dB – Зай: X-band – 75 км хүртэл – Δr < 75 м Радарын Допплерийн спектрийн өргөн (σ_H) хэмжилт нь тухайн эзэлхүүн доторх зорилтот биетүүдийн хурдны тархалт, салхины тогтворгүй байдал, турбулент шинж чанарыг тодорхойлох үндсэн параметр юм. Систем нь дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг хангана: Хамгийн их утга (Maximum Measurable Width): ≥10 м/с Турбулент конвекц, microburst core, gust front, shear line зэрэг өндөр өөрчлөлттэй бүсүүдэд спектрийн өргөн ≥10 м/с хүртэл хэмжих чадвартай байна. Нарийвчлал (Resolution): 0.1 м/с Спектрийн өргөн 0.1 м/с нарийвчлалтай хэмжигдэж, жижиг хэмжээний турбулент өөрчлөлтүүд болон нисэхийн аюултай бүсийн дотоод бүтэц илрэх боломжтой. Үнэн зөв байдал (Accuracy): ≤2 м/с @ SNR > 10 dB SNR ≥ 10 dB нөхцөлд спектрийн өргөний системийн алдаа 2 м/с-аас хэтрэхгүй байна. Энэ нь допплерийн найдвартай ажиллагаа, shear/turbulence бүсүүдийн үнэн зөв баримжаа гаргалтад зайлшгүй шаардлагатай үзүүлэлт. Хэмжилтийн баталгаатай зайн хүрээ: X-band – 75 км хүртэл

		Энэ зайд σ_H хэмжилт стандарт шаардлага хангасан, тогтвортой үнэлгээ өгнө. Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 м Range gate ≤ 75 метр байх бөгөөд boundary layer turbulence, microburst, outflow boundary болон convective storm structure-ийн нарийн ширийн өөрчлөлтийг илрүүлэх боломжийг хангана. **4. Дифференциал Дохио Эргэн Ойлголт (ZDR)** – Динамик хүрээ: –5–аас +8 dB – Нарийвчлал: 0.01 dB – Үнэн зөв байдал: ≤0.2 dB @ SNR > 10 dB – Зай: X-band – 75 км хүртэл – Δr < 75 м Дифференциал тусгалын харьцаа (Differential Reflectivity, ZDR) – Техникийн тодорхойлолт Dual-polarization радарын ZDR хэмжилт нь зорилтот биетүүдийн хэлбэр, чиглэл, дуслын хэмжээний тархалтыг тодорхойлох үндсэн параметр бөгөөд систем нь дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг хангана: Динамик хүрээ (Dynamic Range): −5 dB – +8 dB Сул бороноос эхлээд хүчтэй convective core доторх том дусал, мөндөртэй бүс хүртэлх ZDR-ийн утгуудыг бүрэн хэмжих чадвартай байна. Нарийвчлал (Resolution): 0.01 dB 0.01 dB нарийвчлалтай байх нь дуслын хэмжээний тархалтын жижиг өөрчлөлт, хайлалтын бүс (melting layer), мөндөр–бороо ялгах алгоритмд чухал. Үнэн зөв байдал (Accuracy): ≤0.2 dB @ SNR > 10 dB SNR ≥ 10 dB үед ZDR-ийн системийн алдаа 0.2 dB-аас хэтрэхгүй. QPE (дифференциал бороо тооцоолол), HCA (Hydrometeor Classification Algorithm)-ийн найдвартай ажиллагааг хангана. Хэмжилтийн баталгаатай зайн хүрээ: X-band – 75 км хүртэл

		Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 м Range gate ≤ 75 м байх нь melting layer, hail core, ZDR arc гэх мэт нарийвчилсан бүтцийг өндөр мэдрэмжтэй илрүүлэх боломжийг олгоно. **5. Дифференциал Фаз (ФDP)** – Динамик хүрээ: –180° – +180° – Нарийвчлал: 0.1° – Үнэн зөв байдал: ≤2° @ SNR > 10 dB – Зай: • X-band – 75 км хүртэл – Δr < 75 м ФDP нь бороо, цас, хайлалт, дуслын концентрацийг үнэн зөв тодорхойлох, мөн KDP (Specific Differential Phase)-ийн тооцоонд ашиглагдах суурь параметр юм. Систем дараах үзүүлэлтүүдийг хангана: Динамик хүрээ (Dynamic Range): −180° – +180° Налуу дусал, өндөр эрчимтэй бороо, convective precipitation, melting band бүхий нөхцөлд хэмжилтийг алдагдалгүй хийх боломжийг хангана. Нарийвчлал (Resolution): 0.1° ФDP 0.1° нарийвчлалтай байх нь KDP тооцоолол (rainfall rate R(KDP)), hail/ rain separation болон QPE-ийн өндөр нарийвчлалыг хангадаг. Үнэн зөв байдал (Accuracy): ≤2° @ SNR > 10 dB SNR ≥ 10 dB үед системийн фазын хэмжилтийн алдаа 2°-оос ихгүй байна. Хүчтэй attenuated бүсэд ч KDP алгоритмын найдвартай байдлыг хангана. Хэмжилтийн баталгаатай зайн хүрээ: X-band – 75 км хүртэл Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 м Range gate ≤ 75 м байх нь melting layer-ийн фазын өөрчлөлт, hail shaft бүсийн фазын shift, convective line structure зэрэг үзэгдлийг өндөр нарийвчлалтай илрүүлэх боломжийг олгоно. Дифференциал тусгалын харьцаа (Differential Reflectivity (ZDR) – Динамик хүрээ: –5–аас +8 dB

