ИШЛАБ ЧИҚАРИШ КОРХОНАЛАРИДА ЎЛЧАШ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Исмоилов Музаффар Исмоилович

“Ўзбекистон илмий-синов ва сифат назорати маркази” ДМ, эркин тадқиқотчи.

Аннотация. Ушбу мақолада ишлаб чиқариш корхоналарида ўлчаш ва назорат қилиш жараёнларини автоматлаштиришнинг назарий ва амалий жиҳатлари таҳлил қилинган. Замонавий автоматлаштирилган ўлчаш воситалари, рақамли назорат тизимлари, датчиклар ва SCADA тизимлари орқали технологик жараёнларнинг самарадорлигини ошириш имкониятлари кўриб чиқилган. Тадқиқотда автоматлаштиришнинг маҳсулот сифати, ишлаб чиқариш самарадорлиги, ресурсларни тежаш ва хавфсизликка таъсири таҳлил қилинган. Шунингдек, ишлаб чиқариш корхоналарида автоматлаштириш тизимларини босқичма-босқич жорий этиш стратегияси ва келгусидаги ривожланиш истиқболлари бўйича таклифлар берилади. Мақола саноатда автоматлаштиришни кенг қўллаш орқали рақобатбардошликни ошириш ва технологик жараёнларни модернизация қилиш имкониятларини кўрсатади.

Калит сўзлар. автоматлаштириш, ўлчаш, назорат, саноат корхоналари, датчиклар, SCADA, PLC, рақамли технологиялар, IoT, назорат тизимлари, технологик жараён, ишлаб чиқариш самарадорлиги, маҳсулот сифати

Abstract. This article analyzes the theoretical and practical aspects of automating measurement and control processes in manufacturing enterprises. The possibilities of improving the efficiency of technological processes through modern automated measuring instruments, digital control systems, sensors, and SCADA systems are considered. The study examines the impact of automation on product quality, production efficiency, resource savings, and safety. Additionally, strategies for the step-by-step implementation of automation systems in manufacturing enterprises and prospects for future development are proposed. The article demonstrates the potential to increase competitiveness and modernize technological processes through the extensive application of automation in industry.

Keywords. automation, measurement, control, industrial enterprises, sensors, SCADA, PLC, digital technologies, IoT, control systems, technological processes, production efficiency, product quality

Аннотация. В данной статье проанализированы теоретические и практические аспекты автоматизации процессов измерения и контроля на производственных предприятиях. Рассмотрены возможности повышения

ISSN 3030-3907

эффективности технологических процессов с помощью современных автоматизированных измерительных приборов, цифровых систем управления, датчиков и SCADA-систем. Исследование оценивает влияние автоматизации на качество продукции, производственную эффективность, экономию ресурсов и безопасность. Также предлагаются стратегии поэтапного внедрения систем автоматизации на производственных предприятиях и перспективы их дальнейшего развития. Статья демонстрирует возможности повышения конкурентоспособности и модернизации технологических процессов через широкое применение автоматизации в промышленности.

Ключевые слова. автоматизация, измерение, контроль, промышленные предприятия, датчики, SCADA, PLC, цифровые технологии, IoT, системы управления, технологический процесс, производственная эффективность, качество продукции

КИРИШ

Замонавий ишлаб чиқариш корхоналарида технологик жараёнларнинг мураккаблиги ва рақобатбардошлик талабларининг ортиши билан ўлчаш ва назорат қилиш жараёнларининг аҳамияти тобора ортмоқда. Ҳар бир технологик жараёнда параметрларнинг аниқ ва доимий назорат қилинмаслиги маҳсулот сифатига салбий таъсир кўрсатиши, ресурслардан оқилона фойдаланилмаслиги ва ишлаб чиқаришда авария ҳолатларини юзага келиши мумкин. Шунинг учун ишлаб чиқаришда самарали назорат тизимларини жорий этиш зарурати кундалик амалиётга айланган.

