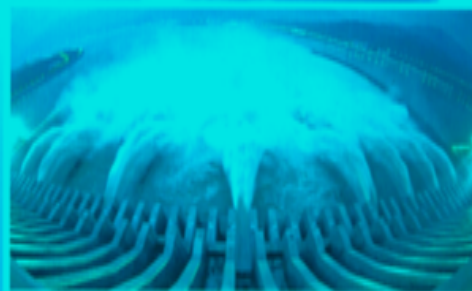




# ЁҚИЛҒИ - ЭНЕРГЕТИКА РЕСУРСЛАРИДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ МУАММОЛАРИ ВА ЕЧИМЛАРИ



РЕСПУБЛИКА ИЛМИЙ – АМАЛИЙ  
АНЖУМАНИ МАТЕРИАЛЛАРИ  
ТЎПЛАМИ



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**

**ЎзР ФА “ФИЗИКА-ҚУЕШ” ИИЧБ  
ФИЗИКА ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ  
ЎЗБЕКЭНЕРГО ДАК  
«MUBORAK IEM» ОАЖ  
ТАЛИМАРЖОН ИЭС УК  
ҚАШҚАДАРЁ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ОАЖ  
«АДОЛАТ» СДП ҚАШҚАДАРЁ ВИЛОЯТ КЕНГАШИ**

**“ЁҚИЛҒИ - ЭНЕРГЕТИКА РЕСУРСЛАРИДАН  
САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ МУАММОЛАРИ ВА  
ЕЧИМЛАРИ”**

республика илмий – амалий анжумани

**МАТЕРИАЛЛАРИ ТЎПЛАМИ**

22-23 декабр 2013 йил

Қарши-2013

4. Савченко В.В. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле / В.В. Савченко, А.Ю. Синявский. // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №2(11). – С. 33–37.

5. Sinyavsky A. Magnetic treatment of potato tubers / A. Sinyavsky, V. Savchenko // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. – Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). – Warsaw: 2011. – № 57. – P. 57-64.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЯ С ИНСОЛЯЦИОННОЙ ПАССИВНОЙ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМ СВЕТОПРОЗРАЧНЫМ ОГРАЖДЕНИЕМ

Н.Р.Авезова<sup>1</sup>, Р.Р.Авезов<sup>1</sup>, К.А.Самиев<sup>2</sup>, Ф.Ш. Каримов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт НПО «Физика-Солнце» АН РУз

<sup>2</sup>Бухарский государственный университет

Принцип действия инсоляционных пассивных систем солнечного отопления основан на непосредственном поступлении энергии солнечного излучения в отапливаемое помещение через их светопроемы (обычно увеличенных размеров) на южной стене. Они нашли широкое применение в высотных зданиях со сплошными наружными светопрозрачными ограждениями из тонированного стекла, и также в застекленных балконах и верандах зданий.

Тепловой режим помещений отапливаемых с помощью инсоляционных солнечных систем, содержащих частично лучепоглощающей слой, в значительной степени зависит от выбора рационального конструктивного решения, которое может быть принято по результатам натурных или соответствующих расчетных исследований [1]. Однако, как показывают результаты обобщения мирового опыта в области солнечного теплоснабжения, для выбора оптимальных конструктивных решений систем солнечного отопления на основе натурных экспериментов требуется много времени (10-15 лет) и больших финансовых средств. Другим, более современным методом решения данной задачи является моделирование теплового режима отапливаемого помещения.

Целью моделирования стационарного теплового режима помещения, отапливаемого с помощью инсоляционных солнечных систем с трехслойным СПО, внутренняя (обращенная в отапливаемое помещение) поверхность внутреннего (размещенного во внутреннем ряду) слоя которого покрыта тонкой частично лучепоглощающей съемной (самоклеющейся) ламинатной пленкой, является установление аналитического выражения для определения среднесуточных и среднемесячных значений температур воздушной среды отапливаемого помещения и на их основе коэффициента замещения тепловой нагрузки системы солнечного отопления рассматриваемого типа в различных погодных условиях в течение зимнего отопительного сезона.

