

## **НОАНИҚ РОСТЛАГИЧЛАРНИ ҚУРИШДА МОЙЛИ УРУҒЛАРНИ САҚЛАШНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНИНИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬ БОШҚАРИШ ТИЗИМИ**

**Кабулов Нозимжон Абдукаримович**

*Техника фанлари фалсафа доктори (PhD), Тошкент давлат техника  
университет*

*Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 100095, Ўзбекистон Республикаси*

### **Аннотация**

*мақолада фаззи–бошқариш асосида мойли ўсимликларни сақлашнинг  
технологик жараёни учун автоматлаштирилган интеллектуал бошқарув тизими  
таклиф этилади. Жараён параметрларини босқичма-босқич ўзгартириш муаммосини  
ҳал қилиш учун тегишлилик функцияларини яратиш учун модификацияланган Саати  
усули қўлланилади ва микроқлимнинг бошқариладиган технологик параметрлари,  
бузилишлар ва бошқарув тизимининг назорат ҳаракатлари учун тегишлилик  
функциялари аниқланади. Тавсифни оптималлаштириш учун олинган тегишлилик  
функциялари Maple рамзий математик пакетида аппроксимацияланади.*

### **Калит сўзлар**

*фаззи– бошқарув, фаззификация, лингвистик ўзгарувчи, тегишлилик функцияси,  
қоидалар базаси, Саати методи, ноаниқ тўплам, мойли уруғлар.*

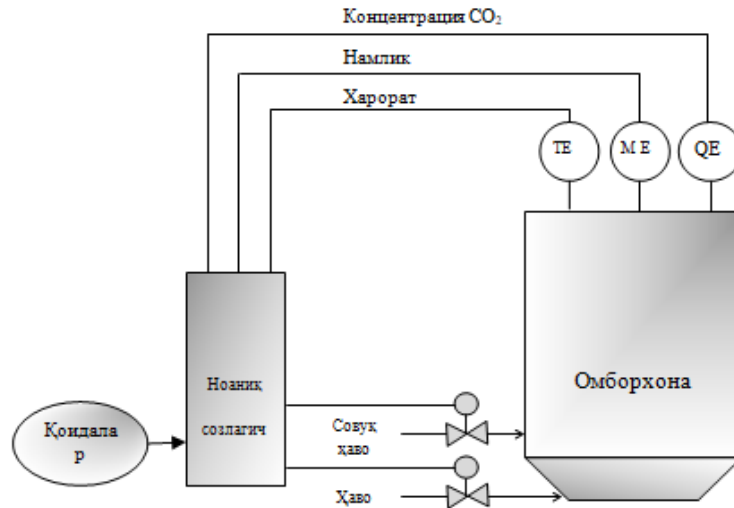
### **КИРИШ**

Мойли уруғларни сақланишини назорат қилиш жараёнини автоматлаштиришда ПИД контроллерлари ёрдамида технологик режимларни барқарорлаштиришни таъминлаш етарли эмас. Бундай жараёнларнинг сифати ва унумдорлиги кўп жиҳатдан атроф-муҳит параметрларининг комбинациясига боғлиқ бўлиб, бу технологнинг ўз касбий тажрибасидан келиб чиққан ҳолда ташқи шароитлар ўзгарганда бошқарувчи контроллерларни доимий равишда созлашга мажбур қилади. Шахснинг (технологнинг) амалий тажрибаси ва билимларидан фойдаланган ҳолда мойли уруғларини сақлаш жараёнини назорат қилувчи автоматлаштирилган интеллектуал бошқариш тизими ноаниқ бошқарув тамойилларидан фойдаланган ҳолда қурилиши мумкин [1-19].

