

UO‘K 662.997

**NOSTATSIONAR REJIMDA QUYOSH KOLLEKTORLI INKUBATSIYA  
KAMERASINING ISSIQLIK BALANSINI MODELLASHTIRISH**

**Uzaqov G‘ulom Norboyevich** – texnika fanlari doktori, professor  
**Ergashev Shaxriyor Hamidullayevich** – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori  
**Quziyev Olmosbek Anvar o‘g‘li** – doktorant (PhD), e-mail: [quziyev.olmos@bk.ru](mailto:quziyev.olmos@bk.ru)  
**Aliyarova Lola Abdijabbarovna** – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

***Annotatsiya.** Maqolada quyosh kollektorli inkubator kamerasing issiqlik balansini matematik modellashtirish natijalari keltirilgan. Hajmi 0,924 m<sup>3</sup> bo‘lgan tajriba inkubator kamerasing asosiy issiqlik-texnik parametrlari aniqlangan. Matematik modellashtirish asosida inkubator kamerada harorat rejimini ifodalaydigan grafiklar olingan. Qarshi shahri sharoitida kollektor sirtiga tushadigan quyosh radiatsiyasi 400-500 Vt/m<sup>2</sup> bo‘lganda kamerada optimal harorat rejimini o‘rnatish mumkinligi asoslangan.*

***Kalit so‘zlar:** issiqlik balansini tenglamasi, quyosh energiyasi, quyosh kollektori, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, quyosh radiatsiyasi, inkubator kamerasi, issiqlik berish koeffitsiyenti.*

УДК 662.997

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ИНКУБАТОРНОЙ КАМЕРЫ С  
СОЛНЕЧНЫМ КОЛЛЕКТОРОМ В НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ**

**Узаков Гулом Норбоевич** – доктор технических наук, профессор  
**Эргашев Шахриёр Хамидуллаевич** – доктор философии по техническим наукам  
**Кузиев Олмосбек Анвар угли** – докторант (PhD), e-mail: [quziyev.olmos@bk.ru](mailto:quziyev.olmos@bk.ru)  
**Алиярова Лола Абдижаббаровна** - доктор философии по техническим наукам

Каршинский инженерно-экономический институт

***Аннотация.** В статье представлены результаты математического моделирования теплового баланса инкубаторной камеры с солнечным коллектором. Определены основные теплотехнические параметры камеры инкубатора объемом 0,924 м<sup>3</sup>. На основе математического моделирования были получены графики, представляющие температурный режим в камере инкубатора, на основе которых можно установить оптимальный температурный режим в камере при падающей солнечной радиации 400-500 Вт/м<sup>2</sup> в условиях г.Карши.*

***Ключевые слова:** уравнение теплового баланса, солнечная энергия, солнечный коллектор, коэффициент теплопроводности, солнечное излучение, инкубаторная камера, коэффициент теплоотдачи.*

UDC 662.997

**MODELING THE HEAT BALANCE OF AN INCUBATOR CHAMBER  
WITH A SOLAR COLLECTOR IN A NON-STATIONARY MODE**

**Uzakov Gulom Norboevich** - Doctor of Technical Sciences, professor  
**Ergashev Shahriyor Hamidullaevich** – Doctor of Philosophy in Technical Sciences  
**Kuziev Olmosbek Anvar ugli** – Doctoral student (PhD), e-mail: [quziyev.olmos@bk.ru](mailto:quziyev.olmos@bk.ru)  
**Aliyarova Lola Abdijabbarovna** - Doctor of Philosophy in Technical Sciences

Karshi Engineering-Economics Institute

**Abstract.** *The article presents the results of mathematical modeling of the thermal balance of the solar collector incubator chamber. The main thermal and technical parameters of the incubator chamber with a volume of 0.924 m<sup>3</sup> have been determined. Based on the modeling, graphs were obtained that represent the temperature regime in the incubator Chamber, based on the fact that it is possible to set the optimal temperature regime in the chamber when the solar radiation is 400-500 W/m<sup>2</sup> in the conditions of the Karshi city.*

**Key words.** *heat balance equation, solar energy, solar collector, heat transfer coefficient, solar radiation, incubator chamber, heat transfer coefficient.*

### Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 26-maydagi “2017-2021-yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari dasturi to‘g‘risida”gi PQ-3012-sonli qarorida qayta tiklanadigan energetikadan foydalanishni yanada rivojlantirishda mahalliy ishlanmalar va amaliy tadqiqotlarni takomillashtirish bo‘yicha chora-tadbirlar rejasini ishlab chiqish, yoqilg‘i-energiya resurslarni tejashga moslashtirilgan qayta tiklanadigan energetik qurilmalarni ishlab chiqish va joriy etish muhim vazifalar sifatida belgilab berilgan [1]. Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi “2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-57 sonli qarori bilan ijtimoiy va uy-joy kommunal xizmat ko‘rsatish sohalarida hamda iqtisodiyot tarmoqlarida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini keng joriy etish, energiya samaradorligini oshirish orqali respublika hududlarida energiya taqchilligi qoplanishini ta‘minlash, bu boradagi ishlarni kompleks tashkil etish hamda investorlar uchun qulay sharoitlar va rag‘batlantirish mexanizmlarini joriy qilish maqsadida qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini o‘rnatish, iste‘molchilarni muqobil energiyaga o‘tkazish va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy qilish orqali 2023-yilda qo‘shimcha 5 milliard kilovatt-soat elektr energiyasi ishlab chiqarish va 4,8 milliard metr kub tabiiy gazni iqtisod qilish belgilangan [2].

Mavjud tuxum ochirish inkubatsiya kameralarining energiya iste‘moli tahlili shuni ko‘rsatadiki, yirik tuxum ochirish inkubatorlarida optimal harorat-namlik rejimini o‘rnatish ham katta miqdorda elektr energiya sarflanishini talab qiladi. Tovuq tuxumidan jo‘jalarni chiqarish uchun inkubatsion kameralarda optimal harorat 37,3 - 37,8 °C gacha bo‘lgan harorat hisoblanadi. Butun jarayon uchta harorat bosqichiga bo‘linadi va 21 kun davom etadi. Dastlabki bir necha sutka ichida birinchi bosqichda harorat 37,8 °C dan yuqori bo‘ladi, bu holda embrion rivojlanish jarayoni tezlashadi, keyin esa 37,5 gradusgacha pasayadi va oxirgi bosqichda, uchinchi bosqich ikki yoki uch kun davomida 37,3 °C darajaga tushiriladi. Inkubatsiyaning oxirgi bosqichida haroratni pasaytirish ularning chidamliligiga eng yaxshi ta‘sir qiladi [3-4].

Inkubatsiya kameralarini optimallashtirish va energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha dunyoda ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Jumladan, 1984-yilda fransuz olimi Akuru, 1986-yilda Entoni, 2013-yilda Oniya va boshqalar, tuxum inkubatorini ishlab chiqish ustida ishladilar, ular inkubatorlarni qizdirishda biogaz, qattiq yoqilg‘i (ko‘mir), qazilma neft (kerosin yoki gaz, dizel generatori) yoki quyosh energiyasiga asoslangan inkubator turlari ustida ilmiy tajribalar olib bordilar. Adevunmi va Falayilar issiqlik manbalari sifatida qattiq yoqilg‘i, neft yoki biogazga ega bo‘lgan inkubator parranda tuxumlarining inkubatsiya darajasini pasaytirish va boshqa yonish mahsulotlarini hosil qilishini kuzatdilar. S.I.Kuye, Diduo Liu va boshqalar “Quyosh inkubatorini loyihalash va qurish” tajribalarini o‘tkazganlar. Ishlab chiqarishning tez sur‘atlarda o‘sib borishi natijasida dunyoda global miqyosda energiya resurslariga talab doimiy ravishda oshib bormoqda [5, 11-14]. Shu sababli, parrandachilik korxonalarida ham tuxumni inkubatsiya qilish uchun energiya ishlab chiqarishning boshqa muqobil usullarini joriy etish dolzarb masala hisoblanadi.

### Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqolada quyosh kollektorli inkubatsiya kamerasining issiqlik balansini modellashtirish va parametrlarini hisoblash ko‘rib chiqilgan. Ushbu turdagi quyosh inkubatorida suv issiqlik

tashuvchisi vazifasini bajaradi. Issiq suvdan isitiladigan havo inkubatsiya kamerasi ichidagi tuxumlarga o‘tadi. Tungi va bulutli vaqtlarda isitiladigan suvni issiqligini saqlash uchun issiqlik energiyasini akkumulyatsiya qilish tizimi qo‘llaniladi. 37 °C bo‘yicha optimal harorat butun inkubatsiya davrida saqlanadi. Quyosh kollektorli inkubatsiya kamerasining issiqlik balansi quyidagi tenglamalar orqali aniqlanadi [5-7].

