

Аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын чиг хандлага ба МОНГОЛ УЛСЫН ЗАСГИЙН ГАЗРЫН БОДЛОГЫН УЯЛДАА

Балжирсүрэнгийн Ганцэцэг, доктор (Ph.D)

Удирдлагын академи, Улаанбаатар, Монгол улс,

gantsetseg.b@naog.gov.mn, <https://orcid.org/0009-0001-6110-3009>

Article history

Received : 2025-08-31

Accepted : 2025-11-30

Published : 2025-12-31

Түлхүүр үгс

*Аж үйлдвэрийн хувьсгал
4.0, 5.0, хиймэл оюун,
юмсын интернет,
дижитал засаглал*

Хураангуй: Энэхүү өгүүллийн зорилго нь аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын гол үзэл баримтлал, ялгаа, уялдааг тодорхойлж, Монгол Улсын Засгийн газрын 2024–2028 оны Үйл ажиллагааны хөтөлбөрт эдгээр үзэл баримтлал хэрхэн туссан байгааг бодлогын түвшинд шинжлэхэд оршино. Энэхүү өгүүлэл нь Монгол Улсын Засгийн газрын 2024–2028 оны Үйл ажиллагааны хөтөлбөрийг аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0-ийн үзэл баримтлалын хүрээнд шинжилж, бодлогын нийцэл, хэрэгжилтийн үнэлгээний сул талыг тодорхойлох зорилготой. Судалгаанд бодлогын баримт бичгийн шинжилгээ, олон улсын байгууллагуудын (Европын Холбоо, ЭЗХАХБ, UNIDO) бодлогын баримт бичигт тулгуурласан харьцуулсан дүн шинжилгээ, шалгуур үзүүлэлтэд суурилсан үнэлгээний аргачлалыг ашиглав. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Монгол Улсын бодлого нь хиймэл оюун, дижитал шилжилт, автоматжуулалтаар дамжуулан аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын технологийн суурийг бүрдүүлж эхэлсэн боловч аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын гол зарчим болох хүн төвтэй, тогтвортой хөгжлийг бодитоор хэмжих зорилт, шалгуур үзүүлэлт дутмаг байна. Ялангуяа дижитал засаглал, инноваци, нийгмийн сайн сайхан, үйлдвэрлэлийн салбарт хэрэгжилтийг үнэлэх шалгуур үзүүлэлтийн ангилал, зорилтот түвшин тодорхой бус байгаа нь бодлогын бодит ахицыг үнэлэхэд хүндрэл учруулж байна хэмээн тооцож судалгааны дүн, олон улсын туршлагад үндэслэн цаашид шаардлагатай Монголын нөхцөлд аж үйлдвэрийн 5.0 руу шилжих стратегийн 3 чиглэлийг тодорхойлсон болно.

Trends of industry 4.0 and 5.0 and their policy alignment with the government of mongolia

Gantsetseg Baljinsuren, Ph.D

National Academy of Governance, Ulaanbaatar, Mongolia,

gantsetseg.b@naog.gov.mn, <https://orcid.org/0009-0001-6110-3009>

Keywords

Industry 4.0 and 5.0, AI, IoT, digital governance

© The Author(s), 2025



Abstract: The purpose of this article is to identify the core concepts, differences, and interconnections of the industry 4.0 and Industry 5.0 revolutions, and to analyze how these concepts are reflected at the policy level in the Government of Mongolia's Action Program for 2024–2028. The study examines the Government Action Program through the conceptual framework of Industry 4.0 and 5.0, with the aim of identifying policy coherence and gaps in implementation and evaluation mechanisms.

The research employs policy document analysis, comparative analysis based on policy frameworks of international organizations (European Union, OECD, and UNIDO), and an indicator-based evaluation methodology.