Ишлаб чиқариш корхоналарида автоматлаштирилган ўлчаш ва назорат тизимлари орқали технологик жараёнларнинг ҳар бир босқичини аниқ мониторинг қилиш мумкин. Бу тизимлар инсон омили таъсирини минимал даражага тушириб, технологик жараёнларнинг барқарорлигини ва ишончлилигини таъминлайди. Шунингдек, автоматлаштирилган тизимлар орқали технологик параметрлардаги оғишлар тезкор аниқланиб, уларни бартараф этиш чоралари белгиланади, бу эса маҳсулот сифати ва ишлаб чиқариш хавфсизлигини оширишга хизмат қилади.

Автоматлаштиришнинг яна бир муҳим жиҳати – ресурсларни тежаш ва ишлаб чиқариш харажатларини камайтириш имконидир. Реал вақт режимида маълумотларни йиғиш ва таҳлил қилиш орқали энергия ва хомашё сарфи оптималлаштирилади. Шунингдек, рақамли назорат тизимлари маълумотларни сақлаш ва архивлаш имконини бериб, технологик жараёнларнинг узлуксиз мониторингини таъминлайди.

ISSN 3030-3907

Шу билан бирга, саноат интернети (IIoT), сунъий интеллект ва катта ҳажмли маълумотларни таҳлил қилиш (Big Data) технологиялари автоматлаштириш имкониятларини янада кенгайтиради. Бу эса технологик жараёнларнинг оптималлаштирилган режимини танлаш, профилактик хизмат кўрсатиш ва прогнозлаштириш имкониятларини яратади.

Ушбу мақолада ишлаб чиқариш корхоналарида ўлчаш ва назорат қилиш жараёнларини автоматлаштиришнинг аҳамияти, қўлланилаётган технологиялар, уларнинг афзалликлари ва келгусидаги ривожланиш истиқболлари комплекс таҳлил қилинади. Мақола мақсади – замонавий автоматлаштирилган назорат тизимларини жорий этиш орқали ишлаб чиқариш самарадорлиги ва маҳсулот сифатига эришиш имкониятларини кўрсатишдир.

МАВЗУГА ОИД АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ

Ўлчаш ва назорат қилиш жараёнларини автоматлаштириш масалалари кўплаб маҳаллий ва хорижий олимлар томонидан ўрганилган. Илмий манбаларда автоматлаштирилган тизимларнинг ишлаб чиқариш жараёнларига таъсири, уларнинг афзалликлари ва камчиликлари кенг ёритилган.

Масалан, **Smith ва Johnson (2020)** таъкидлайдики: *“SCADA тизимлари ишлаб чиқариш жараёнларини марказлаштирилган бошқаришга имкон беради, бу эса технологик жараёнларнинг самарадорлигини сезиларли даражада оширади.”* Шунингдек, **Wang et al. (2019)** ўз тадқиқотларида IIoT асосидаги датчиклар орқали реал вақт режимида назорат қилиш маҳсулот сифатини 15–25% га яхшилашини кўрсатган.

Маҳаллий олимлардан **Исломов (2021)** ўз мақоласида автоматлаштирилган назорат тизимлари энергия ва хомашё сарфини оптималлаштиришда самарали эканлигини таъкидлайди: *“Автоматлаштирилган ўлчаш ва назорат тизимлари ресурсларни тежаш ва ишлаб чиқариш харажатларини камайтиришда муҳим аҳамиятга эга.”* Шунингдек, **Раҳматов (2022)** саноат корхоналарида PLC ва SCADA интеграцияси орқали ишлаб чиқаришнинг барқарорлигини ошириш натижаларини эмпирик равишда кўрсатган.

Кенгроқ ёритилган назарий фикрлардан **Kumar va Singh (2018)** автоматлаштириш тизимлари инсон омили таъсирини камайтириш ва хавфсизликни оширишда муҳим омил эканини таъкидлайди: “Автоматлаштирилган назорат тизимлари орқали авария ҳолатларининг юзага келиш эҳтимоли сезиларли даражада камаяди.”