Quyosh suv qizdirish qurilmasiga tushadigan quyosh energiyasi [8]:

$$Q_{tush} = \alpha\tau A_{kol} q_{nur} , \tag{1}$$

bu yerda  $\alpha, \tau$  - kollektor tiniq yuzasining nur o‘tkazish va yutish koeffitsiyentlari;  $A_{kol}$  - kollektorning yuzasi, m<sup>2</sup>;  $q_{nur}$  - quyosh radiatsiyasining intensivligi, Vt/m<sup>2</sup>.

Kollektor orqali yo‘qotiladigan issiqlik [9]:

$$Q_{yo'q} = \frac{A_{kol}}{R_{kol}} (t_{sirt} - t_{tash.}) , \tag{2}$$

bu yerda  $R_{kol}$  - kollektor konstruksiyasining termik qarshiligi, (m<sup>2</sup> °C)/Vt;  $t_{sirt}$  - kollektor nur qabul qiladigan sirtining harorati, °C;  $t_{tash.}$  - tashqi havo harorati, °C.

Kollektordan olinadigan foydali issiqlikni yuqoridagi ifodalarni hisobga olgan holda balans tenglamasi orqali ifodalaniadi, hamda ushbu issiqlik suvni qizdirishga sarflanadi:

$$Q_{kol} = G_c c_c (t_{c2} - t_{c1}) = Q_{tush} - Q_{yo'q} = \alpha\tau A_{kol} q_{nur} - \frac{A_{kol}}{R_{kol}} (t_{sirt} - t_{tash.}) , \tag{3}$$

bu yerda  $t_{c2}, t_{c1}$  - kollektorga kiradigan va chiqadigan issiqlik tashuvchining haroratlari.

Kollektordan olinadigan issiq suv inkubator kamerasi ichida joylashgan issiqlik almashinuv qurilmasi orqali harakatlanishi natijasida kamera ichidagi havoni qizdirishga sarflanadi. Bundan tashqari kamera ichida joylashgan lampalar orqali ham issiqlik keltiriladi va ushbu issiqlikni quyidagicha ifodalash mumkin [15-16]:

$$Q_{lam} = \varphi N_{lam} . \tag{4}$$

bu yerda  $\varphi$  - lampadan ajraladigan issiqlikga kiritilgan tuzatish koeffitsiyenti yoki transformatsiya koeffitsiyenti;  $N_{lam}$  - lampaning quvvati, Vt.

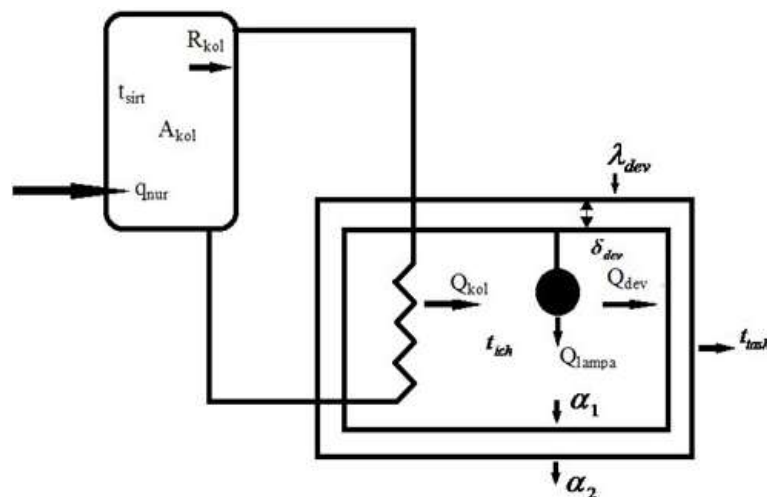
Kamera devori orqali yo‘qotiladigan issiqlikni quyidagicha ifodalash mumkin [10]:

$$Q_{dev} = \frac{A_{dev}}{R_{dev}} (t_{ich} - t_{tash.}) , \tag{5}$$

bu yerda  $A_{dev}$  - kamera devorining umumiy yuzasi, m<sup>2</sup>;  $t_{ich}$  - kamera ichidagi havoning harorati, °C;  $R_{dev}$  - kamera devorining termik qarshiligi bo‘lib, uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$R_{dev} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{dev}}{\lambda_{dev}} + \frac{1}{\alpha_2} , \tag{6}$$

bu yerda  $\delta_{dev}, \lambda_{dev}$  - kamera devorining qalinligi (m) va issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti (Vt/(m °C));  $\alpha_1, \alpha_2$  - kamera ichki havosidan devorga va devordan tashqi muhitga issiqlik berish koeffitsiyentlari, Vt/(m<sup>2</sup> °C).