В теплое время года во избежание от перегрева помещения за счет инсоляции через данное СПО, ламинатная пленка снимается с внутренней поверхности его внутреннего слоя и наклеивается на наружную (обращенная наружу) поверхность его наружного (размещенного в наружном ряду) слоя.

Принципиальная расчетная схема стационарного теплового баланса отапливаемого с помощью инсоляционной системы с трехслойным СПО, имеющим две замкнутые воздушные прослойки, приведена на рис. 1а.

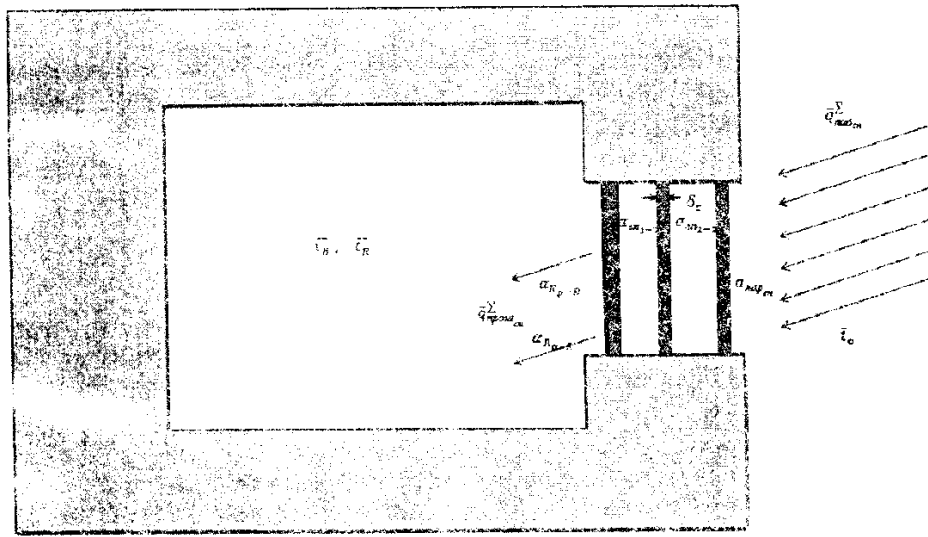


Рис. 1а. Принципиальная расчетная схема стационарного теплового баланса отапливаемого с помощью изоляционной солнечной системы помещения с трехслойным энергоактивным светопрозрачным ограждением, содержащим частично лучепоглощающее пленочное покрытие на внутренней поверхности внутреннего слоя (1) при отсутствии циркуляции комнатного воздуха через прорез между его первым (1) и вторым (2) слоями.

В соответствии с рис. 1а на фронтальную поверхность трехслойного СПО имеющее площадь  $F_1$  и содержащее частично лучепоглощающее пленочное покрытие на внутренней (обращенной в отапливаемое помещение) поверхности внутреннего (первого) слоя, имеющее площадь  $F_2$  падает суммарное солнечное излучение в количестве  $Q_{\text{сол},1}^{\Sigma}$ .

Часть  $Q_{\text{сол},1}^{\Sigma}$ , равная

$$Q_{\text{отр},1}^{\Sigma} = \rho_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{сол},1}^{\Sigma}, \quad (1)$$

отражается обратно (в сторону окружающей среды), а часть, равная

$$Q_{\text{погл},1}^{\Sigma} = \alpha_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{сол},1}^{\Sigma}, \quad (2)$$

поглощается слоями из обычного оконного стекла трехслойного СПО. Часть  $Q_{\text{погл},1}^{\Sigma}$ , равная

$$Q_{\text{погл},2}^{\Sigma} = \alpha_{\text{ст}} \cdot F_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{сол},1}^{\Sigma}, \quad (3)$$

поглощается частично лучепоглощающим пленочным покрытием на внутренней поверхности внутреннего слоя рассматриваемого СПО и преобразуется в тепло, а часть, равная

$$Q_{\text{погл},3}^{\Sigma} = (1 - \alpha_{\text{п}}) \cdot F_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{сол},1}^{\Sigma}, \quad (4)$$

через данное СПО входит в отапливаемое помещение. При написании (3) и (4) в целях установления закономерности формирования закона сохранения и превращения энергии солнечного излучения в СПО рассматриваемого типа учтено влияние его рамы на его оптический баланс.