I. ОРШИЛ

Дөрөв дэх болон тав дахь аж үйлдвэрийн хувьсгал нь дэлхийн эдийн засгийн бүтэц, үйлдвэрлэлийн хэлбэр, хөдөлмөрийн зах зээлд суурь өөрчлөлт авчирч, технологи ба хүний харилцааг шинэ шатанд гаргаж байна. Аж үйлдвэрийн 4.0 нь автоматжуулалт, өгөгдөлд суурилсан шийдвэр гаргалт, кибер системийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэхэд төвлөрсөн бол аж үйлдвэрийн 5.0 нь эдгээр технологийн хөгжлийг хүний бүтээлч чадвар, нийгмийн сайн сайхан, байгаль орчны тогтвортой байдалтай уялдуулах шинэ парадигмыг дэвшүүлж байна.

Монгол Улсын хувьд эдийн засгийн бүтцийн хувьд уул уурхайд түшиглэсэн, нэмүү өртөг шингэсэн боловсруулах үйлдвэрлэл сул, хөдөлмөрийн бүтээмж харьцангуй доогуур хэвээр байгаа нь технологид суурилсан шинэчлэлийг бодлогын түвшинд нэн тэргүүнд авч үзэх шаардлагыг бий болгож байна. Мөн дижитал шилжилт, хиймэл оюуны хэрэглээ хурдацтай тэлж буй өнөөгийн нөхцөлд эдгээр технологийг зөвхөн үр ашиг, автоматжуулалтын зорилгоор бус хүн төвтэй, хүртээмжтэй, тогтвортой хөгжлийн зорилготой уялдуулах нь бодлогын шинэ сорилт болж байна. Иймд аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын үзэл баримтлалыг Монгол

Улсын хөгжлийн бодлоготой уялдуулан шинжлэх нь онолын төдийгүй практик ач холбогдолтой юм.

Энэхүү судалгааны зорилго нь аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын гол үзэл баримтлал, ялгаа, уялдааг тодорхойлж, Монгол Улсын Засгийн газрын 2024–2028 оны Үйл ажиллагааны хөтөлбөрт эдгээр үзэл баримтлал хэрхэн туссан байгааг бодлогын шинжилгээний хүрээнд үнэлэхэд оршино. Судалгааг дараах асуудлын хүрээнд хийсэн болно. Үүнд: (1) Монгол Улсын бодлого аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын аль чиглэлд илүүтэй нийцэж байна вэ? (2) Хүн төвтэй, тогтвортой үйлдвэрлэлийн бодлогын хувьд ямар сул тал, боломж ажиглагдаж байна вэ? Судалгаанд чанарын шинжилгээний аргачлалыг ашиглан олон улсын эрдэм шинжилгээний бүтээл, бодлогын баримт бичгүүд болон үндэсний хөгжлийн хөтөлбөрийг харьцуулан шинжилсэн болно.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгаанд чанарын шинжилгээний аргыг ашиглаж, олон улсын эрдэм шинжилгээний бүтээл, Европын Холбоо, Эдийн засгийн хамтын ажиллагаа, хөгжлийн байгууллага (OECD), НҮБ зэрэг байгууллагын бодлогын баримт

бичгүүд, мөн Монгол Улсын Засгийн газрын 2024–2028 оны Үйл ажиллагааны хөтөлбөрийг харьцуулсан шинжилгээнд хамруулав. Аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0-ийн зарчмуудыг бодлогын зорилт, чиглэлтэй харьцуулан нийцэл, сул талыг тодорхойлов.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Монгол улсын хувьд цахим засаглалын индексээр 2024 онд 193 орноос 46 байранд 2022 онд 76 байрт орсон байна. Энэхүү индексэд Монгол Улсын Хүний капиталын индекс (НСИ) 2024 онд 0.777 болж, дэлхийн дунджаас илүү байгаа хэдий ч 2010 оноос хойш буурч буй хандлагатай байна. Суурь боловсрол, бичиг үсэг тайлагдалт өндөр бөгөөд нийт суралцагчдын хамрагдалт сайн байгаа ч сургалтын чанар, дунд болон дээд түвшний ур чадварын хөрвөлт сул, цахим засаглалын чадамж Азийн дундажаас доогуур байна. Энэхүү бууралт нь ирээдүйд төрсөн хүүхдийн бүтээмж, хөдөлмөрийн зах зээлд бэлэн байдалд сөрөг нөлөө үзүүлж, Монголын хүний капиталын бүтээмжийг аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын хүн төвтэй хөгжлийн зарчимд нийцүүлэхэд төвөг болохоор байна.