#### **II. Тегишлилик функцияларини тузиш**

Амалий тажриба шуни кўрсатдики, технологик жараённинг натижалари биринчи навбатда омбордаги ҳаво ҳароратига, хомашё ва ҳавонинг намлигига, шунингдек карбонат ангидрид концентрациясига боғлиқ [2]. Сақлаш жараёнининг интенсивлиги ва сақланадиган маҳсулотларнинг сифати сезиларли даражада санаб ўтилган технологик параметрларнинг комбинациясига боғлиқ. Шу билан бирга, максимал маҳсулдорлик ва сифатни таъминлайдиган параметрларнинг оптимал комбинацияси, шунингдек, жараённинг минимал харажатлари доимий бўлиб қолмайди ва технологик

жараённинг шароитларига сезиларли даражада боғлиқ: йилнинг вақти, технологик материалларнинг сифати ва бошқалар, масалан, омбор ҳавосидаги карбонат ангидрид миқдорини шамоллатиш йўли билан бошқарилади. Шу билан бирга, шамоллатиш жараёнининг самарадорлиги ва ҳаво тайёрлаш учун зарур энергия истеъмоли ёзги ва қишки даврларда сезиларли даражада фарқ қилади.



1-расм. Мойли уруғларни сақлаш технологик жараёнининг автоматик бошқариш тизимини принципиал схемаси.

Бироқ, айрим ҳолларда мойли уруғларни сақлаш жараёнининг микроклим параметрлари, биологик жараёнларнинг параметрлардаги кичик оғишларга мослашиш қобилиятини ва жараённинг функционаллигини сақлаб қолган ҳолда параметрлардаги сезиларли оғишларнинг бир вақтнинг ўзида қабул қилинишини ҳисобга олиш керак. Энг яхши вариант - тегишлилик функцияларини тавсифлашда мутахассис технологнинг билиминини ҳисобга олишдир.

Экспериментал маълумотларни чеклангани ва экспертнинг мавжудлиги шароитида тегишлилик функцияларини яратиш учун билвосита модификацияланган Саати усули самарали бўлади [10, 11]. Ушбу усул жуда юқори даражадаги аниқликни амалга ошириш қулайлиги билан бирлаштиради. Бу ҳолат учун биз ушбу модификацияланган усулни ҳолатларимизда тегишлилик функцияларини яратиш учун қўллаймиз.

Таблица 1.

“Жараён ҳарорати” лингвистик ўзгарувчисининг шартлари

Температура диапазони, °C	Терм хусусиятлари	Терми белгиланиши
$< T_{min}$	Туширилган ҳарорат	$n$
$\Delta T_1$	Озгина туширилган ҳарорат.	$sn$
$\Delta T_2$	Номинал ҳарорат	$z$
$\Delta T_3$	Озгина кўтарилган ҳарорат	$sp$
$\Delta T_4$	Кўтарилган ҳарорат	$p$
$> T_{max}$	Жуда юқори ҳарорат	$bp$

“ $sn$ ” терми учун биз  $T_{cl}$  °C га тенг тегишлилик функцияси билан тавсифланган ноаниқ тўплам ядросини (ҳарорат маркази оралиғи  $\Delta T_1$ ) ва қўшни термларнинг ноаниқ тўплам ядролари билан мос келадиган ноаниқ тўплам чегараларини аниқлаймиз. “ $sn$ ” тегишлилик функцияси терми чап ва ўнг елкаларига эга бўлади. Чап елкада (шу жумладан ядро) 7 та тенг масофадаги нуқталар ( $T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14}, T_{15}$ ) танланади ва асосий қийматлар ( $T_{cl}$  °C) танланган нуқталар билан таққосланади (кейинги нуқтанинг асосий қиймати бундан мустасно). Таққослашда рейтинг шкаласи қўлланилади [4,5,12,13]: 1 - устунлик йўқ; 3 - заиф устунлик; 5 - муҳим афзаллик; 7 - аниқ устунлик; 9 - мутлақ устунлик; 2, 4, 6, 8 - оралик баҳолар.

Экспертнинг фикрини инобатга олган ҳолда қуйидаги баҳолар олинди:

“ $T_{cl}$  °C” нинг “ $T_{15}$  °C” дан устунлиги – 9;

“ $T_{cl}$  °C” нинг “ $T_{14}$  °C” дан устунлиги – 6;

“ $T_{cl}$  °C” нинг “ $T_{13}$  °C” дан устунлиги – 3;

“ $T_{cl}$  °C” нинг “ $T_{12}$  °C” дан устунлиги – 1;

“ $T_{cl}$  °C” нинг “ $T_{11}$  °C” дан устунлиги – 1.

