



(51) МПК  
*H10F 19/00* (2025.01)  
*H02S 40/22* (2014.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H10F 19/00* (2025.01); *H02S 40/22* (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024139859, 26.12.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 26.12.2024

Дата регистрации:  
 24.07.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.12.2024

(45) Опубликовано: 24.07.2025 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

105005, Москва, вн.тер.г. Муниципальный  
 округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.  
 1, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Амелина Ксения  
 Евгеньевна

(72) Автор(ы):

Сцепуро Никита Геннадьевич (RU),  
 Ковалев Михаил Сергеевич (RU),  
 Кудряшов Сергей Иванович, (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Московский государственный  
 технический университет имени Н.Э.  
 Баумана (национальный исследовательский  
 университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2773716 С1, 08.06.2022. KZ 33562  
 В, 05.04.2019. CN 101834548 А, 15.09.2010. KZ  
 26293 А4, 15.10.2012. US 8742250 B2, 03.06.2014.

(54) ПЛАНАРНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ КОНЦЕНТРАТОР

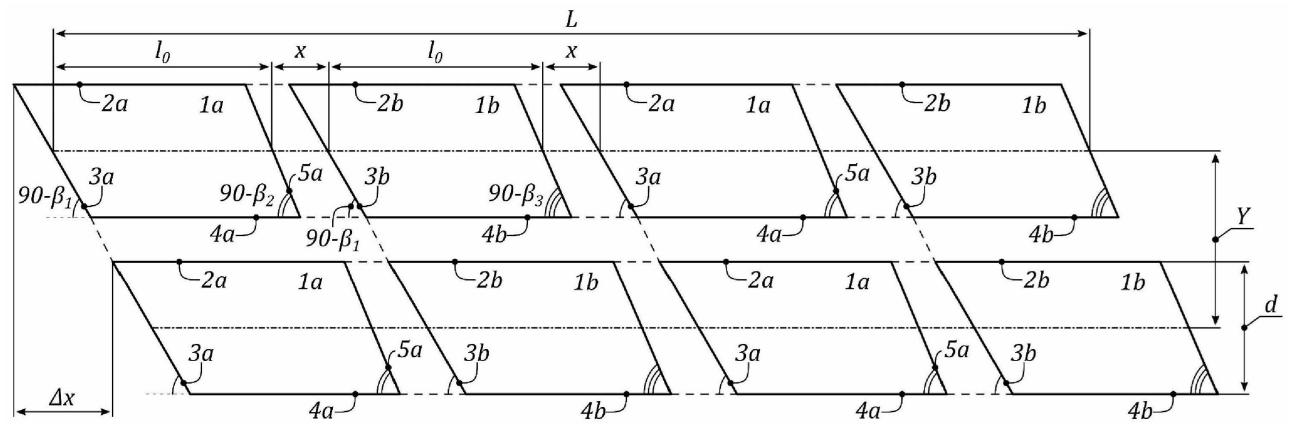
(57) Реферат:

Изобретение относится к области фотовольтаики и может быть использовано для концентрации солнечного излучения. Устройство для приема и преобразования солнечного излучения содержит фотоприемное устройство, ряд ячеек, образованный парой плоскопараллельных пластин, каждая из которых выполнена с первой торцевой поверхностью, находящейся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$ , и второй торцевой поверхностью, находящейся под углом  $\beta_2 = 39^\circ$  и  $\beta_3 = 42,5^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям пластин, изготовленных из материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , выбранным из диапазона от 1,47 до 1,61, оптически прозрачного в диапазоне

длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм, расположенных на расстоянии  $x = 1$  мм друг от друга и соседней пары пластин, длина по оптической оси  $l_0$  и толщина  $d$  каждой из пластин выбраны из условия:  $\frac{l_0}{d} = 1,8$ , а длина ряда ячеек  $L$  выбрана из условия:  $L = (l_0 + x) \cdot N_x$ , где  $N_x$  - количество ячеек в одном ряду. Технический результат - повышение коэффициента геометрической концентрации; минимизация негативного влияния показателя преломления материала пластин устройства на коэффициент геометрической концентрации и угловую селективность. 1 з.п. ф-лы, 8 ил.