III.1. АЖ ҮЙЛДВЭРИЙН 4.0 БА 5.0 ХУВСГАЛ

Аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын талаарх судалгаанууд нь технологийн хөгжил, хүний оролцоо, нийгэм экологийн хандлагын өөрчлөлтийг өөр өөр өнцгөөс тайлбарлаж ирсэн. Энэхүү хэсэгт олон улсын судалгааны гол чиг хандлагыг логик бүтэцтэйгээр нэгтгэн авч үзэв.

1. Технологийн хөгжлийн чиглэл

Аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгал нь үйлдвэрлэлийн системийг дижиталжуулах, автоматжуулахад төвлөрдөг бөгөөд кибер систем, юмсын

интернет (IoT), их өгөгдөл, үүлэн тооцоолол, роботжсон техник зэрэг технологиудыг үйлдвэрлэлийн процессын үндсэн суурь болгон ашигладаг (Kagermann et al., 2013; Lasi et al., 2014). Эдгээр технологи нь үйлдвэрлэлийн хурд, үр ашиг, чанарыг сайжруулах, зардлыг бууруулахад чиглэсэн байдаг.

Аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгал нь дээрх технологийн суурийг хадгалсан боловч тэдгээрийг хүний хэрэгцээ, нийгмийн үнэт зүйл, байгаль орчны тогтвортой байдалтай уялдуулах шинэ шатанд шилжүүлсэн. Судлаачид 5.0-ийг хиймэл оюун, автоматжуулалтыг хүний бүтээлч чадварыг орлох бус харин дэмжих хэрэгсэл болгон ашиглах хандлага гэж тодорхойлдог (Culot et al., 2020).

2. Хүний оролцоо ба хөдөлмөрийн өөрчлөлт

Аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын хүрээнд хүний оролцоо ихэвчлэн автоматжуулсан системийн хяналт, техникийн ажиллагаанд төвлөрдөг бөгөөд хөдөлмөрийн бүтээмжийг нэмэгдүүлэхэд технологи давамгайл үүрэг гүйцэтгэдэг (Schwab, 2016). Үүний үр дүнд зарим судалгаанд хөдөлмөрийн зах зээлд ур чадварын зөрүү, ажлын байрны бүтэц өөрчлөгдөх эрсдэл бий болохыг онцолсон байдаг.

Харин аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгал нь хүнийг үйлдвэрлэлийн системийн төвд дахин байршуулж, бүтээлч дизайн, стратегийн шийдвэр гаргалт, технологи хүн хоорондын хамтын ажиллагааг чухалчилдаг. Хүн роботын хамтын ажиллагаа, ухаалаг туслах систем, уян хатан ажлын орчин нь үйлдвэрлэлийн шинэ загварын гол элемент болно хэмээн үзэж байна (Shrouf & Miragliotta, 2015).

3. Тогтвортой хөгжлийн үзэл ба нийгэм экологийн хандлага

Аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын судалгаанд байгаль орчин, нийгмийн

нөлөө нь хоёрдогч асуудал хэлбэрээр авч үзэгдэж, голчлон эдийн засгийн үр ашиг, бүтээмжийг чухалчилж ирсэн. Харин сүүлийн үеийн судалгаанууд энэ хандлагын хязгаарлагдмал байдлыг онцолж, илүү өргөн хүрээтэй үнэлгээ хийх шаардлагатайг дурдаж байна.

Аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгал нь тогтвортой хөгжил, нийгмийн сайн сайхан байдлыг технологийн хөгжлийн салшгүй зорилго гэж үздэг. Эрчим хүчний хэмнэлт, ногоон үйлдвэрлэл, нийгмийн хариуцлагатай бизнес,

экологийн ул мөрийг бууруулах зэрэг асуудлууд нь 5.0 хувьсгалын судалгааны гол чиглэлд багтаж байна (European Commission, 2021).