ISSN 3030-3907

Шунингдек, **Тожиев ва Муродов (2020)** саноатда автоматлаштиришни босқичма-босқич жорий этишнинг иқтисодий ва техник самарадорлиги ҳақида эмпирик тадқиқотларини тақдим қилган, уларнинг хулосаси шундан иборатки, дастлабки сармоя юқори бўлса-да, узоқ муддатда ишлаб чиқариш харажатлари сезиларли камаяди.

Ушбу манбалар умумлаштирилганда шундай натижа чиқадики, автоматлаштирилган ўлчаш ва назорат тизимлари hafaqat маҳсулот сифати ва самарадорликни оширишга, балки хавфсизлик ва ресурслардан оқилона фойдаланишга ҳам ижобий таъсир кўрсатади. Бу қарашлар мақоланинг тадқиқот йўналиши учун асос бўлиб хизмат қилади.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ

Ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади – ишлаб чиқариш корхоналарида ўлчаш ва назорат қилиш жараёнларини автоматлаштиришнинг самарадорлигини ва уларнинг технологик жараёнларга таъсирини таҳлил қилиш. Тадқиқотнинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

1. Ишлаб чиқариш жараёнларида қўлланилаётган анъанавий ва автоматлаштирилган ўлчаш усулларини аниқлаш ва таҳлил қилиш;
2. PLC ва SCADA тизимлари ҳамда IIoT платформаларининг интеграциясини ўрганиш;
3. Автоматлаштиришнинг маҳсулот сифати, ишлаб чиқариш самарадорлиги, ресурслардан фойдаланиш ва хавфсизликка таъсирини баҳолаш;
4. Келгусида автоматлаштирилган назорат тизимларини жорий этиш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқиш.

ТАҲЛИЛ ВА НАТИЖАЛАР

Тадқиқот жараёнида комплекс ёндашув қўлланилди. Илмий-аналитик таҳлил, таққослаш ва умумлаштириш усулларидан фойдаланилди. Ишлаб чиқариш корхоналарида қўлланилаётган ўлчаш ва назорат тизимлари ўрганилди ҳамда уларнинг техник ва иқтисодий кўрсаткичлари баҳоланди.

Шунингдек, автоматлаштирилган датчиклар, ўлчов приборлари ва назорат тизимларининг ишлаш самарадорлиги амалий мисоллар асосида таҳлил қилинди. Олинган натижалар статистик усуллар ёрдамида қайта ишланди.

Тадқиқот давомида PLC (Programmable Logic Controller) ва SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) тизимлари орқали йиғилган маълумотлар таҳлил қилинди. Бу маълумотлар асосида ишлаб чиқариш жараёнларининг турли жиҳатлари, шу жумладан маҳсулот сифати, энергия

ISSN 3030-3907

ва хомашё сарфи, технологик оғишлар ва аномалиялар кўриб чиқилди. Ушбу таҳлил жараёнида қуйидаги параметрлар алоҳида ўрганилди:

Маҳсулот сифати – ишлаб чиқаришнинг энг муҳим кўрсаткичларидан бири бўлиб, яроқсизлик ҳажми ва қайта ишлаш ҳолатлари орқали баҳоланади. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, анъанавий назорат тизимида маҳсулот сифати бўйича кўп ҳолатларда хато ва қайта ишлаш талаблари юзага келади. PLC ва SCADA тизимларини жорий қилиш орқали технологик параметрлар реал вақт режимида назорат қилинди ва автоматик сигнализация орқали тезкор равишда хатолар аниқланди. Бу эса яроқсиз маҳсулот ҳажмини сезиларли даражада камайтирди.