1-rasm. Quyosh suv isitgich qurilmali inkubator kamerasining hisob sxemasi

(1)-(5) ifodalarni hisobga olib, 1-rasmdagi hisob sxema asosida kameraning issiqlik balans tenglamasini quyidagicha yozamiz:

$$\rho_x \cdot V_x \cdot c_x \cdot \frac{dt_{ich}(\tau)}{d\tau} = Q_{kol} + Q_{lam} - Q_{dev} = (Q_{tush} - Q_{yo'q}) + Q_{lam} - Q_{dev}$$

$$\rho_x \cdot V_x \cdot c_x \cdot \frac{dt_{ich}(\tau)}{d\tau} = \alpha\tau A_{kol} q_{nur} - \frac{A_{kol}}{R_{kol}} (t_{sirt} - t_{tash.}) + \varphi N_{lam.} - \frac{A_{dev}}{R_{dev}} (t_{ich}(\tau) - t_{tash.}) \quad (7)$$

(6) differensial tenglamani kanonik ko‘rinishda quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{dt_{ich}(\tau)}{d\tau} = -\frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x} t_{ich}(\tau) + \frac{(\frac{A_{kol}}{R_{kol}} + \frac{A_{dev}}{R_{dev}})}{\rho_x V_x c_x} t_{tash.} - \frac{A_{kol}}{R_{kol}\rho_x V_x c_x} t_{sirt} + \frac{\alpha\tau A_{kol} q_{nur}}{\rho_x V_x c_x} + \frac{\varphi N_{lam.}}{\rho_x V_x c_x} \quad (8)$$

Hosil bo‘lgan birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamani yechishda quyidagi usuldan foydalanamiz:

$$y = e^{-\int p(x)dx} \cdot [C + \int q(x) \cdot e^{\int p(x)dx} dx],$$

$$p(x) = \frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x}, q(x) = \left[ \frac{A_{kol}}{\rho_x V_x c_x} (\alpha\tau q_{nur} - \frac{t_{sirt}}{R_{kol}}) + \frac{(\frac{A_{kol}}{R_{kol}} + \frac{A_{dev}}{R_{dev}})}{\rho_x V_x c_x} t_{tash.} + \frac{\varphi N_{lam.}}{\rho_x V_x c_x} \right]$$

$$\int p(x)dx = \int \frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x} d\tau = \frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x} \tau.$$



2-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Yuqoridagilarni hisobga olib, (8) differensial tenglamani yechimini quyidagicha yozish mumkin:

$$t_{ich}(\tau) = \exp\left(-\frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x} \tau\right) \left[ C + \frac{A_{kol}(\alpha\tau q_{nur} - \frac{t_{sirt}}{R_{kol}}) + (\frac{A_{kol}}{R_{kol}} + \frac{A_{dev}}{R_{dev}}) t_{tash.} + \varphi N_{lam.}}{\frac{A_{dev}}{R_{dev}}} \exp\left(\frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x} \tau\right) \right] \quad (9)$$

(9) tenglamadagi C o‘zgarmas son bo‘lib, quyidagi boshlang‘ich shart asosida uning qiymatini topamiz:

$$\tau = 0, t_{ich}(\tau) = t_{tash.}, C = -\frac{R_{dev}}{A_{dev}} \left[ A_{kol} \left( \alpha\tau q_{nur} - \frac{t_{sirt}}{R_{kol}} \right) + \frac{A_{kol}}{R_{kol}} t_{tash.} + \varphi N_{lam.} \right] \quad (10)$$

(10) ifodani (9) ifodaga qo‘yib, kamera ichki havosining vaqt bo‘yicha o‘zgarish tenglamasini hosil qilamiz:

$$t_{ich}(\tau) = \frac{R_{dev}}{A_{dev}} \left[ A_{kol} \left( \alpha\tau q_{nur} - \frac{t_{sirt}}{R_{kol}} \right) + \frac{A_{kol}}{R_{kol}} t_{tash.} + \varphi N_{lam.} \right] \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{A_{dev}}{R_{dev}\rho_x V_x c_x} \tau\right) \right] + t_{tash.} \quad (11)$$