		– Нарийвчлал: 0.01 dB – Үнэн зөв байдал: ≤0.2 dB @ SNR > 10 dB – Зай: • X-band – 100 км – Δr < 75 м Радарын хос туйлт хэмжилтийн ZDR параметр нь зорилтот биетүүдийн хэлбэр, чиглэл, дуслын хэмжээний тархалт болон хайлалтын бүсийн бүтэцтэй холбоотой гол үзүүлэлт бөгөөд систем нь дараах техникийн шаардлагыг хангана: Динамик хүрээ: −5 dB–аас +8 dB Сул бороо, цас, хайлалтын бүс болон конвектив үүл (ихэвчлэн supercell эсвэл хүчтэй multicell) доторх мөндөр үүсэж, хуримтлагдсан хамгийн эрчимтэй бүс (convective hail core) хүртэлх бүх нөхцөлд ZDR-ийн хэмжилтийг бүрэн хамарч ажиллана. Нарийвчлал: 0.01 dB Дуслын хэмжээний жижиг өөрчлөлт, ZDR arc, мөндөр - бороо холилдсон хур тунадас (hail–rain) тусгаарлалт зэрэг нарийн бүтэцтэй шинжүүдийг өндөр нарийвчлалтай илрүүлэх боломжтой. Үнэн зөв байдал: ≤0.2 dB @ SNR > 10 dB SNR 10 dB-ээс дээш үед системийн хэмжилтийн алдаа 0.2 dB-аас хэтрэхгүй. QPE, HCA (Hydrometeor Classification) болон хайлалтын давхрага илрүүлэлтийн найдвартай ажиллагааг хангана. Хэмжилтийн баталгаатай зай: X-band – 75 км хүртэл Зайны нягтрал: Δr < 75 м 75 метрээс бага range gate нь convective storm structure доторх ZDR-ийн микро бүсүүд, melting layer transition, hail shaft зэргийг өндөр нарийвчлалтай харуулах боломжийг олгоно. **6. Корреляцийн коэффициент (ρHV)** – Динамик хүрээ: 0 – 1 – Нарийвчлал: 0.005 – Үнэн зөв байдал: ≤0.05 @ SNR > 10 dB – Зай:

		X-band – 75 км хүртэл – Δr < 75 м Хос туйлт радарын үндсэн параметр болох ρHV нь тухайн радарын нэг хэмжилтийн эзэлхүүн (resolution volume) доторх зорилтот биетүүдийн хэлбэр, бүтэц, төрлийн нэгэн төрлийн байдлыг илэрхийлдэг бөгөөд гидрометеорийн ангилал (HCA), чанарын хяналт (QC), clutter шүүлтүүрийн гол үзүүлэлт юм. Систем нь дараах техникийн шаардлагыг хангана: Динамик хүрээ: 0 – 1 Өндөр нэгэн төрлийн (ρHV → 1.0) болон олон төрлийн холимог зорилт (hail–rain mix, melting layer) бүхий орчинг бүрэн ялган хэмжих өргөн хүрээтэй байна. Нарийвчлал: 0.005 Hydrometeor Classification, melting layer detection, clutter suppression, QC алгоритмд шаардагдах өндөр нягтаршилтай хэмжилт. Үнэн зөв байдал: ≤0.05 @ SNR > 10 dB SNR ≥ 10 dB үед системийн хэмжилтийн алдаа 0.05-аас ихгүй байна. Энэ нь фазын тогтвортой байдал, dual-pol бүтээгдэхүүний найдвартай байдалд зайлшгүй шаардлагатай. Хэмжилтийн баталгаатай зай: X-band – 75 км хүртэл Зайны нягтрал: Δr < 75 м 75 метрээс бага range gate нь melting layer transition, hail core, biological echoes болон mixed-phase бүсүүдийн нарийн ширийн ялгааг илрүүлэх боломжийг олгоно. **7.** Системийн дизайн параметрүүд нь дээрх бүх нарийвчлалын шаардлагыг хангах ёстой бөгөөд туршилтыг coupler port-д өгсөн симуляцийн дохиогоор хийх болно.
	Тохируулга/Calibration	1. Системийн найдвартай байдал, туйлширалын параметрүүдийн үнэн зөв байдлыг батлахын тулд дотоод автомат болон программчлагдсан тохируулага хийх боломжтой байх.

1.42		Тохируулагаын одоогийн утгуудыг харуулах боломжтой байна. Тухайн зориулалтын дохио үүсгэгчийг (signal generator) тус бүрийн талбайд хангана. 2. Гадаад тохируулага: Стандарт тоног төхөөрөмж ашиглан хүлээн авагчийн шугаман чанар, динамик хүрээ зэргийг баталгаажуулах. 3. Бүх тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл, кабель, тестийн дагалдах хэрэгслийг бүрэн багцаар нийлүүлэх. 4. Радарын тохируулагын параметрүүд автоматаар шинэчлэгдэх боломжтой байх. 5. Тохируулагын багц дараах хэсгүүдийг багтаана: Хүлээн авагчийн нэг цэгийн тохируулага (богино болон урт импульсийн горимд) — Илгээгчийн оргил хүчний хэмжилт Системийн шум (noise figure) хэмжилт 6. Систем нь бүрэн автомат тохируулагын процедуртай байх — Системийн параметрүүд болон хүлээн авагчийн хэмжилтүүдийг баталгаажуулах. 7. Түргэн шалгалтын тохируулага хийх боломжтой байх — Системийн мэдрэмж болон динамик хүрээг баталгаажуулах зорилготой. 8. Радар нь дохио сулралыг засварлан нөхөх (attenuation correction) хийх боломжтой байх.
1.43	Нараар тохируулах (Sun & Calibration)	1. Антены чиглэлтийн нарийвчлал (≤0.1°)-ыг батлах зорилгоор автомат болон гар ажиллагаатай горимтой байна. 2. Нарны чиглэлд чиглүүлэн Антены өсөлт, чиглэлтийн нарийвчлал, хүлээн авагчийн тогтвортой байдлыг шалгана. Нарны флюксийн утгыг гадаад эх сурвалжаас авч ашиглана. 3. FAT (Factory Acceptance Test) болон SAT (Site Acceptance Test) үеэр бүрэн ажиллагааг нотлон

		харуулна. 4. Туршилтын үр дүнг хадгалах скриптээр ажиллах боломжтой байх. 5. FAT болон SAT үеэр Sphere Calibration-ийг мөн нотлон харуулна. 6. Туршилтын үр дүнг хадгалах скриптээр автомат ажиллуулах боломжтой байх.
1.44	Хэмжих үндсэн үзүүлэлтүүд / Base Parameters to be measured	
1.44.1	Бодит-хугацааны боловсруулалт (Real-time Processing)	1. Base product үүсгэх зорилгоор FPGA суурьтай эсвэл түүнтэй дүйцэхүйц боловсруулагчийг ашиглана. 2. Шаардлагатай FPGA board болон ажлын станцуудыг нийлүүлнэ.
1.44.2	Зэрэгцээ сигналыг боловсруулах чадвар (Parallel Signal Processing Computing Capability)	1. I & Q өгөгдлийг өндөр хурдтайгаар түгээх чадвартай байх. 2. Multi-node processing: Олон компьютер зэрэгцээ байдлаар I & Q өгөгдөлд хандаж боловсруулалт, дүрслэл хийх боломжтой байх. 3. 10 Gbps өгөгдөл дамжуулах чадвартай broadcast switch шаардлагатай. ЦУОШГ-ийн ирээдүйн системийн шаардлагыг дэмжих боломжтой байх.
1.44.3	Өгөгдлийн гаралтууд (Base Product Data Outputs)	1. Алсын сервер / төв сервер рүү дамжуулахад – 8-bit 2. Дотоод хадгалалт, өгөгдөл цуглуулалт – 16-bit
1.45	Симуляцын аргаар H/V дамжуулалт (Simultaneous Horizontal / Vertical Transmit) Доорх бүтээгдэхүүнүүдийг нэгэн зэрэг үүсгэнэ:	
a)	Засварласан эргэн ойлголт (Corrected Reflectivity)	Zh, Zv [dBZ]
b)	Засварлаагүй эргэн ойлголт (Uncorrected Reflectivity)	UZh, UZv [dBZ]
c)	Радиаль хурд (Radial Velocity)	Vh, Vv [m/s]
d)	Спектрийн өргөн (Spectral Width)	Wh, Wv [m/s]