Хүснэгт 1. Аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0-ийн харьцуулсан шинжилгээ

Шалгуур үзүүлэлт	Аж үйлдвэрийн 4.0	Аж үйлдвэрийн 5.0
Технологийн чиглэл	Автоматжуулалт, дижитал интеграц	Хиймэл оюунд суурилсан, хүн технологийн хамтын ажиллагаа
Хүний үүрэг	Процессын хяналт, техникийн гүйцэтгэл	Бүтээлч шийдвэр, зохицуулагчийн гол үүрэг
Үндсэн зорилго	Үр ашиг, бүтээмж, зардал бууруулах	Хүн төвтэй хөгжил, нийгмийн сайн сайхан
Байгаль орчны хандлага	Хоёрдогч ач холбогдол	Тогтвортой байдал, экологийн тэнцвэр

Дээрх судалгаануудаас харахад аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгал нь технологид төвлөрсөн үйлдвэрлэлийн шинэчлэлийг илэрхийлдэг бол аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгал нь энэхүү технологи дээр хүний хөгжил, тогтвортой байдал, нийгмийн үнэт зүйлийг нэгтгэсэн илүү өргөн хүрээтэй хөгжлийн загвар болох нь тодорхой байна.

III.2. ОЛОН УЛСЫН ЧИГ ХАНДЛАГА

Аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын олон улсын чиг хандлага нь технологийн дэвшлийг дан ганц бүтээмж нэмэгдүүлэх хэрэгсэл бус, нийгмийн сайн сайхан, тогтвортой хөгжил, хүний төвтэй инновацтай уялдуулахад чиглэж байна. Европын Холбоо, ЭЗХАХБ, НҮБ-ын салбар байгууллага болох UNIDO-ийн бодлого, судалгаанд тулгуурлан дараах гурван хандлагаар тодорхойлогдож

байна хэмээн дүгнэж болохоор байна. Үүнд:

1. Хүн төвтэй, тогтвортой үйлдвэрлэл рүү шилжих хандлага

Европын Холбоо аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын концепцыг “хүн төвтэй, тогтвортой, тэсвэртэй аж үйлдвэр” хэмээн тодорхойлж, технологийн хөгжлийг хүний хөдөлмөрийн чанар, нийгмийн сайн сайхан, байгаль орчны хариуцлагатай уялдуулахыг бодлогын түвшинд дэмжиж байна (European Commission, 2021). Үүний хүрээнд автоматжуулалт, хиймэл оюун, роботжсон техникийг хүнийг орлох бус харин дэмжих, хамтран ажиллах хэлбэрээр ашиглахыг онцолдог.

Харин манай улсын хувьд үйлдвэрлэлийн бодлогыг зөвхөн бүтээмж, олборлолтын өсөлтөөр хэмжих бус хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, ажлын байрны чанар, нийгмийн хүртээмжтэй уялдуулсан шалгуур

үзүүлэлт (KPI)-тэй болгох шаардлагатай байна.

2. Дижитал шилжилт ба инновацын экосистемийн уялдаа

ЭЗХАХБ нь дижитал шилжилт, технологийн инновац нь зөвхөн томоохон аж ахуйн нэгжүүдэд бус жижиг, дунд үйлдвэр (ЖДҮ), орон нутаг, нийгмийн бүх бүлэгт хүртээмжтэй байх ёстойг онцолж байна. Инновацын бодлого, боловсрол, хүний нөөц, санхүүжилтийн механизм хоорондын уялдаа нь аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын амжилтын гол нөхцөл гэж үздэг (OECD, 2021).

Харин манай улсын хувьд ЖДҮ-д чиглэсэн дижитал ур чадварын хөтөлбөр, инновацын санхүүжилтийн ил тод, хүртээмжтэй механизм бий болгох, их сургууль, эрдэм шинжилгээ судалгаа үйлдвэрлэлийн уялдааг бодлогоор дэмжих шаардлагатай.

3. Тогтвортой хөгжил ба үйлдвэрлэлийн бодлогын уялдаа

UNIDO болон НҮБ-ын Тогтвортой хөгжлийн зорилтууд (ялангуяа SDG 9) нь үйлдвэрлэлийн бодлогыг инновац, дэд бүтэц, ногоон шилжилттэй уялдуулахыг чухалчилж байна. Аж үйлдвэржилт нь эдийн засгийн өсөлтийн эх үүсвэрээс гадна нийгмийн тэгш байдал, байгаль орчны хамгаалалтад хувь нэмэр оруулах ёстой гэж үздэг. Монгол Улсад хувьд ногоон үйлдвэрлэл, сэргээгдэх эрчим хүч, дахин боловсруулах салбарыг дэмжих бодлогыг хэмжигдэхүйц зорилт,

үзүүлэлттэй уялдуулж, үндэсний хөгжлийн хөтөлбөрт системтэйгээр нэгтгэх шаардлагатай.