Балансовое уравнение для рассматриваемого СПО с учетом (1)–(4) может быть представлено в виде

$$Q_{\text{сол},1}^{\Sigma} = Q_{\text{отр},1}^{\Sigma} + Q_{\text{погл},2}^{\Sigma} + Q_{\text{погл},3}^{\Sigma} + Q_{\text{отр},4}^{\Sigma}, \quad (5)$$

Подставляя значений  $Q_{\text{вн}}^{\Sigma}$  из (1),  $Q_{\text{погр}}^{\Sigma}$  из (2),  $Q_{\text{отв}}^{\Sigma}$  из (3) и  $Q_{\text{отв}}^{\Sigma}$  из (4) в (5), получим

$$\rho_{\text{эфф}}^{\Sigma} - \alpha_{\text{эфф}}^{\Sigma} + \alpha_{\text{вн}} \tau_{\text{эфф}}^{\Sigma} - (1 - \alpha_{\text{вн}}) \tau_{\text{эфф}}^{\Sigma} = 1 \quad (6)$$

Выражение (6) представляет закон сохранения и превращения энергии солнечного излучения в СПО рассматриваемого типа.

В частности, когда на внутренней поверхности внутреннего слоя трехслойного СПО отсутствует частично лучепоглощающее пленочное покрытие (т.е. когда  $\alpha_{\text{вн}} = 0$ ), выражение (6) примет общеизвестный вид

$$\rho_{\text{эфф}}^{\Sigma} - \alpha_{\text{эфф}}^{\Sigma} - \tau_{\text{эфф}}^{\Sigma} = 1 \quad (7)$$

Значения эффективных коэффициентов отражения ( $\rho_{\text{эфф}}^{\Sigma}$ ), поглощения ( $\alpha_{\text{эфф}}^{\Sigma}$ ) и пропускания ( $\tau_{\text{эфф}}^{\Sigma}$ ) трехслойного СПО в (6) и (7) могут быть определены из [2].

Часть поглощенной частично лучепоглощающим пленочным покрытием на внутренней поверхности внутреннего слоя трехслойного СПО и преобразованное в тепло энергии солнечного излучения  $Q_{\text{вн}}^{\Sigma}$ , равная

$$Q_{\text{вн}}^{\Sigma} = [\alpha_{\text{вн}} (\bar{t}_{\text{вн}} - \bar{t}_{\text{в}}) + \alpha_{\text{отв}} (\bar{t}_{\text{вн}} - \bar{t}_{\text{в}})] F_p Z_c \quad (8)$$

конвективным ( $\alpha_{\text{вн}}$ ) и лучистым ( $\alpha_{\text{отв}}$ ) путями передается в отапливаемое помещение, а часть, равная

$$Q_{\text{отв}}^{\Sigma} = Q_{\text{погр}}^{\Sigma} - Q_{\text{вн}}^{\Sigma} = K_{\text{отв}} F_p (\bar{t}_{\text{вн}} - \bar{t}_{\text{в}}) Z_c \quad (9)$$

через рассматриваемое СПО теряется в окружающую среду.

В (8)-(9)  $\bar{t}_{\text{вн}}$ ,  $\bar{t}_{\text{в}}$  и  $\bar{t}_{\text{с}}$  соответственно, среднесуточные значения температур частично лучепоглощающего пленочного покрытия, воздушной среды отапливаемого помещения и окружающей среды;  $Z_c = 24$  ч - продолжительность суток в часах;  $\alpha_{\text{вн}}$  и  $\alpha_{\text{отв}}$  соответственно, коэффициенты конвективного и лучистого теплообмена между поверхностью частично лучепоглощающего пленочного покрытия и воздушной средой отапливаемого помещения и внутренней нитерьерой последнего имеющую радиационную температуру

$$\bar{t}_{\text{в}} = \frac{\sum F_i \bar{t}_i}{\sum F_i} \quad (10)$$

$$K_{\text{отв}} = \left( 3 \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{\text{отв}1-2}} + \frac{1}{\alpha_{\text{отв}2-3}} + \frac{1}{\alpha_{\text{отв}3-в}} \right)^{-1} \quad (11)$$