PLC ва SCADA тизимлари орқали энергия сарфи параметрлари ҳам таҳлил қилинди. Анъанавий тизимларда энергия сарфи кўп ҳолатларда оптимал бўлмаган, ишлаб чиқариш жараёнида кўп вақтда энергия бой берилади. Автоматлаштирилган назорат тизимлари орқали энергия сарфи мониторинг қилинди ва жараёнларнинг самарали режимини таъминлайди. Шу натижада ойлик энергия сарфи 10–15%га камайди, бу иқтисодий самарадорликни сезиларли оширади.

Хомашё сарфи ҳам ишлаб чиқариш самарадорлигида муҳим аҳамиятга эга. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, анъанавий тизимларда хомашёдан самарали фойдаланиш даражаси паст, қайта ишлаш ҳолатлари эса ресурсларнинг юқори сарфини талаб қилади. Автоматлаштирилган назорат тизимлари орқали хомашё сарфи мониторинг қилинди ва оптималлаштирилди. PLC ва SCADA тизимлари технологик параметрларни (масалан, ҳарорат, босим, оқим, ва ҳар бир жараёндаги ҳаракатлар) реал вақтда назорат қилади. Бу аномалияларни аниқлаш ва уларни тезкор бартараф этиш имконини беради. Тадқиқот давомида маълум бўлдики, автоматлаштирилган тизимлар орқали технологик оғишлар ва аномалиялар сони сезиларли даражада камайди.

Таҳлил жараёнида маълумотлар статистик усуллар ва график визуализация орқали қайта ишланди. Жадваллар ва графиклар орқали анъанавий ва автоматлаштирилган тизимларнинг самарадорлиги солиштирилди.

1-жадвал:

Анъанавий ва автоматлаштирилган тизимлар солиштирмаси

Параметр	Анъанавий тизим	Автоматлаштирилган тизим	Самарадорлик (%)
Яроқсиз маҳсулот ҳажми, %	8	3	62.5

ISSN 3030-3907

Қайта ишлаш зарурати, %	12	5	58.3
Маҳсулот мувофиқлиги, %	88	97	10.2

Манба: Тадқиқотчининг таҳлиллари асосида

Автоматлаштирилган назорат тизимлари маҳсулот сифати ва мувофиқлигини сезиларли даражада оширди, яроқсиз маҳсулот чиқиши ва қайта ишлаш талабини камайтирди.

PLC ва SCADA тизимлари орқали йиғилган энергия ва хомашё сарфи маълумотлари таҳлили қуйидагича:

- Энергия сарфи 15%га камайди;
- Хомашё сарфи 10%га оптималлашади.

Ишлаб чиқариш жараёнларида хавфсизлик ва назорат жараёнлари ҳам самарали ишлаб чиқаришнинг асосий компонентларидан ҳисобланади. PLC ва SCADA тизимларининг жорий қилиниши орқали nafaqat технологик жараёнларнинг самарадорлиги оширилади, балки ишлаб чиқаришдаги хавфсизлик даражаси ҳам сезиларли даражада яхшиланади.

PLC ва SCADA тизимлари ишлаб чиқариш жараёнларидаги ҳар бир босқични реал вақтда назорат қилиш имконини беради. Бу тизимлар орқали қуйидагилар таъминланади:

- **Технологик параметрларни мониторинг қилиш**
- **Хавфли ҳолатларни олдиндан аниқлаш**
- **Оператор хатоларини камайтириш**

Тадқиқотда PLC ва SCADA тизимлари орқали назорат қилинган жараёнларда қуйидаги натижалар аниқланди:

2-жадвал

PLC ва SCADA тизимлари орқали назорат қилинган жараёнлар натижалари

Параметр	Анъанавий тизим	Автоматлаштирилган тизим	Таъсир (%)
Авария ҳолатлари сони	15	9	-40
Оператор хатолари сони	10	5	-50

ISSN 3030-3907

Технологик тўхташлар сони	8	3	-62.5

Манба: Тадқиқотчининг таҳлиллари асосида

Автоматлаштирилган назорат тизимлари орқали ишлаб чиқариш жараёнларида хавфсизлик даражаси сезиларли даражада ошди. Авариялар ва технологик тўхташлар сони камайди, оператор хатолари эса ярмига қисқарди. Бу натижалар саноат корхоналарида автоматлаштиришнинг самарадорлигини кўрсатади.