С1  
 1  
 0  
 6  
 4  
 0  
 2  
 8  
 Р  
 У

R  
 U  
 2  
 8  
 4  
 4  
 0  
 6  
 1  
 C  
 1



Фиг. 1

R U 2 8 4 4 0 6 1 C 1  
R U 2 8 4 4 0 6 1

R U 2 8 4 4 0 6 1 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC  
*H10F 19/00 (2025.01); H02S 40/22 (2025.01)*

(21)(22) Application: 2024139859, 26.12.2024

(24) Effective date for property rights:  
26.12.2024

Registration date:  
24.07.2025

Priority:

(22) Date of filing: 26.12.2024

(45) Date of publication: 24.07.2025 Bull. № 21

Mail address:  
105005, Moskva, vn.ter.g. Munitsipalnyj okrug  
Basmannyj, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1, MGTU  
im. N.E. Baumana, Amelina Kseniya Evgenevna

(72) Inventor(s):

Stsepuro Nikita Gennadevich (RU),  
Kovalev Mikhail Sergeevich (RU),  
Kudriashov Sergei Ivanovich, (RU)

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Moskovskii gosudarstvennyi  
tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana  
(natsionalnyi issledovatelskii universitet)»  
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)

(54) PLANAR SOLAR CONCENTRATOR

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to photovoltaics and can be used to concentrate solar radiation. Device for receiving and converting solar radiation contains a photodetector, a row of cells formed by a pair of plane-parallel plates, each of which is made with first end surface located at angle  $\beta_1=43^\circ$ , and second end surface located at angle  $\beta_2=39^\circ$  and  $\beta_3=42.5^\circ$  relative to normal to receiving surfaces of plates, made of material with refraction index  $n_1(\lambda)$ , selected from range from 1.47 to 1.61, optically transparent in wavelength range  $\lambda$  from 0.3 to 2.5 mcm, located at distance  $x=1$  mm from

each other and adjacent pair of plates, length along optical axis  $l_0$  and thickness  $d$  of each plate are selected

from condition:  $\frac{l_0}{d} = 1,8$ , and the cells row length  $L$  is selected from the condition:  $L=(l_0+x) \cdot N_x$ , where  $N_x$  is number of cells in one row.

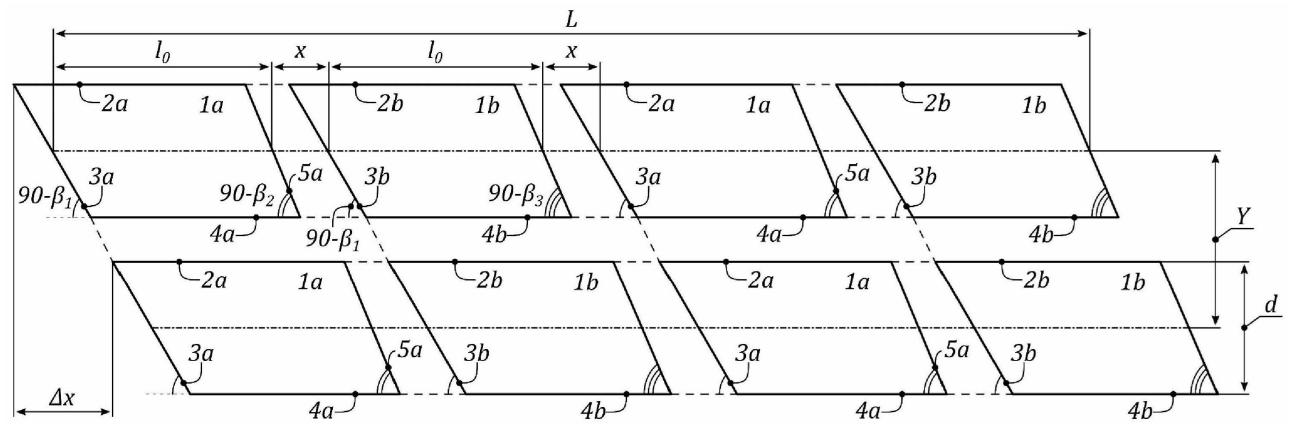
EFFECT: higher coefficient of geometrical concentration; minimizing the negative effect of the refraction index of the material of the plates of the device on the geometrical concentration coefficient and angular selectivity.