Иймд олон улсын чиг хандлага нь аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалыг технологийн суурь болгон ашиглахын зэрэгцээ аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын хүн төвтэй, тогтвортой хөгжлийн зарчмыг бодлогын түвшинд баталгаажуулж байна. Монгол Улсын хувьд эдгээр туршлагаас суралцан, дижитал шилжилт, инновац, хүний хөгжил, ногоон бодлогыг уялдуулсан цогц аж үйлдвэрийн стратеги боловсруулах нь нэн чухал юм.

III.3. МОНГОЛ УЛСЫН БОДЛОГЫН ШИНЖИЛГЭЭ

Засгийн газрын 2024–2028 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрт дижитал шилжилт, хиймэл оюун, инновац, ногоон хөгжлийг дэмжих өргөн хүрээний зорилтуудыг тусгасан нь аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын үзэл баримтлалтай ерөнхийдөө нийцэж байна. Гэвч бодлогын хэрэгжилтийг бодитой үнэлэхэд шаардлагатай хэмжигдэхүйц зорилт (KPI) дутмаг байгаа нь судалгаагаар нотлогдож байна. Иймд энэхүү хэсэгт бодлогын зорилтуудыг шалгуур үзүүлэлтүүдээр ангилж, хэмжүүргүй зорилтуудын асуудлыг тайлбарлан, аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалаас 5.0 хувьсгал руу ахих бодлогын шатлалуудыг санал хэлбэрээр дэвшүүлэв.

1. Бодлогын зорилтуудыг шалгуур үзүүлэлтийн шинжилгээ

1.1 Дижитал засаглал ба хиймэл оюунд суурилсан үйлчилгээний хүрээнд

Төрийн үйлчилгээний процессын дахин инженерчлэл, иргэн нэг удаа бүртгүүлэх систем нэвтрүүлэх, өгөгдлийн нэгдсэн сан бий болгох зэрэг ажлууд нь аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын дижитал интеграцын гол зарчимтай нийцэж байна.

Хүснэгт 2. Дижитал засаглал ба хиймэл оюунд суурилсан үйлчилгээний зорилтууд

Зорилт	Одоогийн байдал	Санал болгох шалгуур үзүүлэлт
Төрийн үйлчилгээг хиймэл оюун, өгөгдөлд суурилуулах	Зорилт тодорхой, хэмжүүргүй	Хиймэл оюунд суурилсан үйлчилгээний эзлэх хувь (%)
Өгөгдлийн нэгдсэн сан	Чанарын зорилт	Интеграцлагдсан мэдээллийн сангийн түвшин
Блокчейн хэрэглээ	Туршилтын шат	Блокчейнд суурилсан бүртгэлийн хувь

1.2 Инноваци ба технологийн экосистемийн хүрээнд

Технологийн парк, инновацийн хөрөнгө оруулалтын сан, платформын шинэчлэл зэрэг нь аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын технологийн экосистемийг дэмжихэд чиглэсэн боловч эдгээрийн бүтээмж, гаралтын тоо, стартапын өсөлт, патентын тоо, эрдэм шинжилгээний бүтээлийн чанар, R&D зардлын ДНБ-д эзлэх хувь зэрэг олон улсын үзүүлэлт алга байна.