коэффициент тепловых потерь поверхности частично лучепоглощающего пленочного покрытия трехслойного СПО в окружающей среде;  $\delta_1$  и  $\lambda_1$  соответственно, толщина и коэффициент теплопроводности материала обычных (т.е. прозрачных) слоев рассматриваемого СПО;  $\alpha_{\text{отв}1-2}$  и  $\alpha_{\text{отв}2-3}$  соответственно, коэффициенты суммарного (конвективного и лучистого) теплообмена через замкнутые воздушные прослойки между первым и вторым, вторым и третьим прозрачными слоями СПО;  $\alpha_{\text{отв}3-в}$  - коэффициент суммарной (конвективной и лучистой) теплоотдачи наружной поверхности наружного слоя СПО в окружающую среду.

Часть  $Q_{\text{отв}}^{\Sigma}$ , равная  $Q_{\text{отв}}^{\Sigma}$  и определяемая по (8) и прошедшее через рассматриваемое

СПО, имеющее площадь фронтальной поверхности  $F_{\Sigma}$ , энергии суммарного солнечного излучения в количестве

$$Q_{\Sigma}^{\Sigma} = \bar{q}_{\Sigma}^{\Sigma} F_{\Sigma} Z_c \quad (12)$$

в виде полезной тепловой энергии поступает в отапливаемое помещение, т.е.

$$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma}^{\Sigma} - Q_{\Sigma}^{\Sigma} = \\ = \left\{ \alpha_{\Sigma} (\bar{t}_{\Sigma} - t_{\Sigma}) + \alpha_{\Sigma} (\bar{t}_{\Sigma} - t_{\Sigma}) \right\} F_{\Sigma} + \bar{q}_{\Sigma}^{\Sigma} F_{\Sigma} Z_c \quad (13)$$

В (13)

$$\bar{q}_{\Sigma}^{\Sigma} = \frac{\tau_{\Sigma} \tau_{\Sigma} \tau_{\Sigma} \bar{q}_{\Sigma}^{\Sigma}}{24} \quad (14)$$

-среднесуточное значение прошедшего через трехслойное СПО содержащее частично лучепоглощающее пленочное покрытие на внутренней поверхности внутреннего слоя, суммарного солнечного излучения;  $\bar{q}_{\Sigma}^{\Sigma}$  - поверхностная плотность потока суммарного солнечного излучения, падающего на фронтальную поверхность трехслойного СПО;

$$\tau_{\Sigma} = \tau_{\Sigma} \tau_{\Sigma} \tau_{\Sigma} (1 - \alpha_{\Sigma}) - 1 \quad (15)$$

-коэффициент вхождения суммарного солнечного излучения через СПО рассматриваемого типа [1];  $\tau_{\Sigma}$  - коэффициент пропускания солнечного излучения рамы СПО;  $\tau_{\Sigma}$  - коэффициент пропускания солнечного излучения слоя пыли и грязи на наружной поверхности наружного слоя трехслойного СПО

Суммарные тепловые потери отапливаемого помещения в течение суток  $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$  складывается из тепловых потерь через его СПО, определяемое по (9), и тепловых потерь через его глухие (массивные) ограждения (северная, южная(частично); восточная и западная стены, перекрытия пола и потолка, входная дверь) определяемых по

$$Q_{\Sigma}^{\Sigma} = \alpha_{\Sigma} K (\bar{t}_{\Sigma} - \bar{t}_{\Sigma}) Z_c \quad (16)$$

т.е.

$$Q_{\Sigma}^{\Sigma} = Q_{\Sigma}^{\Sigma} + Q_{\Sigma}^{\Sigma} \quad (17)$$

Подставляя значений  $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$  из (9) и  $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$  из (16) в (17), получим

$$Q_{\Sigma}^{\Sigma} = [K_{\Sigma} F_{\Sigma} (\bar{t}_{\Sigma} - \bar{t}_{\Sigma}) + \alpha_{\Sigma} F_{\Sigma} (\bar{t}_{\Sigma} - \bar{t}_{\Sigma})] Z_c \quad (18)$$

В (16) и (18)

$$\bar{q}_{\Sigma}^{\Sigma} = \frac{\tau_{\Sigma} \tau_{\Sigma} \tau_{\Sigma} K}{\alpha_{\Sigma}} \quad (19)$$

-удельные (приведенные к единице площади пола -  $F$ , и к разности температур воздушной среды отапливаемого помещения и окружающей среды) тепловые потери отапливаемого помещения.