Таққослаш натижалари матрица (1) шаклида тақдим этилади, бунда  $a_{ij}$  –  $u_i$  элементининг  $u_j$  дан устунлик даражаси ( $i, j = 1, n$ ).

°C	$T_{15}$	$T_{14}$	$T_{13}$	$T_{12}$	$T_{11}$	$T_{cl}$
$T_{15}$	1					
$T_{14}$		1				
$T_{13}$			1			
$T_{12}$				1		
$T_{11}$					1	
$T_{cl}$	9	6	3	1	1	1

Матрица қуйидаги хусусиятларга эга: у диагонал, тескари симметрик ва транзитивдир. Ушбу хусусиятлар (2) формуладан фойдаланган ҳолда таққослаш матричасининг барча бошқа элементларини аниқлаш имконини беради:

$$a_{ij} = a_{kj} / a_{ki}, \text{ где } i, k, j = 1, \quad (2)$$

°C	$T_{15}$	$T_{14}$	$T_{13}$	$T_{12}$	$T_{11}$	$T_{C1}$
$T_{15}$	1	6/9	3/9	1/9	1/9	1/9
$T_{14}$	9/6	1	3/6	1/6	1/6	1/6
$T_{13}$	9/3	6/3	1	1/3	1/3	1/3
$T_{12}$	9/1	6/1	3/1	1	1/1	1/1
$T_{11}$	9/1	6/1	3/1	1/1	1	1/1
$T_{C1}$	9	6	3	1	1	1

Жуфтлик таққослаш (3) матричасининг барча элементларини ҳисоблаб чиққандан сўнг, тегишлилик функциясининг қийматлари қуйидаги формула (4) бўйича топилади:

$$\mu(u_i) = \frac{1}{a_{1i} + a_{2i} + \dots + a_{ni}}, \quad (4)$$

бу ерда  $n = 6$ ;  $u_i$  - жуфтлик таққослашнинг  $i$ -элементи (устун);  $a_{ii}$  -  $i$ -элементни жуфтлик таққослашнинг биринчи қиймати;  $a_{ni}$  -  $i$ -элементнинг  $n$ -чи жуфтлик таққослаш қиймати.

Ҳисобланган қийматларни энг катта қийматга бўлиш орқали меъёрлаштиргандан сўнг, 2-жадвал олинади.

2 -жадвал

“sn” термининг чап елкаси учун тегишлилик функцияси (ТФ) қийматлари

Сақлашдаги ҳарорат, °C	$T_{15}$	$T_{14}$	$T_{13}$	$T_{12}$	$T_{11}$	$T_{C1}$
Субнормал ноаниқ гўплам учун ТФ қиймати	0,0 30	0,0 46	0,0 92	0,2 7	0,2 7	0,2 7
Нормал ноаниқ гўплам учун ТФ қиймати	0,1 1	0,1 6	0,3 3	1	1	1

Ҳисобланган мос ёзувлар нукталари орасидаги интервалларда ТФ нинг чизиқли –бўлак аппроксимациядан фойдаланиб, “sn” (5) термининг чап елкаси учун тегишлилик функциясининг тегишли бўлимлари учун аналитик ифодалар олинади:

$$\left\{ \begin{array}{l} T \leq T_{min}; \mu_{sn}(T) = 0; \\ T_{min} < T \leq T_{I5}; \mu_{sn}(T) = 0.687T - 8.25; \\ T_{I5} < T \leq T_{I4}; \mu_{sn}(T) = 0.294T - 3.466; \\ T_{I4} < T \leq T_{I3}; \mu_{sn}(T) = T - 12.17; \\ T_{I3} < T \leq T_{I2}; \mu_{sn}(T) = 4.187T - 52.013; \\ T_{I2} < T \leq T_{I1}; \mu_{sn}(T) = 1; \\ T_{I1} < T \leq T_{C1}; \mu_{sn}(T) = 1; \\ T > T_{C1}; \mu_{sn}(T) = 0; \end{array} \right. \quad (5)$$

бу ерда  $T$  - омбордаги ҳаво ҳарорати;  $\mu_{sn}(T)$  - “sn” термнинг тегишлилик функцияси.