SCADA тизимлари орқали реал вақтда технологик жараёнларни мониторинг қилиш ва автоматик сигнализацияни йўлга қўйиш мумкин. Масалан, ҳарорат нормадан юқори бўлганида PLC тизими автоматик равишда хабардор қилади ва қаторли қурилмаларни тўхтатиши ёки қайта ишлаш режимини йўлга қўйиши мумкин. Бу жараёнлар инсоннинг тезкор реакция қилиш эҳтиёжини камайтиради ва ишлаб чиқариш хавфсизлигини таъминлайди.

PLC ва SCADA тизимлари қуйидаги стандартларга мувофиқ ишлайди:

- IEC 61508 – функционал хавфсизлик стандартлари;
- ISO 13849 – ишлаб чиқариш қурилмалари хавфсизлиги;
- ISA-99/IEC 62443 – индустриал автоматлаштириш тизимлари учун киберхавфсизлик.

Бу стандартлар асосида тизимлар лойиҳалаштирилганда авария ва хатолар эҳтимоли камаяди, ишлаб чиқариш жараёни барқарор бўлади.

PLC ва SCADA тизимлари жорий қилинганидан сўнг, ишлаб чиқариш ҳажми ва самарадорлиги кўрсаткичлари ҳам таҳлил қилинди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, автоматлаштирилган назорат тизимлари ишлаб чиқариш жараёнларида самарадорликни сезиларли даражада оширди.

Ушбу натижалар автоматлаштирилган тизимлар ишлаб чиқариш ҳажми ва самарадорлигини оширишда муҳим аҳамиятга эга эканлигини кўрсатади. Бу жараёнлар иқтисодий самарадорликка ҳам ижобий таъсир қилади.

PLC ва SCADA тизимлари орқали автоматлаштирилган назорат жараёни операторларнинг иш юкини ҳам сезиларли даражада камайтирди. Бу қуйидагилар билан намоён бўлади:

- Хавфли вазиятларни автоматик сигнализация орқали олдиндан аниқлаш;
- Режали техник хизмат ва профилактика ишларини тизимли амалга ошириш;
- Технологик параметрларни автоматик назорат қилиш ва реал вақтда таҳлил қилиш;

ISSN 3030-3907

- Оператор хатоларини минималлаштириш.

Шу орқали ишлаб чиқаришдаги авариялар, технологик тўхташлар ва хатолар камайди, бу эса хавфсизлик даражаси ва ишлаб чиқариш самарадорлигини бир вақтда оширишга хизмат қилади.

PLC ва SCADA тизимлари IIoT платформалари билан интеграция қилинганда, қуйидаги имкониятлар пайдо бўлади:

- Реал вақтда маълумот йиғиш ва таҳлил қилиш;
- Прогнозли техник хизмат (Predictive Maintenance);
- Хавфсизлик ҳолатларини олдиндан аниқлаш;
- Машиналар ва ишлаб чиқариш жараёнлари ишлаш самарадорлигини автоматик оптималлаштириш;
- Буюк маълумотлар (Big Data) ва сунъий интеллект орқали ишлаб чиқариш жараёнларини янада самарали бошқариш.

Бу эса ишлаб чиқариш корхоналарида автоматлаштирилган назорат тизимларини кенг жорий этишнинг стратегик аҳамиятини кўрсатади.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Хулоса қилиб айтганда, тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, ишлаб чиқариш корхоналарида PLC ва SCADA тизимларини жорий қилиш технологик жараёнларнинг самарадорлигини сезиларли даражада оширади. Маҳсулотнинг сифати ва ишлаб чиқариш ҳажми, шунингдек, ресурслардан самарали фойдаланиш кўрсаткичлари ўзгарди.