Зорилт	Одоогийн байдал	Санал болгох шалгуур үзүүлэлт
Инновацийн парк, сан	Тоон зорилтгүй	Дэмжигдсэн төслийн тоо, амжилтын хувь
Стартап дэмжлэг	Ерөнхий зорилт	Стартапын амьдрах чадвар (3 жил)
R&D дэмжлэг	Тодорхой бус	R&D зардлын ДНБ-д эзлэх хувь

Хүснэгт 3. Инноваци ба технологийн экосистемийн зорилтууд

1.3 Нийгмийн сайн сайхан, хүний хөгжилтэй хүрээнд

Боловсролын салбарт хиймэл оюуныг нэвтрүүлэх (цахим сурах бичиг, хиймэл оюун, контент, нээлттэй боловсрол, микро кредит), нийгмийн үйлчилгээний хиймэл оюун хэрэгжүүлэх, хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн хөдөлмөр эрхлэлтийг нэмэгдүүлэх зэрэг нь аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын гол үзэл санаатай нийцэж байна.

Зорилт	Одоогийн байдал	Санал болгох шалгуур үзүүлэлтүүд
Хиймэл оюунд суурилсан боловсрол	Чанарын зорилт	Хиймэл оюуны контентын хэрэглэгчийн тоо
Tele эрүүл мэнд	Ерөнхий заалт	Tele эрүүл мэндийн хамрах хүрээ (%)
Тэгш хүртээмж	Зорилт байгаа	Зорилтот бүлгийн хамрагдалтын индекс

Хүснэгт 4. Нийгмийн сайн сайхан, хүний хөгжлийн зорилтууд

1.4 Үйлдвэрлэл ба тогтвортой хөгжлийн хүрээнд

“Мэдээлэл, харилцаа холбоо, хиймэл оюун, шинэ технологийг уул уурхай, боловсруулах аж үйлдвэр, эрчим хүч, зам, тээвэр, логистик, эрүүл мэнд, хөдөө аж ахуй зэрэг салбарт нэвтрүүлж, бүтээмжийг нэмэгдүүлнэ” гэсэн зорилт нь АҮ4.0-ийн үндсэн зарчимтай бүрэн нийцэж байна. Үйлдвэрлэлийн автоматжуулалт, юмсын интернет, мэдрэгч, үйлдвэрлэлийн өгөгдөлд тулгуурласан горим, процессын оновчлол зэрэг технологийг дурьдсан нь үйлдвэрлэлийн бүтээмжийг тодорхой хэмжээнд өсгөх боломжтой юм

Хүснэгт 5. Үйлдвэрлэл ба тогтвортой хөгжлийн зорилтууд

Зорилт	Одоогийн байдал	Санал болгох шалгуур үзүүлэлт
Ухаалаг үйлдвэрлэл	Тайлбарын түвшинд	Автоматжуулалтын түвшин (%)
Ногоон үйлдвэрлэл	Зорилт тодорхой бус	Сэргээгдэх эрчим хүчний эзлэх хувь
Нэмүү өртөг	Чанарын зорилт	Боловсруулах үйлдвэрлэлийн ДНБ-д эзлэх хувь

2. Шалгуур үзүүлэлтгүй зорилтуудын асуудлууд

Хөтөлбөрийн зорилтуудын дийлэнх нь чанарын шинжтэй томъёологдсон бөгөөд зорилтот түвшин, хугацаа, шалгуур үзүүлэлт тодорхойгүй байна. Энэ нь бодлогын хэрэгжилтийг үнэлэх, харьцуулах, засварлах боломжийг хязгаарлаж аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын технологийн бодит нэвтрэлтийг тодорхойлох боломжгүй болгож байна. Шалгуур үзүүлэлт байхгүй нөхцөлд бодлого нь хэрэгжилтийн тайлангийн түвшинд үлдэх эрсдэлтэй юм. Мөн сул тал нь технологийн салбарын хүний нөөцийн дутагдал юм. Хөтөлбөрт 1000 өндөр технологийн мэргэжилтэн бэлтгэх зорилт туссан боловч улсын хэмжээнд хэрэгцээтэй инженер, дата шинжээч, хиймэл оюун хөгжүүлэгч, кибер аюулгүй байдлын мэргэжилтний бодит тоо асар их дутагдалтай байгаа тул энэхүү зорилт зах зээлийн хэрэгцээг хангахад хангалтгүй байна. Мөн өгөгдлийн стандарт, мэдээллийн нэгдмэл байдал сул салбар хоорондын системийн уялдааг удаашруулж, төрийн үйлчилгээний интеграц, хиймэл оюун болон өгөгдлийн шинжилгээний үр ашгийг бууруулж болзошгүй юм. Эцэст

нь ногоон технологи, тогтвортой хөгжлийн бодлогын шалгуур үзүүлэлтүүд тодорхойгүй байгаа нь аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын суурь ойлголт болох тогтвортой хөгжил ба байгальд ээлтэй үйлдвэрлэлийн бодит ахицыг хэмжих боломжийг хязгаарлаж байна.