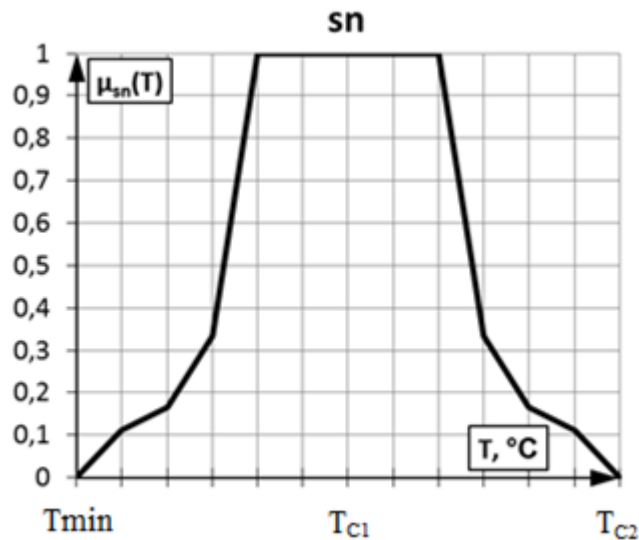
Худди шу алгоритм ўнг елкани қуриш учун ҳам ишлатилади.

ТФ нинг чап ва ўнг елкаларининг тавсифларини бирлаштириб, “sn” (6) терм учун ТФ нинг тўлиқ тавсифи олинади:

$$\left\{ \begin{array}{l} T \leq T_{min}; \mu_{sn}(T) = 0; \\ T_{min} < T \leq T_{I5}; \mu_{sn}(T) = 0.687T - 8.25; \\ T_{I5} < T \leq T_{I4}; \mu_{sn}(T) = 0.294T - 3.466; \\ T_{I4} < T \leq T_{I3}; \mu_{sn}(T) = T - 12.17; \\ T_{I3} < T \leq T_{I2}; \mu_{sn}(T) = 4.187T - 52.013; \\ T_{I2} < T \leq T_{I1}; \mu_{sn}(T) = 1; \\ T_{I1} < T \leq T_{C1}; \mu_{sn}(T) = 1; \\ T_{C1} < T \leq T_{r1}; \mu_{sn}(T) = 1; \\ T_{r1} < T \leq T_{r2}; \mu_{sn}(T) = 1; \\ T_{r2} < T \leq T_{r3}; \mu_{sn}(T) = -3.941T + 53.535; \\ T_{r3} < T \leq T_{r4}; \mu_{sn}(T) = -1.0625T + 14.673; \\ T_{r4} < T \leq T_{r5}; \mu_{sn}(T) = -0.294T + 4.177; \\ T_{r5} < T \leq T_{C2}; \mu_{sn}(T) = -0.647T + 9.058; \\ T > T_{C2}; \mu_{sn}(T) = 0; \end{array} \right. \quad (6)$$

бу ерда  $T$  - омбордаги ҳаво ҳарорати;  $\mu_{sn}(T)$  - “sn” термнинг тегишлилик функцияси.

Ҳосил бўлган тегишлилик функциясининг график тасвири 2-расмда кўрсатилган:



2-расм. “sn” терми учун тегишлилик функцияси

Функция ўн иккита тенглама билан тавсифланади, улар камчиликлар билан боғлиқ бўлиши керак. Функция тавсифини аппроксимациялаш имкониятини кўриб чиқамиз.

### III. Функция тавсифини аппроксимациялаш

Таърифни тахмин қилиш учун Лагранж полиноми [9] танланган. Аппроксимацияни ҳисоблашда Maple математика пакети [10-11] ишлатилган.