e)	RHOHV – Хөндлөн корреляцийн коэффициент	RHOHV
f)	Дифференциал фаз	PHIDP [°]
g)	Дифференциал ойлт	ZDR [dB]
h)	Клаттер чадал (Clutter Power)	CCORh, CCORv [dB]
i)	Дохионы чанарын индекс (SQI)	SQIh, SQIv
j)	Signal Noise Ratio SNR	SNRh, SNRv [dB]
k)	Inphase / Quadrature signal H/V	Ih, Iv, Qh, Qv
l)	Чадалын спектр/ Power spectrum H/V	PsH,PsV
1.46	Хэвтээ туйлшралтай дамжуулалт (Horizontal Transmit)	
a)	Засварласан ойлт/ Corrected reflectivity	Zh [dBZ]
b)	Засварлаагүй ойлт/ Uncorrected reflectivity	UZh [dBZ]
c)	Радиал хурд/Radial Velocity	Vh [m/s]
d)	Спектерийн өргөн/Spectral width	Wh [m/s]
e)	Depolarization Ratio	LDR [dB]
f)	Signal Noise Ratio	SNRh [dB]
g)	Дохионы чанарын индекс /Signal quality index H	SQIh
h)	Clutter power H	CCORh
1.47	Босоо туйлшралтай дамжуулалт (Vertical Transmit)	
a)	Засварласан ойлт/ Corrected reflectivity	Zv [dBZ]
b)	Засварлаагүй ойлт/ Uncorrected reflectivity	UZv [dBZ]
c)	Радиаль хурд	Vv [m/s]
d)	. Спектрийн өргөн	Wv [m/s]

e)	Depolarization Ratio	LDR [dB]
f)	Signal Noise Ratio	SNRv [dB]
g)	Дохионы чанарын индекс/ Signal quality index V	SQIv
h)	Clutter power V	CCORv
1.48	Радар Контроллер (Radar Controller)	1. Радарын бүх ажиллагааг удирдах зориулалттай ажлын станц дээр суурилсан хяналтын програм хангамжтай байх. Радарын өгөгдөл дүрслэх, анализ хийх, сургалт болон операторын өдөр тутмын ашиглалтад зориулагдсан workstation, desktop болон зөөврийн компьютерууд нь Windows суурьтай үйлдлийн систем дээр ажиллах боломжтой байна.. Үүнд: – Долгионы параметрүүд (waveform parameters) – Хайлтын параметрүүд – Сигнал боловсруулах параметрүүд – Ажиллагааны горимын сонголт – Хайлтын стратегийн төлөвлөлт зэргийг UI интерфейсээс шууд тохируулах боломжтой. Удаан хугацааны ажиглалтын даалгаварыг (scheduler)-ийг мөн хамруулна 2. Радарын хяналт нь системийн төлөв байдлын шалгалт (Health Check) үзүүлэлтүүдийг харуулна. Үүнд интерлок, аналог параметрүүд, бүх дэд системийн төлөвүүд орно. 3. I&Q өгөгдлийг бичиж авах болон дахин тоглуулах боломжтой байх. 4. Вэб браузер ашиглан радарыг алсаас удирдах, хянах боломжтой байх. 5. Супер хэрэглэгч / энгийн хэрэглэгчийн түвшний тохиргоонуудтай байх. Эдгээрийн нарийвчилсан мэдээллийг гүйцэтгэлийн үе

		шатанд өгнө.
1.49	Дагалдах тоног төхөөрөмж/ Peripherals:	1. NRT (Near Real-Time) бүтээгдэхүүн үүсгэх, дэлгэцэнд харуулах зориулалттай Зөөврийн компьютер (Notebook/Laptop): – Intel Core i7, 13-р үе – 32 GB RAM – 1 TB SSD – 4+ USB port – HDMI – 1 Gbps Ethernet – Утасгүй хулгана + гар – 15" LED дэлгэц – Windows (latest) 2. I&Q өгөгдлийг оффлайн горимд бичих ба тоглуулах боломжтой байх. NAS Storage-д I&Q өгөгдөл хадгалагдана. 1 цагийн тасралтгүй бүрэн зурвасын I&Q архивлалт хийх боломжтой. 3. Вэб ба сүлжээний браузерээр алсаас удирдах, хянах боломжтой байх. 4. Архивлалт нь энэхүү баримтын 3-р бүлэг (Data Archival)-ийн дагуу хийгдэнэ. 5. Архивын өгөгдлийн формат нь 4-р бүлэг (Data Format)-т заасан дүрмийг дагана. 6. Бүх програм хангамжийн лиценз: – Олон хэрэглэгчийн – Нээлттэй, ямар ч төхөөрөмжид түгжээ байхгүй – Радарын бүх лиценз ЦУОШГ-ийн нэр дээр бүртгэгдсэн байх. 7. Бүх компьютерүүд нь Firewall, Antivirus зэргээр бүрэн хамгаалагдсан байх. 8. Хөдөлгөөнт интернэтийн төхөөрөмж
Цахилгаан хангамж/Power Requirements		
1.50	Цахилгаан хангамж/ Power	1. 220V ±10%, 50 ±2% Hz, нэг фазын AC тэжээл.