### Natijalar va muhokama

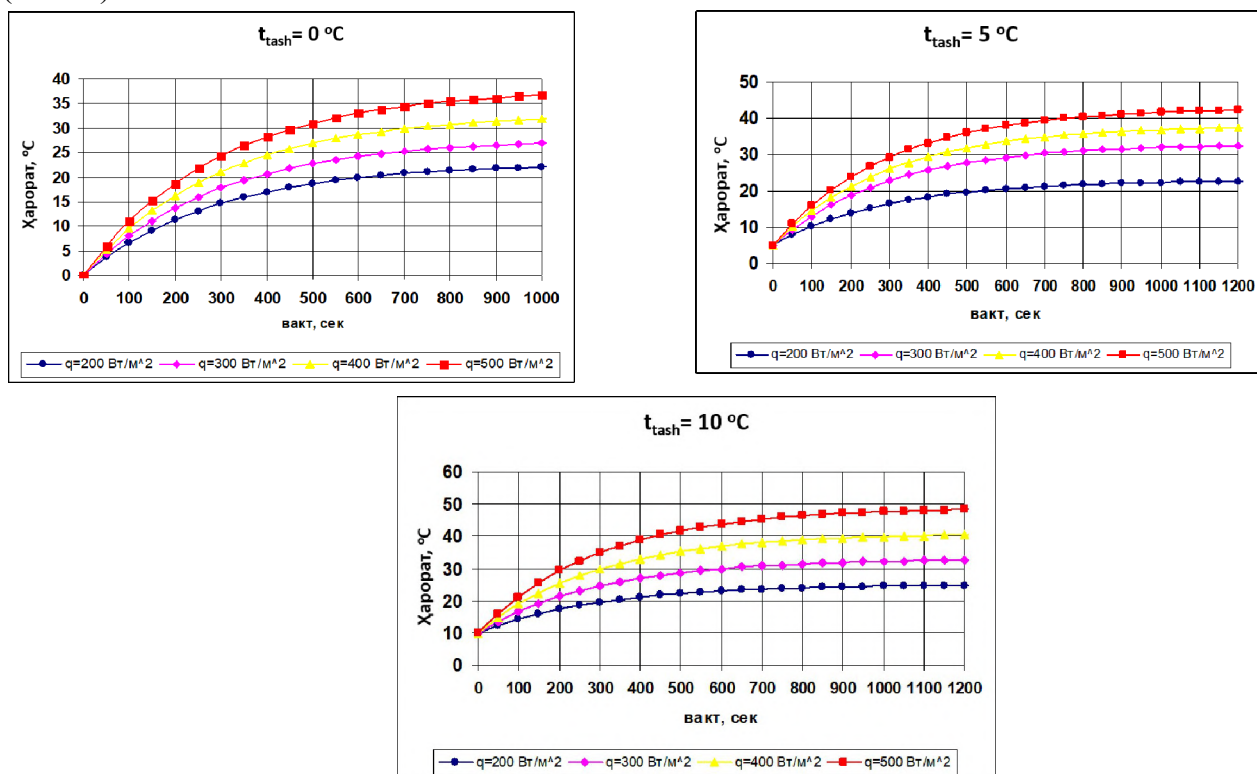
Inkubatsiya kamerasing asosiy parametrlari 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