ТФ нинг чап елкаси учун аппроксимация натижаси тавсифи қуйидаги шаклда олинади (7):

$$\begin{cases} T \leq 9; \mu_{sn}(T) = 0; \\ 9 < T \leq 11; \mu_{sn}(T) = a_{sn-1} + a^1_{sn-1}T + \\ + \sum_{n=2}^5 a^n_{sn-1}(T - \Delta T_{sn})^n; \\ T > 13; \mu_{sn}(T) = 0; \end{cases} \quad (7)$$

бу ерда  $T$  - омбордаги ҳаво ҳарорати;  $\Delta T_{sn} = L$ ;  $\mu_{sn}(T)$  - “sn” термининг тегишлилик функцияси;  $a_{sn-1} = -2,52$ ;  $a^1_{sn-1} = 0,27$ ;  $a^2_{sn-1} = 3,177$ ;  $a^3_{sn-1} = 20,833$ ;  $a^4_{sn-1} = 29,947$ ;  $a^5_{sn-1} = 13,02$  - коэффициентлар.

Ўнг елка билан биргаликда “sn” ТФ тавсифи (8) шаклга эга бўлади:

$$\begin{cases} T \leq 9; \mu_{sn}(T) = 0; \\ 9 \leq T < 11; \mu_{sn}(T) = a_{sn-1} + a^1_{sn-1}T + \\ + \sum_{n=2}^5 a^n_{sn-1}(T - \Delta T_{sn})^n; \\ 11 \leq T \leq 13; \mu_{sn}(T) = a_{sn-r} + a^1_{sn-r}T + \\ + \sum_{n=2}^5 a^n_{sn-r}(T - \Delta T_{sn})^n; \\ T > 13; \mu_{sn}(T) = 0; \end{cases} \quad (8)$$

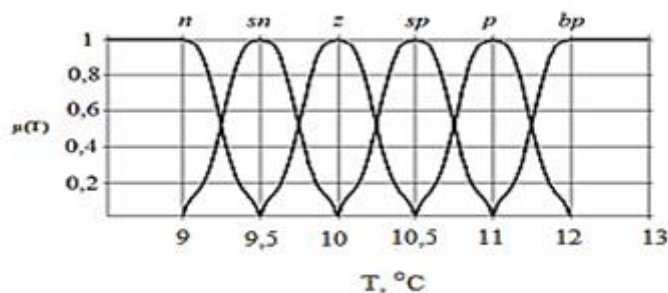
бу ерда  $T$  - омбордаги ҳаво ҳарорати;  $\Delta T_{sn} = L$ ;  $\mu_{sn}(T)$  - “sn” термининг тегишлилик функцияси;  $a_{sn-1} = -2,52$ ;  $a^1_{sn-1} = 0,27$ ;  $a^2_{sn-1} = 3,177$ ;  $a^3_{sn-1} = 20,833$ ;  $a^4_{sn-1} = 29,947$ ;  $a^5_{sn-1} = 13,02$ ;  $a_{sn-r} = 4,52$ ;  $a^1_{sn-r} = 0,27$ ;  $a^2_{sn-r} = 3,177$ ;  $a^3_{sn-r} = 20,833$ ;  $a^4_{sn-r} = 29,947$ ;  $a^5_{sn-r} = 13,02$  - коэффициентлар.

ТФ нинг дастлабки версияси ва аппроксимацион боғлиқлиги учун графиклар 2-расмда кўрсатилган. Тахминан қарамлик технологнинг тажрибасига кўпроқ мос келади, чунки у ядро яқинида характеристиканинг горизонтал қисмини тўғрилайди.

Шу билан бирга, тегишлилик функциясининг дастлабки графигига мувофик қолган интерваллардаги ўзгаришларнинг табиати сақланиб қолади.

Таърифланган ёндашувдан фойдаланиб, омборона хароратининг тегишлилик функцияси барча аъзолари учун лингвистик ўзгарувчининг “Харорат режими” аниқланади, бу сақлаш жараёнининг ушбу параметрини босқичма-босқич ўзгартиришга имкон берадиган.

3-расмда тегишлилик функциясининг графиклари кўрсатилган.



-расм. “Омбордаги ҳарорат” қийматининг “Харорат режими” лингвистик ўзгарувчиси термига тегишлилик функциялари.