1.51	Цахилгаан үүсгүүр	1. Хамгийн багадаа 5 kVA хүчин чадалтай эсвэл түүнтэй дүйцэх цахилгаан үүсгүүр. Радарын бүх чухал хэсгийг бүрэн тэжээх чадвартай. Бүх цаг агаарын нөхцөлд ажиллах зориулалттай дуу намсагчтай (silent) тусдаа бүрхүүлтэй.
1.52	Програм хангамж (Software)	1. Систем нь өгөгдөл боловсруулах болон дүрслэх зориулалтын батлагдсан (proven) програм хангамжтай байх. 2. Програм хангамж нь дараах 3 хэмжээст (3D) дүрслэл хийх боломжтой байна: – Ойлт (Reflectivity) – Радиаль хурд (Velocity) – Спектрийн өргөн (Spectrum width) – Бороо хур тунадасны хэмжээ (Rain rate) – Газрын гадаргын 3 хэмжээст загвар (3D terrain) 3. Нийлүүлэх гэж буй програм хангамж нь дэлхийн аль нэг Үндэсний Цаг Уурын Албан (National Weather Service) -ы стандартыг хангасан, хамгийн багадаа хоёр (2) байршил дээр ашиглагдан, туршигдсан програм байх шаардлагатай.
1.53	Суурилуулалтын Платформ	1. Үйлдвэрлэгчээс тусгайлан тоноглосон (Антены суурилуулалт, бэхэлгээ гэх мэт бүх тоноглол үйлдвэрлэгчээс хийгдсэн байх бөгөөд үүнийг нотлон харуулах баримт бичгийг хавсаргана) ашиглагдаж байгаагүй шинэ, зориулалтын автомашин, гидравлик цамхаг, Auto-leveling ≤15 мин
1.54	Ажиллагааны температур (Operating Temperature)	1. –40°C-аас +53°C хүртэл

2. Радарын Өгөгдлийн Архив (ARCHIVAL OF RADAR DATA)

2.1 Base Data Архивлалт
Радар процессороос гарч буй үндсэн өгөгдлүүд болох:
– Ойлт (Reflectivity)
– Радиаль хурд (Velocity)
– Спектрийн өргөн (Spectrum Width)
– Хос туйлшралын параметрүүд (Dual-pol parameters)

→ эдгээрийг автоматаар хатуу дискэн дээр хадгална.

Base Parameters өгөгдлийг архивах зорилгоор SATA диск бүхий RAID-6 архитектуртай сүлжээнд холбогдсон хадгалалтын төхөөрөмж (NAS) нийлүүлнэ.

2.1 Принтер ба Сканнерын нийлүүлэлт

Радарын байр тус бүр болон төв сервер дээр дараах төхөөрөмжүүдийг нийлүүлнэ:

2.2.1 2-in-1 A4 хэмжээтэй лазер принтер + сканнер
• 600 dpi (эсвэл түүнээс өндөр) хэвлэх чанартай
• 1200 dpi (эсвэл түүнээс өндөр) сканнер
• Автомат хуудас эргүүлэх (auto-duplex) боломжтой
→ Нийт: 1 ширхэг

2.1.1 Өнгөт Ink-Tank принтер
• 600 dpi болон түүнээс өндөр чанартай
→ Нийт: 1 ширхэг

2.2 Blue-Ray архив төхөөрөмж

• Гадаад Blue-ray DVD бичигч
• Дараах дагалдах хэрэгслүүдийг нийлүүлнэ:
  – 12 ширхэг давхар давхаргат (dual-layer) Blue-ray R/W диск
  – 50 ширхэг Blue-ray DVD/R диск

2.3 I&Q өгөгдөл
I&Q өгөгдлийг:
• Бичиж авах
• Хадгалах
• Оффлайн горимд дахин тоглуулах
боломжтой байх.

2.4 Хатуу дискний хамгаалалт
АМС үйлчилгээний гэрээнд дараах заалт заавал орно:
→ Хатуу диск эвдэрсэн тохиолдолд ЦУОШГ тухайн дискийг өөртөө хадгалж үлдэх эрхтэй (гадаад үйлчилгээ үзүүлэгчид буцаан өгөх шаардлагагүй).

3. ӨГӨГДЛИЙН ФОРМАТУУД (DATA FORMATS)

3.1 Дижитал өгөгдөл (Digital Data)

3.1.1
Систем нь дараах боломжтой байх ёстой:
• RAW өгөгдөл (I & Q) архивлах
•Туйлширалын Допплер цаг агаарын радарын үндсэн өгөгдөл болон бүтээгдэхүүнүүдийг:
BUFR, NETCDF, GRIB2, HDF5, KML, KMZ форматууд болон NEXRAD Level-II** форматад үүсгэх чадвартай байх.

3.1.2
Нийлүүлэгч компани нь бүх форматын нарийвчилсан техникийн мэдээллийг ЦУОШГ-тэй зөвшилцөн бүрэн гаргаж өгнө.

Энэ нь радарын бүх ажиллагааны параметрүүд болон төлөв байдлын (health) параметрүүдийг хамарна.

3.1.3
RAW өгөгдлөөс дараах өгөгдлүүдийг боловсруулж Cartesian координат руу хөрвүүлнэ:
– Цаг тутмын хур тунадас (RAINFALL mm/hr)
– Хуримтлагдсан хур тунадас (RAINFALL ACCUMULATED mm)
– Сонгосон өндөрүүдэд байх хэвтээ салхи (Horizontal Winds)
→ Эдгээр өгөгдөл нь HDF5 болон NetCDF форматад мөн бэлэн байх ёстой.

3.1.4
BUFR, NETCDF, HDF5, GRIB2, NEXRAD Level-II форматуудын:
• Encoding (бичлэг)
• Decoding (уншилт)
зэрэг бүх программ хангамжийг Linux эсвэл Windows лицензтэй платформ дээр нийлүүлнэ.
Програм хангамж нь хэрэглэгчийн хэрэгцээ болон ЦУОШГ-ийн техникийн тодорхойлолтын дагуу радарын өгөгдлийг шаардлагатай формат руу хөрвүүлэх чадвартай байх.

3.1.5
NetCDF өгөгдөл дараах стандартуудад нийцсэн байна:
• NCAR CFRadial
• ЦУОШГ-NetCDF
Мөн ЦУОШГ-NetCDF, HDF5, BUFR-OPERA форматуудын нарийвчилсан техникийн баримтыг ЦУОШГ нь амжилттай шалгарсан нийлүүлэгчид өгнө.
→ Нийлүүлэгч нь эдгээрийг ашиглан бүх шаардлагатай программын хөгжүүлэлт хийнэ.

3.1.6
Бодит цагийн радарын хур тунадасны мозайк (Real-time radar rainfall mosaic) үүсгэх чадварыг техник-үнэлгээний үеэр нийлүүлэгч компанид заавал Demonstration (Demo) хийлгэж шалгана.
Энэ Demonstration (Demo) нь ялгаатай давтамжийн зурвастай DWR (Doppler Weather Radar) төхөөрөмжүүдийн мэдээллийг нэгтгэсэн байх ёстой.