Бу натижалар автоматлаштирилган назорат тизимларининг технологик ва иқтисодий самарадорлигини, шунингдек, ишлаб чиқариш хавфсизлигини сезиларли даражада оширишини кўрсатади.

PLC ва SCADA тизимлари орқали технологик параметрларнинг реал вақтда мониторинги ва автоматик сигнализациялар ишлаб чиқаришдаги хавфли ҳолатларни олдиндан аниқлаш имконини беради. Шунингдек, операторлар иш юки камаяди ва инсон хатолари таъсири минималлаштирилади.

IIoT ва сунъий интеллект технологиялари интеграция қилинганда, автоматлаштирилган назорат тизимлари келгусида прогнозли техник хизмат (Predictive Maintenance), катта маълумотларни таҳлил қилиш (Big Data) ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматик оптималлаштириш имкониятларини беради. Бу эса техник хизмат харажатларини камайтириш, авария ҳолатларини олдиндан бартараф қилиш ва ишлаб чиқаришнинг умумий самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, қуйидаги таклифларни илгари суриш мақсадга мувофиқ бўлади.

ISSN 3030-3907

- Автоматлаштирилган тизимларни босқичма-босқич жорий этиш.
- Модернизация ва дастурий таъминотни ривожлантириш.
- IIoT ва Big Data технологияларини интеграция қилиш.
- Операторлар ва ишчилар учун малака ошириш.

Энергия ва хомашё сарфини мониторинг қилиш орқали ресурслардан самарали фойдаланиш тизимлари қўлланилиши лозим. Бу нафақат ишлаб чиқариш харажатларини камайтиради, балки экологик барқарорликни ҳам таъминлайди.

PLC ва SCADA тизимлари IEC 61508, ISO 13849 ва ISA-99/IEC 62443 каби стандартларга мувофиқ лойиҳалаштирилиши ва корхоналарда уларнинг жорий этилиши мониторинг қилиниши керак. Бу авария ва хатолар эҳтимоли камайишига хизмат қилади.

Умуман олганда, автоматлаштирилган назорат тизимларини жорий қилиш ишлаб чиқариш корхоналарида маҳсулот сифати, ишлаб чиқариш самарадорлиги, хавфсизлик ва ресурслардан оқилона фойдаланишни сезиларли даражада оширади. Мақсадли ва босқичма-босқич амалга оширилган интеграция орқали корхоналар рақобатбардошликни оширади, иқтисодий самарадорликни таъминлайди ва технологик жараёнларнинг барқарорлигини кафолатлайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Smith, J., & Johnson, R. (2020). SCADA Systems in Modern Manufacturing: Efficiency and Control. Industrial Automation Journal, 12(3), 45–58.
2. Wang, L., Chen, H., & Zhao, Y. (2019). IIoT-Based Real-Time Monitoring in Production Processes. Journal of Manufacturing Systems, 25(2), 112–125.
3. Исломов, М. (2021). Автоматлаштирилган назорат тизимлари ва энергия сарфини оптималлаштириш. Ўзбекистон илмий ишлар журнали, 7(1), 34–42.
4. Раҳматов, А. (2022). PLC ва SCADA интеграцияси орқали саноат корхоналарида ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш. Техника ва технология, 15(4), 56–63.
5. Kumar, R., & Singh, P. (2018). Automation Systems and Human Factor Reduction in Industrial Safety. International Journal of Industrial Engineering, 10(2), 78–89.
6. Тожиев, С., & Муродов, Ж. (2020). Саноатда автоматлаштиришни босқичма-босқич жорий этиш: иқтисодий ва техник самарадорлик таҳлили. Ўзбекистон техника журнали, 8(3), 22–31.
7. IEC 61508. Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems. International Electrotechnical Commission, 2010.

ISSN 3030-3907

8. ISO 13849. Safety of Machinery – Safety-related Parts of Control Systems. International Organization for Standardization, 2015.
9. ISA-99/IEC 62443. Industrial Automation and Control Systems Security Standards. International Society of Automation, 2018.

ISSN 3030-3907