Хулоса

Шундай қилиб, ноаниқ мантиққа асосланган мойли ўсимликларни сақлашнинг технологик жараёнини бошқаришнинг интеллектуал тизими таклиф этилди, бу эса технологнинг тўпланган тажрибасидан келиб чиқиб унумдорликни, маҳсулот сифатини ошириш ва таннархни пасайтириш мақсадида мажмуа ишини оптималлаштириш учун фойдаланиш имконини беради. Жараён параметрларини фаззификациялаш масаласи модификацияланган Саати усули ёрдамида “харорат” параметри мисолида кўриб чиқилди. Тегишлилик функциясининг янги шакли ва унинг аппроксимацияси олинди.

### АДАБИЁТЛАР:

1. Yusupbekov N.R., Sh. M. Gulyamov, A. N. Yusupbekov, N. A. Kabulov “Simulation of Chemical-Technological Complexes” // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer Nature, Prague, Czech, 2019.-Vol.1095. -pp. 588-595. (11. Springer)
2. Kabulov N.A. “Construction of intellectual industrial storages of perishable vegetable raw materials” // *International scientific and technical journal «Chemical Technology.Control and Management»*. Tashkent, 2019. -№ 3. -pp. 30-37.
3. Цзин-Нанг Ли, Цунг-Мин Лин, Чиен-Чих Чен. Валидация моделирования и контрольный анализ для регулируемой температуры и влажности системы кондиционирования воздуха // *Журнал "Мир науки"*. - 2014. - Т. 2014.–С.10.



4. Алёшкин, Н.А. Формирование функций принадлежности в условиях рекуррентного мониторинга / Н.А. Алёшкин // Стандарты и качество. 2017. № 05.
5. Алёшкин, Н.А. Автоматическое управление микроклиматом в производственных помещениях на основе реализации процедур нечеткого регулирования / Н.А. Алёшкин // Изв. вузов: Приборостроение. 2016. Т. 59. № 9. –С. 787-789.
6. Кабулов Н.А. Системы управления технологическими комплексами при переработке масличного сырья малыми партиями // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. 12(81). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11021>.
7. Антонио, К. Капуто. Капсула, Пасифико М. Пелагагге // Прикладная теплотехника. - 2000. - Т. 20. – С. 49-67.
8. Система ОВКВ / С. Сойгудер, М. Каракосе, Х. Алли // Сойгудер С. Проектирование и моделирование самонастройки ПИД-типа. - 2009. - Т. 36. –С. 4566-4573.
9. Сойгудер, С. Сойгудер, С. Алли // Экспертные системы с приложениями. - 2010. - Т. 37. –С. 2072-2080.
10. Крушель, Е. Г. Нелинейные алгоритмы управления микроклиматом / Е. Г. Крушель, В. Г. Семенов, И. В. Степанченко, В. В. Сургутанов // Известия ВолгГТУ. - 2007. - № 3. –С. 89-92.
11. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский; перевод с польского И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 452 с.
12. Ротштейн А. П. Технологии интеллектуальной идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. - Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. - 320 с.
13. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин [и др.]; под ред. Д. А. Поспелова. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 312 с.
14. Штовба, С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С. Д. Штовба. - Винница: Континент-Прайм., 2003. - 198 с.
15. Kuentai, C. Modeling of thermal comfort in air conditioned rooms by fuzzy regression analysis / C. Kuentai, M.J. Rys, E.S. Lee // Mathematical and Computer Modelling. - 2006. - Vol. 43. - pp. 809-819.
16. Chan-oh Min. Control of approach and landing phase for reentry vehicle using fuzzy logic / Chan-oh Man and other // Aerospace Science and Technology. - 2011. - Vol. 15. - pp. 269-282.
17. Soyguder, S. Fuzzy adaptive control for the actuators position control and modeling of an expert system / S. Soyguder, H. Alli // Expert Systems with Applications. - 2010. - Vol. 37. - pp. 2072-2080.



18. Gunasekaran S., “Automation of food processing” Encyclopedia of life support systems (Eolss), USA, 10.08. 2009 г. Food engineering. Vol. IV. –PP.26-35.
19. Antonio, C. Caputo. Fuzzy control of heat recovery systems from solid bed cooling / Antonio C. Caputo, Pacifico M. Pelagagge // Applied Thermal Engineering, 2000. – Vol. 20. –pp. 49-67.