3.1.7 Радарын бүх бүтээгдэхүүнийг (Radar Products) тендерийн баримтад заасан шаардлагын дагуу нийлүүлэгч компани техник-үнэлгээний (Technical Evaluation) үеэр бүрэн үзүүлж нотолно.

3.1.8 Бодит цагийн хур тунадасны мозайк (Implementation of Real-Time Rainfall Mosaic)
Энэхүү RFP хүрээнд нийлүүлэгдэх бүх DWR (Doppler Weather Radar)-ийн өгөгдлийг нэгтгэн давтамжийн зурвас харгалзахгүйгээр иж бүрэн мозайк (composite mosaic) үүсгэх програмчлал болон ажиллагаа нийлүүлэгчийн бүрэн хариуцлага байна.
Техникийн үнэлгээний хороо радарын бүтээгдэхүүнүүдэд хандаж, шалгах боломжтой байх ёстой.

3.1.9 Proprietary өгөгдлийн формат
Хэрэв нийлүүлэгчийн өгөгдлийн формат проприетар (хаалттай) бол, форматын бүтцийн тайлбар болон decoding програм, кодыг бүрэн хэлбэрээр ЦУОШГ-д нийлүүлэх шаардлагатай.

3.1.10 Формат хөрвүүлэгч (Data Format Converter)

Амжилттай шалгарсан нийлүүлэгч нь дараах хөрвүүлэгч програм хангамжийг нийлүүлнэ:
• RAW датаг ASCII формат руу хөрвүүлэх
• Бүх радарын бүтээгдэхүүнийг ASCII руу хөрвүүлэх

3.2 Зураглалын өгөгдөл (Image Data)

3.2.1 Автомат зураг үүсгэх чадвар
Систем нь дараах форматууд дахь өндөр нягтралтай зураг файлуудыг автоматаар үүсгэж вэб хуудас болон HD дэлгэцэнд ашиглах боломжтой байна:
JPEG, GIF, TIFF, GEOTIFF, PNG
Зураг бүрт дараах боломжтой байх:
– Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan) бүрийн дараа автоматаар файл үүсгэх
– UTC болон IST цагийг зураг дээр давхар харуулах
– Нэгэн зэрэг RADAR data product дэлгэцэнд тусгах

Файл нэршлийн стандарт (File Naming Convention)
Дараах файлууд автоматаар үүснэ:

3.2.2. caz_stn.gif
• Max Z
• 250 км (C-band)

3.2.3. ppz_stn.gif
• PPI Z
• 450 км (C-band)

3.2.4. ppi_stn.gif
• PPI Z
• 150 км (C-band)

3.2.5 ppv_stn.gif
• PPI V
• 250 км (C-band)

3.2.6 vp2_stn.gif
• VVP
• 30 км Range / 10 км өндөр хүртэл (up to 10 km)

3.2.7 sri_stn.gif
• SRI
• 150 км (C-band)

3.2.8 pac_stn.gif
• PAC
• 150 км (C-band)
• 24 цагийн хуримтлагдсан хур тунадасны зураг

4. SOFTWARE

4.1 Үйлдлийн програмын онцлогууд (FEATURES)

Радарын систем нь дараах боломжуудыг багтаасан, меню-тулгуурласан GUI интерфейстэй байх ёстой:

4.1.1 Радар ажиллуулах (Operating the radar)

4.1.2 Ажиллагааны скан параметрүүдийг тохируулах

4.1.3 Цаг агаарын бүтээгдэхүүнүүдийн (weather products) тохиргоо

4.1.4 Анхааруулга ба сэрэмжлүүлэг (alerts & warnings) үүсгэх

4.1.5 Системд ашиглагдаж буй сүлжээний харилцаа холбооны тоног төхөөрөмжийн тохиргоо

4.1.6 Дэлгэц дээрх зураглалыг Монголын газрын зураг дээр давхарлан харуулах, улс, аймаг, сумдын хилүүдийг багтаах.
Мөн Аймаг, Сум/багийн хилүүдийг нэмж оруулах боломжтой байх.

4.1.7 Антенн, хүлээн авагч, динамик хүрээ зэрэгт автомат тохируулага хийх

4.1.8 Радарын төлөв байдлыг BITE ашиглан хянах (Built-In Test Equipment)

4.1.9 Хайлтын параметрүүдийн тохиргоог GUI-аар хялбар солих боломжтой байх

4.1.10 Үндсэн бүтээгдэхүүн (Base Product) үүсгэх

4.1.11Base Product-ийг дараах боломжтойгоор дэлгэцэд харуулах:
• Томруулах (zoom)
• Өргөрөг/уртрагийн координат харуулах
• Сонгосон параметрүүдийг харуулах
• Өнгөний кодчлолтой дэлгэц

4.1.12 Хэрэглэгчийн тогтоосон босго дээр үндэслэн дуу- дүрсний (audio-visual) анхааруулга үүсгэх

4.1.13 Анхааруулгыг (visual/text) хэрэглэгчдэд харилцаа холбооны сувгаар автоматаар дамжуулах

4.1.14 Өмнөх (архив) өгөгдлөөс бүтээгдэхүүнүүдийг дахин боловсруулж, дэлгэцлэх боломжтой байх

4.1.15 Нэгэн зэрэг олон параметрийн өгөгдлийг зэрэгцүүлэн харуулах

4.1.16 Бүх Base data бүтээгдэхүүнүүдийг нэг терминал дээр сонгон харуулах боломжтой байх
→ Энэ нь үндсэн ажиллагаа ба эрдэм шинжилгээний аль алинд ашиглагдана.

4.1.17 Зөвшөөрөлгүй нэвтрэхээс хамгаалах зориулалтын хамгаалалтын программ хангамж багтсан байх
4.1.18 Хүчтэй борооны улмаас үүсэх дохионы сулралын залруулага “attenuation correction” -ыг оновчтой гүйцэтгэх
— ZDR, ΦDP, KDP, ρHV зэрэг хос туйлт параметрүүдэд тулгуурласан алгоритм ашиглана.

4.2 SOFTWARE PRODUCTS
Радарын программ хангамж нь дараах бүх бүтээгдэхүүнүүдийг үүсгэх боломжтой байх.
Бүтээгдэхүүн бүрийн алгоритм болон техникийн зааврыг нийлүүлэгч бүрэн өгнө.