**Quyosh suv isitgich qurilmali inkubator kamerasing issiqlik-texnik parametrlari**

№	Parametrlar	Belgilanishi	Birligi	Qiymati
1.	Kollektor tiniq yuzasining nur o'tkazish va yutish koeffitsiyentlari	$\alpha, \tau$	-	0,9
2.	Kollektor konstruksiyasining termik qarshiligi	$R_{kol}$	$(m^2 \text{ } ^\circ C)/Vt$	0,125
3.	Kollektorning yuzasi	$A_{kol}$	$m^2$	0,5
4.	Quyosh radiatsiyasining intensivligi	$q_{mur}$	$Vt/m^2$	100÷700
5.	Tashqi havo harorati	$t_{tash.}$	$^\circ C$	0-30
6.	Lampadan ajraladigan issiqlikga kiritilgan tuzatish koeffitsiyenti	$\varphi$	-	1
7.	Lampaning quvvati	$N_{lam.}$	$Vt$	48
8.	Kamera devorining umumiy yuzasi	$A_{dev}$	$m^2$	5,86
9.	Kamera ichki havosidan devorga issiqlik berish koeffitsiyenti	$\alpha_1$	$Vt/(m^2 \text{ } ^\circ C)$	8,7
10.	Kamera devoridan tashqi muhitga issiqlik berish koeffitsiyenti	$\alpha_2$	$Vt/(m^2 \text{ } ^\circ C)$	23,25
11.	Kamera devorining qalinligi	$\delta_{dev}$	$m$	0,05
12.	Kamera devorining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (penoplast)	$\lambda_{dev}$	$Vt/(m \text{ } ^\circ C)$	0,039
13.	Kamera devorining termik qarshiligi	$R_{dev}$	$(m^2 \text{ } ^\circ C)/Vt$	1,44
14.	Havoning zichligi	$\rho_x$	$kg/m^3$	1,29
15.	Havoning solishtirma issiqlik sig'imi	$c_x$	$J/(kg \text{ } ^\circ C)$	1005
16.	Kameradagi havoning hajmi	$V_x$	$m^3$	0,924

Inkubatsiya kamerasing issiqlik balansini modellashtirish asosida olingan (11) tenglamani yechish orqali kameraning harorat rejimini ifodalaydigan grafiklar olindi (3-rasm).



3-rasm. Inkubatsiya kamerasing haroratini o'zgarish grafiklari



### Xulosa

Shunday qilib, olib borilgan tadqiqotlar va hisoblar natijalari shuni ko'rsatadiki, parranda tuxumlarini inkubatsiya harorat rejimi quyosh kollektori yordamida amalga oshirilishi mumkin. Quyosh kollektori yordamida tuxumlarni inkubatsiya rejimini yaratish elektr energiyasidan foydalanishni kamaytirish imkonini beradi. Quyosh kollektorli inkubatsiya kamerasini issiqlik balansini matematik modeli ishlab chiqilgan bo'lib, ushbu model inkubator ichkarisidagi havo haroratini, tushadigan quyosh radiatsiyasining intensivligi va vaqtga bog'liq o'zgarishini aniqlash imkonini beradi.

### Adabiyotlar

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 26-maydagi "2017-2021-yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3012 sonli qarori. // [www.lex.uz](http://www.lex.uz)
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi "2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-57 sonli qarori. // [www.lex.uz](http://www.lex.uz)
- [3] Кривопишин И.П. Методические рекомендации по инкубации яиц сельскохозяйственной птицы /И.П. Кривопишин.- Сергиев Посад, 2001.
- [4] Марлен Бурьян. Каждый новый кросс – это изменения в технологии инкубации //Птицеводство, №4, 2005.- С.46-47.
- [5] Пахомова Т.И. Руководство по работе с яичным кроссом кур УК Кубань Т.И. Пахомова, Н.И.Марьенко, Т.А.Кутовенко, Бондаренко В.В. – Краснодар, 2008.- 99 с.
- [6] Инкубация яиц: Справочник Буртов Ю.З., Гольдин Б.Е., Кривошипин И.П. - М.: Агропромиздат, 1990.
- [7] Основы теории и расчета инкубаторов. /Лев А.М. – М.: Машиностроение, 1972.
- [8] Uzakov G.N., Khamraev S.I., Khuzhakulov S.M. Rural house heat supply system based on solar energy // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012167 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012167
- [9] Khamraev S.I, Ibragimov U.Kh Kamolov B.I. Removal of hydrodynamic lesions of a heated floor with a solar collector// APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1070(2022) 012018 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012018.
- [10] Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с.
- [11] Сидоренко Л.И. Способ инкубации яиц /Л.И.Сидоренко, В.И.Щербатов, С.А.Хасанова, В.В.Киппель//Патент на изобретение № 2338370 по заявке №2007113741, 2008.
- [12] Хасанова С.А. Инкубация крупного яйца /С.А.Хасанова, Киппель В.В.//Животноводство России, март, 2008.- 28.
- [13] Алексеев Ф.Ф. Промышленное птицеводство. - М. Агропромиздат, 1991.
- [14] Буртов Ю.З. Динамика температуры воздуха в промышленных инкубаторах.- Сб. трудов ВНИТИП, вып. 54, 1982.
- [15] Еременко С.В. Система управления инкубатором.- Авт. свид. № 1644850 М. Бюл. №16, 1991.
- [16] [http://seveks.ru/Matemat\\_model.htm](http://seveks.ru/Matemat_model.htm)