Иймээс уг хөтөлбөр нь агуулгын хувьд аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын суурь чиг хандлагуудтай сайн нийцэж, технологийн шинэчлэл, хүний хөгжил, дижитал дэд бүтэц, инновацын орчныг хөгжүүлэхэд чиглэсэн өргөн хүрээний боломжийг нээж байгаа боловч хэмжүүржүүлсэн зорилтын дутагдал, хүний нөөцийн хомсдол, өгөгдлийн стандартын сул байдал, тогтвортой хөгжлийн хэмжүүрийн тодорхой бус байдал нь хэрэгжилтийн үр нөлөөг бууруулах эрсдэлтэй байна. Цаашид бодлогын зорилтуудыг шалгуур үзүүлэлттэй болгох, өгөгдлийн нэгдсэн стандарт боловсруулах, хүний нөөцийн системийг бэхжүүлэх зэрэг үндсэн шинэчлэлүүдийг хийх шаардлагатай юм. Иймээс аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалаас 5.0 хувьсгал руу шилжих бодлогын шатлалыг дараах байдлаар тодорхойлж болох юм. Үүнд:

I шат – Технологид суурилсан шилжилт:

- Автоматжуулалт, өгөгдлийн нэгдсэн систем
- Хиймэл оюун, юмсын интернетийн нэвтрэлтийн түвшинг хэмжих

II шат – Хүн ба технологийн уялдаа:

- Хүн роботжсон техникийн хамтын ажиллагааны стандарт
- Ажлын байрны чанарын үзүүлэлтүүд

III шат – Тогтвортой, хүн төвтэй үйлдвэрлэл

- Нийгмийн сайн сайхан, байгаль орчны шалгуур үзүүлэлтүүд

- Ногоон инновацын бодит үр дүн

Энэхүү шаталсан загвар нь Монгол Улсын аж үйлдвэрийн бодлогыг богино, дунд, урт хугацаанд үе шаттайгаар ахиулах стратегийн үндэс болох боломжтой юм. Харин хөтөлбөрийн хэрэгжилтийг хэмжих шалгуур үзүүлэлтийг дараах байдлаар тодорхойлбол хэмжигдэх боломжтой байна хэмээн үзэж байна. Үүнд:

Технологи ба дижитал шилжилт

- Төрийн өгөгдлийн нэгдсэн сангийн интеграцын түвшин (%)
- Автоматжуулсан төрийн үйлчилгээний эзлэх хувь
- Аж үйлдвэрт юмсын интернет төхөөрөмжийн нэвтрэлт

Хүний хөгжил ба инновац

- Дижитал ур чадвартай ажиллах хүчний хувь
- Хиймэл оюун, контент ашиглалтын түвшин

Тогтвортой хөгжил

- Сэргээгдэх эрчим хүчний эзлэх хувь
- Ногоон инновацын төслийн тоо

IV. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаа шинжилгээний дүнгээс үзэхэд уг хөтөлбөр нь технологид суурилсан шинэчлэлийн хувьд аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалтай өндөр түвшинд нийцэж байгаа боловч

аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын суурь зарчим болох хүн төвтэй, тогтвортой хөгжлийг бодитоор хэмжих, үнэлэх бодлогын механизм дутмаг байна. Монгол Улсын бодлого нь хиймэл оюун, дижитал шилжилт, автоматжуулалтыг дэмжих замаар аж үйлдвэрийн 4.0 хувьсгалын технологийн суурийг бүрдүүлж эхэлсэн байна. Хөтөлбөрт аж үйлдвэрийн 5.0 хувьсгалын хүн төвтэй, нийгмийн сайн сайхан, ногоон хөгжлийн үзэл санаа агуулгын хувьд туссан боловч хэрэгжилтийг хэмжих шалгуур үзүүлэлт, зорилтот түвшин хангалтгүй байна. Хэмжүүргүй зорилтууд давамгайлснаар бодлогын хэрэгжилтийн бодит ахиц, үр нөлөөг тоон үзүүлэлтээр үнэлэх боломж хязгаарлагдаж байна.