4.2.1 Base Products (Үндсэн бүтээгдэхүүнүүд)

4.2.1.1 Шүүлтүүргүй I & Q өгөгдлийг архивлах болон дахин тоглуулах боломжтой байх.
Архивласан RAW I/Q өгөгдлөөс бүх төрлийн суурь бүтээгдэхүүн (анхдагч радарын бүтээгдэхүүн) -ийг үүсгэнэ.

4.2.1.2 Систем нь RAW өгөгдөлд дараах засваруудыг хийсний дараа Z, V, σ болон туйлширалын бүх бүтээгдэхүүнүүдийг үүсгэнэ. Үүнд:

Хур тунадасны улмаас үүсэх дохионы сулралын залруулага
→ Хур тунадаснаас шалтгаалсан дохионы сулралтыг засварлаж, ойлтын болон хур тооцооны алдааг бууруулах.

Дэлхийн муруйлтын засвар (Earth curvature correction)
→ Дэлхийн муруйлт болон стандарт атмосферийн хугарал (k-factor)-ын нөлөөг харгалзан тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц-ийн бодит өндрийг засах

Зай ихсэх тусам үүсэх дохионы сулралтыг тэнцвэржүүлэх засвар. (Range normalization)
→ Алслалтаас шалтгаалсан дохионы сулралтыг тэнцвэржүүлж, бүх зайд харьцуулж болохуйц хэмжилт үүсгэх

Тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц хаагдалын залруулга Beamblockage correction
→ Рельеф, барилга, сааднаас үүсэх partial/total тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц хаагдалыг тооцон засварлах.

Гадаад эх үүсвэрийн интерференс даралт (External interference suppression)
→ Харилцаа холбоо, цахилгаан төхөөрөмжөөс үүсэх хөндлөнгийн интерференсийг илрүүлж дарах.

Цаг уурын бус цуурайг устгах (Non-meteorological echo removal)
→ Цаг уурын бус echo (шавьж, шувуу, clutter)-г шүүн ялгаж устгах

Second-trip echo recovery
→ Unambiguous range-ээс давсан, давхцсан цуурайг илрүүлж, зөв зайд нь сэргээн байршуулах

Газраас ойсон ойлтыг устгах (Ground reflection removal)
→ Газрын гадаргаас үүсэх тогтвортой тусгалыг (ground clutter) илрүүлж устгах

Bright band correction
→ Хайлах давхаргад (melting layer) үүсэх ойлтийн хэт өсөлтийг засварлах.

→ Эдгээр бүх засварыг хийж байж Base Product-ийг үүсгэх

4.2.1.3 Хэрэглэгчийн тодорхойлж хадгалсан параметрүүд болон сонгосон хайлтын даалгаварын (scan schedule)-ийн дагуу бүтээгдэхүүнүүд автоматаар үүснэ.

4.2.1.4 Архивласан RAW өгөгдлийг ашиглан offline mode-оор бүх бүтээгдэхүүнүүдийг дахин боловсруулах боломжтой байх.

4.3 PRIMARY PRODUCTS (Анхан шатны бүтээгдэхүүнүүд)

4.3.1 Maximum Display (Z, V, σ)
Систем дараах чадвартай байна:
• Z, V, σ – үндсэн бүтээгдэхүүнүүдийн хамгийн их утгыг тооцоолон харуулах
• Хэвтээ чиглэлд: East-West болон North-South
• Босоо баганад: хэрэглэгчийн тодорхойлсон өндрийн интервал
• 0–18 км хүрээтэй, 2 км-ийн босоо масштаб бүхий программ хангамжийн хажуу талд байрлах интерфэйсийн удирдлагын цэс зураглал гаргана.

4.3.2 PPI (Plan Position Indicator) (Z, V, σ)
Систем нь дараах чадвартай байх:
• Бүх төрлийн RAW өгөгдлөөс PPI бүтээгдэхүүн үүсгэх
• Хамгийн доод өнцгөөс хамгийн дээд босоо өнцөг (босоо өнцөг) хүртэл
• Хэрэглэгчийн сонгосон босоо өнцөг бүрээр
• Төлөвлөгдсөн хайлт хийх дараалаллийн дагуу автоматаар боловсруулна.

4.3.3 CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator)
4.3.3 CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator)
Систем нь Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс хэрэглэгчийн тодорхойлсон босоо өндөрт гео-хэвтээ огтлол (CAPPI) үүсгэхийн тулд интерполяци хийж, 1–18 км өндөрийн хооронд Z, V, σ параметрүүдийг дүрслэн харуулна.

4.3.4 PCAPPI (Pseudo-CAPPI)
Систем нь дараах аргаар PCAPPI үүсгэнэ:
• Радарын ойролцоо хэсэгт хамгийн өндөр босоо өнцөг scan-ийн өгөгдлийг ашиглана
• Хол зайд радарын туяа хэрэглэгчийн тодорхойлсон өндрийн хавтгайг огтлохгүй тохиолдолд хамгийн доод босоо өнцгийн хайлтийн өгөгдлийг ашиглана

→ Ийм хосолсон өгөгдлөөс 1–18 км өндөрийн хооронд Z, V, σ параметрүүдийг харуулна.

4.3.5 VCUT (Vertical Cut)
Систем нь хэрэглэгчийн заасан хоёр цэгээр дайрсан босоо хавтгайг сонгон, Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс үндсэн бүх бүтээгдэхүүнүүдийг (Z, V, σ) интерполяци хийж, сонгосон параметрүүдийг босоо огтлол хэлбэрээр дүрслэн харуулна.

4.3.6 EBASE (Echo Base)
Систем нь Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс
• Хэрэглэгчийн заасан босго утга (threshold)-аас дээш
• Эхо дохио үзэгдэх хамгийн доод өндөрлөгийг автоматаар тодорхойлж,
Z, V, σ параметр тус бүрээр хэрэглэгчид харуулна.

4.3.7 ETOP (Echo Top)
Систем нь Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс
• Хэрэглэгчийн босго утгыг хангаж буй
• Эхо дохионы хамгийн дээд хилийг автоматаар тодорхойлох ба Z, V, σ сонгосон параметрүүдийг ETOP бүтээгдэхүүн хэлбэрээр харуулна.

4.3.8 HAIL WARNING (Мөндөрийн анхааруулга)
Систем нь баталгаатай мөндөр илрүүлэх алгоритмд тулгуурлан PPI дэлгэц дээр хэрэглэгчийн сонгосон талбар(ууд)-д мөндөр анхааруулах тэмдэг (hail warning symbol) автоматаар байршуулна.