Суммарные тепловые потери отапливаемого помещения в течение суток ( $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$ ), определяемые по (18), компенсируется за счет поступающей к нему полезной тепловой энергии ( $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$ ), определяемой по (13), т.е.

$$Q_{\Sigma}^{\Sigma} = Q_{\Sigma}^{\Sigma} \quad (20)$$

Подставляя значений  $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$  из (13) и  $Q_{\Sigma}^{\Sigma}$  из (18) в равенство (20) получим

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{вн}}(\bar{t}_v - \bar{t}_z) - \alpha_{\text{ст}}(\bar{t}_z - \bar{t}_z) F_{\text{ст}} - \alpha_{\text{вн}} F_{\text{ст}} = \\ = F_{\text{ст}} F_{\text{ст}} (\bar{t}_v - \bar{t}_z) - \alpha_{\text{ст}} F_{\text{ст}} - \alpha_{\text{вн}} F_{\text{ст}} \end{aligned} \quad (21)$$

Обозначив через

$$\sigma = \frac{\bar{t}_v - \bar{t}_z}{\bar{t}_z - \bar{t}_z} \quad (22)$$

в (8), (9) и (21) и определив значения  $\bar{t}_z$  из совместного рассмотрения (8) и (9), т.е.

$$\bar{t}_z = \frac{\alpha_{\text{вн}}(\alpha_{\text{ст}} F_{\text{ст}} - \alpha_{\text{вн}} F_{\text{ст}}) + \alpha_{\text{ст}} F_{\text{ст}}}{\alpha_{\text{ст}} F_{\text{ст}} - \alpha_{\text{вн}} F_{\text{ст}}} \quad (23)$$

и подставляя полученного в (21) и решая последнего относительно  $\bar{t}_z$ , получим

$$\bar{t}_z = \bar{t}_z - \frac{\alpha_{\text{вн}} F_{\text{ст}} - \alpha_{\text{ст}} F_{\text{ст}}}{\alpha_{\text{ст}} F_{\text{ст}} - \alpha_{\text{вн}} F_{\text{ст}}} \sigma \quad (24)$$

Делив числитель и знаменатель части дроби в (24) на  $F_{\text{ст}}$ , получим аналитического выражения для определения зависимости  $\bar{t}_z$  от отношений  $\frac{F_{\text{ст}}}{S_0}$  и  $\frac{F_{\text{ст}}}{S_1}$ , т.е.

$$\bar{t}_z = \bar{t}_z - \frac{\alpha_{\text{вн}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_0} - \alpha_{\text{ст}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_1}}{\alpha_{\text{ст}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_0} - \alpha_{\text{вн}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_1}} \sigma \quad (25)$$

Как следует из полученного равенства, при прочих равных условиях увеличение отношения площади поверхностей рассматриваемого СНО ( $F_{\text{ст}}$ ) и соответственно его частично лучопоглощающего пленочного покрытия ( $F_{\text{ст}}$ ) относительно площади пола отапливаемого помещения ( $F_{\text{ст}}$ ) должно привести к соответствующему повышению среднесуточной температуры воздушной среды в данном помещении ( $\bar{t}_z$ ).

Возможными диапазонами изменения отношений  $\frac{F_{\text{ст}}}{S_0}$  и  $\frac{F_{\text{ст}}}{S_1}$  в решении (25) являются

$$\begin{aligned} 0 \leq \frac{F_{\text{ст}}}{S_0} \leq \frac{F_{\text{ст}}}{S_1} \\ 0 \leq \frac{F_{\text{ст}}}{S_1} \leq \frac{F_{\text{ст}}}{S_0} \end{aligned} \quad (26)$$

где  $F_{\text{ст}}$  - площадь фронтальной поверхности южной стены по внутренним размерам.