Аж үйлдвэрийн 4.0-оос 5.0 хувьсгал руу шилжих бодлогын шаталсан загвар тодорхойлогдоогүй нь технологийн ахиц ба нийгмийн үр ашгийн хооронд зөрүү үүсгэх эрсдэлтэй байна. Судалгаанаас үзэхэд Монгол Улсын Засгийн газрын 2024–2028 оны Үйл ажиллагааны хөтөлбөр нь аж үйлдвэрийн 4.0-ийн технологийн суурийг бүрдүүлэхэд чиглэсэн чухал боломжуудыг нээж байгаа боловч аж үйлдвэрийн 5.0-ийн хүн төвтэй, тогтвортой хөгжлийн бодит шилжилтийг хангахын тулд бодлогын зорилтуудыг хэмжүүржүүлэх, шаталсан стратеги боловсруулах зайлшгүй шаардлагатай байна. Энэ шилжилт нь технологийн ахиц төдийгүй нийгэм, эдийн засгийн чанарын өсөлтийг тодорхойлох суурь нөхцөл болох юм.

Иймд Монголын нөхцөлд аж үйлдвэрийн 5.0 руу шилжих стратегийн 3 чиглэлийг судалгааны дүн, олон улсын туршлагад үндэслэн дараах гурван стратегийн чиглэл нэн шаардлагатай байна хэмээн үзсэн.

1. Хэмжүүржүүлсэн бодлого ба өгөгдөлд суурилсан дижитал засаглал, инновац, нийгмийн үйлчилгээ, үйлдвэрлэлийн салбар бүрт шалгуур

үзүүлэлт бүхий үр дүнд суурилсан бодлогын зорилт тогтоож, өгөгдлийн нэгдсэн стандарт, үнэлгээний тогтолцоог бүрдүүлэх.

2. Хүн төвтэй технологи ба ур чадварын шинэчлэлд хүн технологийн хамтын ажиллагааг дэмжсэн стандарт, ёс зүйн зохицуулалт, боловсрол үйлдвэрлэлийн уялдааг сайжруулж, хиймэл оюун, их өгөгдөл, инженерийн чиглэлийн хүний нөөцийг системтэй бэлтгэх.

3. Тогтвортой, ногоон үйлдвэрлэл ба нийгмийн сайн сайхан, ногоон инновац, сэргээгдэх эрчим хүч, байгаль орчинд ээлтэй үйлдвэрлэлийг бодлогын тэргүүлэх чиглэл болгож, нийгмийн сайн сайхны үзүүлэлтүүдийг аж үйлдвэрийн бодлогод нэгтгэх.

V. СУДАЛГААНЫ ХЯЗГААРЛАЛТ

Энэхүү судалгаа нь бодлогын баримт бичиг, хоёрдогч эх сурвалжид тулгуурласан чанарын шинжилгээ тул бодит хэрэгжилтийн статистик өгөгдөл, салбар тус бүрийн кейс судалгааг нарийвчлан тусгаагүй болно. Цаашид салбарын түвшний тоон мэдээлэл, байгууллагын практик жишээнд тулгуурласан эмпирик судалгаа хийх нь аж үйлдвэрийн 4.0 ба 5.0 хувьсгалын бодит нөлөөллийг илүү нарийвчлалтай үнэлэх боломжтой болно.

Ашигласан материал

- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226, 107617. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>
- European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Acatech.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- OECD. (2021). *OECD digital economy outlook 2021*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264423233-en>
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Shrouf, F., & Miragliotta, G. (2015). Energy management based on Internet of Things: Practices and framework for adoption in production management. *Journal of Cleaner Production*, 100, 235–246. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.055>
- UNIDO. (2020). *Industrial development report 2020: Industrializing in the digital age*. United Nations Industrial Development Organization.