4.3.9 HYDROMETEOR CLASSIFICATION

Систем нь дараах туйлширалын параметрүүдэд тулгуурлан гидрометеорийн ангиллын бүтээгдэхүүн үүсгэнэ:
• ZDR
• ΦDP
• KDP
• ρHV

Гидрометеор ангиллыг өөрийн орны цаг уурын нөхцөлд тохируулан, шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр параметрүүдийг өөрчлөн тохируулах боломжтой байх ёстой.
Энэ ангиллын хүрээнд мөндөр илрүүлэх алгоритм нь заавал багтсан байна.

4.4 Цаг уурын дэд- бүтээгдэхүүнүүд (Derived Meteorological Products)

4.4.1 Хурдны бүтээгдэхүүнүүд (Velocity Products)
Систем нь дараах хурдны бүтээгдэхүүнүүдийг үүсгэж, дэлгэцэнд харуулна:

4.4.1.1
Тогтмол босоо өнцөг (босоо өнцөг) болон тогтмол налуу зайд (slant range) азимутын дагуух радиаль хурдны (VAD) огтлол.

4.4.1.2
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон тогтмол зайд, тодорхой өндрийн болон азимутын өнцгүүдэд харгалзах радиаль хурдны зураглал.

4.4.1.3
Радарын дээрх босоо баганад (vertical column) хэвтээ салхины хурд болон чиглэлийг салхины барб тэмдэглэгээтэйгээр өөр өөр өндөрт харуулна.
• Мөн divergence болон convergence бүтээгдэхүүн багтана.
→ (VVP_1)

4.4.1.4
Радарын төвөөс 30 км радиуст, 10 км хүртэл өндөрт радиаль хурдны өгөгдлөөс стандарт алгоритмаар боловсруулсан хэвтээ салхины босоо профайл (vertical wind profile) үүсгэнэ.
• Үр дүн нь салхины барб хэлбэртэй
• Цаг хугацааны дараалаар (time-series) хэрэглэгчийн сонгосон хугацаанд харуулна
→ (VVP_2)

4.4.1.5
Хэрэглэгчийн сонгосон өндрийн давхаргад
хэвтээ салхины векторууд (UWT) -ийг барб хэлбэрээр харуулна.
• Доор нь Reflectivity эсвэл Velocity мэдээллийг давхарлан харуулах боломжтой
• PPI болон CAPPI форматаар гарна.

4.4.2 Гидрологийн бүтээгдэхүүнүүд (Hydrological Products)
Систем нь дараах гидрологийн бүтээгдэхүүнүүдийг гаргана:

4.4.2.1
Туйлширалын моментүүд болон Z–R харьцаанд тулгуурласан хур тунадасны интенсив (Rainfall Intensity)
• Хэрэглэгчийн сонгосон газрын гадарга орчмын давхаргад
• Газар дээрх тогтмол өндрийн утгаар

• Фазын шилжилтийн (Freezing layer height) өндөрийг динамикаар тохируулах боломжтой
→ Энэ өндөрийн мэдээллийг ЦУОШГ текст файл хэлбэрээр өгнө.

4.4.2 Гидрологийн бүтээгдэхүүнүүд

4.4.2.2
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон атмосферт давхаргад агуулагдах усны агууламжийн агшин зуурын тооцоолол (VIL)ба PPI дэлгэц дээр харуулах боломжтой байх.

4.4.2.3
Туйлширалын параметр болон Z–R харьцаанд тулгуурлан хэрэглэгчийн сонгосон хугацааны интервалд хур тунадасны хуримтлал (PAC)-ыг үүсгэх.

4.4.2.4
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон ус хурах сав газар (catchment basin)-т сонгосон хугацааны интервалд орсон нийт хур тунадасны хэмжээг тооцоолох.

4.4.2.5
Хэрэглэгчийн шаардлагын дагуу голын сав газрын газрын зураг (river basin map)-ийг давхарлан харуулах боломжтой.

4.4.2.6
Хур тунадасны интенсив, хурд, хуримтлал зэрэг бүтээгдэхүүнүүдийг хурын хувин (rain gauge) болон дистрометрийн бодит цагийн мэдээллээр бодит хугацаанд тохируулах боломжтой. Хурын хувин болон дистрометрийн өгөгдөл нь радарын зураглалын хамт харуулна.
→ ЦУОШГ нь эдгээр мэдээллийг текст форматтайгаар өгнө.

4.4.2.7
Хур тунадасны хэмжээ болон хурдны бүтээгдэхүүнүүдийг хурын хувин болон дистрометрийн өгөгдлөөр онлайн тохируулах боломжтой байх.

4.4.2.8
Систем нь ойлтын болон хос туйлт хэмжилтүүдийг газрын гадаргын хэвтээ хур тунадасны зураглал (horizontal rainfall map) болгон хөрвүүлнэ.

4.4.2.9
Систем нь зөвхөн Z(h) бус, туйлширалын параметрүүдийн хослолыг ашиглан илүү нарийвчилсан хур тунадасны хурдны (rain rate) мэдээлэл үүсгэх.

4.4.2.10
Туйлширалын параметрт тулгуурласан алгоритм ашиглан мөндөр, цаг уурын бус (non-meteorological) эхо, дохионы сулралаас үүсэх нэгж хугацаанд орж буй хур тунадасны хэмжилтийн алдааг засварлах бүрэн боломжтой байх.

4.4.3 Нисэхийн бүтээгдэхүүнүүд (Aviation Products)

4.4.3.1
Систем нь салхины хурдны дараах уламжлалуудыг тооцно:
• Радиаль
• Азимут
• North–South
• East–West

→ Эдгээрээс хэвтээ, босоо, 3 хэмжээст салхины shear-ийг гаргана.

4.4.3.2
Систем нь дараах аюулт үзэгдлүүд дээр дуу чимээ, clutter, интерференс өөрчлөгдөхөд босгыг даган өөрчилж, жинхэнэ дохиог найдвартай ялгах босго ашиглан анхааруулах бүтээгдэхүүн үүсгэх чадвартай байх:
• Microburst
• Meso-cyclone
• Wind shear

4.4.3.3
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон агаар мандлын давхаргад хамгийн их турбулентын (maximum turbulence) хэмжээг тооцож дээрээс харах (top-view) хэлбэрээр харуулна.

4.4.4 Анхааруулга ба урьдчилсан мэдээний бүтээгдэхүүнүүд

4.4.4.1
Систем нь дараах үзэгдлүүдийн анхааруулах тэмдэг (warning symbols)-ийг үе цагийн дүрслэл дээр автоматаар бий болгон харуулна:

Thunderstorm (Аянгатай аадар борооо)
→ Хүчтэй конвекц, аянга цахилгаан, аюулт үзэгдэл бүхий хур тунадас агуулсан үүлэн системийг илрүүлэх.