Выражение для определения коэффициента замещения тепловой нагрузки системы солнечного отопления рассматриваемого типа, полученное на основе отношения [3]

$$\varphi = \frac{\bar{t}_z - \bar{t}_z}{\bar{t}_z - \bar{t}_z} \quad (27)$$

при этом имеет вид

$$\varphi = \frac{\alpha_{\text{вн}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_0} - \alpha_{\text{ст}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_1}}{\alpha_{\text{ст}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_0} - \alpha_{\text{вн}} \frac{F_{\text{ст}}}{S_1}} \quad (28)$$

где  $\bar{t}_z = 18^\circ\text{C}$  - комфортная температура воздушной среды отапливаемого помещения.

### Литература

1. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент: ФАН, 1988.-288с.
2. Авезов Р.Р., Самиев К.А. //Гелиотехника. 2006. №3 - С. 71-78.
3. Авезов Р.Р., Дусяров А.С.//Гелиотехника. 2005. №1. -С. 53-55.

62	<i>Ю. Файзуллаев Ф. Нурмаметова А.А. Нурметова</i>	Энергетик қозонларда табиғий газ ўрнига қаттиқ ёқилғи кўмирни қўллаш	146
63	<i>Ш.Ю. Саматова С. Абдиназаров</i>	Режимно – наладочные работы и испытание котельных агрегатов	147
64	<i>Н. Боймуродова Ш. Муртозаева</i>	Саноат корхоналарида иккиламчи энергия ресурсларидан фойдаланиш таҳлили ва истиқболлари	150
65	<i>Н.Б.Пирматов Д.Н.Исаматова О.Э.Зайниева Н.А.Курбонов</i>	Энерго- и ресурсосбережение при эксплуатации асинхронных двигателей волочильных стансов	152
66	<i>Д.С. Саимов А.Т. Юнусов</i>	Ремонт магнитопроводов электрических машин	154
67	<i>Д.С. Саимов В.С. Адияров</i>	Испытания турбогенератора на нагревание в несимметричных режимах	156
68	<i>О.Ж. Ҳамроев</i>	Машина деталлари тозаланиши энергия тежамкор усули	157
69	<i>Ю.Ш.Авазов Г.Э.Жуманова В.Т.Урмонова Г.И.Касимов</i>	Аналитическая математическая модель динамики тепло- и массообменного процесса ректификации многокомпонентных растворов	158
70	<i>Ш.Ш. Файзиева М.Ш. Каримов Б.Ш. Олтинова</i>	Қишлоқ хўжалигида ресурс тежамкор технологиялардан фойдаланишни таҳлил қилиш	161
71	<i>М.А. Джумаев Е.Д. Емакаев Р.А. Хамитов М.М. Магмуров</i>	Схемы передачи и распределения электроэнергии на предприятии	163
<b>II - ҚИСМ</b> <b>МУҚОБЫЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ МУАММОЛАРИ</b>			
72	<i>Р.А. Закидов</i>	Перспективы развития возобновляемой энергетики в Узбекистане	165
73	<i>Д.С. Стребков В.В. Харченко</i>	Эффективность использования тэр и некоторые проблемы развития возобновляемой энергии в России	171
74	<i>В.В. Харченко Г.Н. Узаков С.М. Хужакулов Л.Н. Насыбаханов</i>	Оценка ветроэнергетических ресурсов республики Узбекистан	175
75	<i>В.В. Харченко А.О. Сычёв</i>	Теплонасосная система теплоснабжения на основе низкопотенциальной теплоты поверхностного водотока	178
76	<i>В.В. Козырский В.В. Савченко А.Ю. Ситяевский</i>	Энергосберегающая технология выращивания овощных культур в теплицах	182
77	<i>Н.Р. Авезова, Р.Р. Авезов, К.А. Самиев, Ф.Ш. Касимов</i>	Моделирование стационарного теплового режима помещения с инсоляционной пассивной системой отопления трехслойным энергоэффективным светопрозрачным ограждением	185