Hailstorm (Мөндөртэй борооо)
→ Мөндөр дагалдсан хүчтэй конвекцийн үзэгдэл, ихэвчлэн өндөр ойлт бүхий мөндрийн голомтыг илрүүлэх.

Dust storm (Шороон шуурга)
→ Салхины нөлөөгөөр шороо, тоос өргөгдөн тархсан үзэгдэл илрүүлэх; радар дээр weak echo хэлбэрээр ажиглагдана.

Meso-cyclone (Мезоциклон)
→ Конвекцийн үүл доторх дунд хэмжээний эргэлттэй агаарын масс; допплерийн хурдны талбараар илрүүлэх.

Convergence (Агаарын урсгалын нийлэлт)
→ Доод давхаргад агаарын урсгалууд нийлж дээш чиглэсэн хөдөлгөөн үүсэх бүс илрүүлэх.

Divergence (Агаарын урсгалын сарнил)
→ Агаарын урсгал тархан холдох бүс; уруудах хөдөлгөөнтэй холбоотой салхийг илрүүлэх.

Gust fronts (Салхины түрэлт, шуурганы урд хязгаар)
→ Конвекцийн системийн урд хэсэгт байрлах хүчтэй салхины огцом өөрчлөлттэй заагийг илрүүлэх.

4.4.4 Анхааруулга ба урьдчилсан мэдээний бүтээгдэхүүнүүд

4.4.4.2
Систем нь үүл хур тунадасны шилжилтийн хурд болон чиглэлийг тооцоолох бүрэн чадвартай байх.

4.4.4.3

Систем нь хэрэглэгчийн тодорхойлсон дараах нөхцлүүдийн аль нэг нь биелсэн үед анхааруулах дохио (warning) автоматаар үүсгэнэ:
- Ойлт/Reflectivity
- Хурд/Velocity
- Нэгж баганад агуулагдах хур тунадас/VIL
- Хур тунадасны эрчимшил/Rainfall intensity
- Тодорхой хугацааны интервалд хуримтлагдсан хур тунадасны нийт хэмжээ/ Rainfall accumulation
- Нөөлөг салхи/Wind shear

4.4.4.4
Систем нь шуургатай холбоотой tornado, gust front–ийг илрүүлж, дэлгэц дээр зураг (visual) болон текстэн анхааруулга өгөх чадвартай.

4.5 Текст ба тоон мэдээлэл хэлбэрээр дамжуулагддаг радарын бүтээгдэхүүнүүд (Alphanumeric Products)
Систем нь бүх төрлийн бүтээгдэхүүнүүдийг (base, primary, derived) ASCII хүснэгтэн формат хэлбэрээр гаргах боломжтой байх.

5. Built-In Test Equipment (BITE)

5.1.1
Радарын техник хангамж болон програм хангамжийн ажиллагааг тасралтгүй хянах, хамгийн сүүлийн үеийн технологид тулгуурласан орчин үеийн BITE систем нийлүүлнэ.

5.1.2
BITE процессор нь радарын систем доторх бодит цагийн аналог ба тоон утгуудыг хэмжиж боловсруулан, тэдгээрийн утга зөвшөөрөгдөх хязгаараас гарах үед алдааны мэдэгдэл (error message) үүсгэнэ.

5.1.3
BITE процессор нь радарын систем доторх модуль / PCB бүрийн оролт болон гаралтын дохиог стандарт утгаас хазайсан эсэхийг тасралтгүй хянах ёстой.

5.1.4
Алдаа гарсан тохиолдолд дуут дохио (audio alarm) ажиллана.

5.1.5
Сүлжээнд холбогдсон бүх радарын статусын төвлөрсөн хяналтыг хангана.

6. Сүлжээ болон Харилцаа холбооны системийн зохицуулалт (Networking & Communication)

6.1
Харилцаа холбооны суваг (communication link)-ийг ЦУОШГ хангана.
→ Нийлүүлэгч нь шаардлагатай өргөн зурвасын хэмжээг (bandwidth) тодорхой заана.

6.2
Команд-хяналтын төвүүдэд нийлүүлэх тоног төхөөрөмж, програм хангамжийн бүх нийлүүлэлт (deliverables) нь Annexure-III-ийн дагуу байна.

6.3 GIS Overlay
Радарын өгөгдлийг GIS газрын зураг дээр давхарлан харуулах боломжтой байх.
Мөн дараах газрын зураг эх үүсвэрүүдийг давхарлан харуулах боломжтой байх:

• Google Maps
• OpenStreetMap
• ESRI / ArcGIS
→ Мөн локал GIS серверийг OpenStreetMap өгөгдлөөр суурилуулж, ашиглах боломжтой байх.

Overlay хийх бүтээгдэхүүнүүд:
6.3.1 Reflectivity
6.3.2 Rainfall
6.3.3 Rainfall, Velocity, Hydrometeor Classification-д суурилсан анхааруулгууд
6.3.4 GIS програмын **perpetual license** шаардлагатай бол нийлүүлэгч үнэгүй олгоно
6.3.5 Аймаг, сумын хилийн shape файл-уудыг ЦУОШГ нийлүүлэгчид өгнө

7. Давтамжийн зөвшөөрөл (Frequency Clearance)
• Харилцаа холбооны зохицуулах хорооноос Допплерийн цаг уурын радарыг ажиллуулахад шаардлагатай давтамжийн зөвшөөрөлийг нийлүүлэгч бүрэн хариуцаж авна.
• Харилцаа холбооны зохицуулах хорооноос зөвшөөрөл олгогдсоны дараа ЦУОШГ-д шаардлагатай радиодолгион ашиглах зөвшөөрөл, гэрчилгээ-г бүрэн өгөх ёстой.
• Хуулийн дагуу шаардагдах бүх баримтыг ЦУОШГ нийлүүлэгчид гаргаж өгнө.

7.1 Радиодолгион ашиглах зөвшөөрөл, гэрчилгээ болон Харилцаа холбооны зохицуулах хорооны зөвшөөрөл
Нийлүүлэгч нь гадны дохионы нөлөөний хэмжилтийг хийж, ХАРИЛЦАА, ХОЛБООНЫ ЗОХИЦУУЛАХ ХОРОО- оос авах шаардлагатай радиодолгион ашиглах зөвшөөрөл, гэрчилгээ бүрэн хариуцна.
→ Хуулийн дагуу шаардагдах бүх бичиг баримтыг ЦУОШГ нийлүүлэгчид өгнө.

----oOo----