2 cl, 8 dwg

RU 2844061 C1

RU 2844061

C1



Фиг. 1

R U 2 8 4 4 0 6 1 C 1  
R U 2 8 4 4 0 6 1

R U 2 8 4 4 0 6 1 C 1

Изобретение относится к области фотовольтаики и может быть использовано для концентрации солнечного излучения с большим коэффициентом геометрической концентрации и большой угловой селективностью в широком диапазоне длин волн.

Известно устройство для приема и преобразования солнечного излучения, содержащее

- 5 оптически прозрачную пластину клиновидной формы, задняя поверхность которой находится под некоторым углом к принимающей поверхности (см. патентная заявка США US2011259421 A1, МПК H01L 31/0547, опубл. 27.10.2011 [1]). Электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, попадают на принимающую поверхность и преломляются, согласно закону Снеллиуса, за счет разности показателей преломления между
- 10 окружающей средой и материалом пластины, после чего распространяется внутри пластины в сторону ее задней поверхности. Отразившись от задней поверхности, электромагнитные волны распространяются по пластине в сторону принимающей поверхности и, за счет полного внутреннего отражения, отражаются от нее. Данный процесс повторяется снова и снова, пока электромагнитные волны не достигнут торцевой
- 15 поверхности пластины.

Основной недостаток известного устройства состоит в том, что отражение электромагнитных волн от принимающей поверхности пластины возможно только, если угол падения на нее больше угла полного внутреннего отражения. В результате применение известного устройства ограничено угловой селективностью, показателем

- 20 преломления используемого материала и коэффициентом геометрической концентрации.

Известно устройство для приема и преобразования солнечного излучения, содержащее две плоскопараллельные пластины, между которыми с определенным шагом расположены интерферирующие пленки (см. китайский патент CN101834548, МПК G02B6/00; H02S40/22, опубл. 15.09.2010 [2]).

- 25 Основной недостаток известного устройства состоит в том, что при распространении электромагнитных волн внутри пластин они могут несколько раз проходить через интерферирующие пленки, в результате чего на каждой пленке электромагнитная волна все больше и больше будет отклоняться от требуемой траектории распространения, что ограничивает коэффициент геометрической концентрации. При этом
- 30 интерферирующие пленки рассчитаны под определенный угол падения электромагнитных волн, испускаемых Солнцем, на принимающие поверхности пластин, что ограничивает угловую селективность устройства.

Техническая проблема, решаемая заявлением изобретением, состоит в создании устройства для приема и преобразования солнечного излучения, отличающегося

- 35 большим геометрическим коэффициентом концентрации и большой угловой селективностью.

При этом достигается технический результат, заключающийся в:

- увеличении отношения общей длины устройства к его толщине, что, в свою очередь, повышает коэффициент геометрической концентрации;
- 40 - минимизации негативного влияния показателя преломления материала пластин устройства на коэффициент геометрической концентрации и угловую селективность.

На фиг. 1 и фиг. 2 показаны схематичные изображения заявленного устройства, согласно частному варианту выполнения.

- 45 На фиг. 3 показана номограмма, определяющая выбор параметров пластин заявленного устройства.

На фиг. 4 показано схематичное изображение распространения электромагнитной волны в одной пластине заявленного устройства.

На фиг. 5-7 показаны схематичные изображения распространения электромагнитной

волны в заявлении устройстве, согласно частному варианту выполнения.

На фиг. 8 показана гистограмма коэффициента геометрической концентрации и угловой селективности устройств, изготовленных различными способами.

Техническая проблема решается, а указанный технический результат достигается в 5 результате создания устройства для приема и преобразования солнечного излучения, предназначенного для использования в среде с показателем преломления  $n_0 = 1$ , содержащего, по меньшей мере, одно фотоприемное устройство (далее – ФПУ), спектральный диапазон чувствительности которого находится в диапазоне от 0,3 до 10 2,5 мкм, и, по меньшей мере, один ряд ячеек, образованных, по меньшей мере, одной парой плоскопараллельных пластин, каждая из которых выполнена с первой торцевой поверхностью, находящейся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$ , и второй торцевой поверхностью, находящейся, соответственно, под углом  $\beta_2 = 39^\circ$  и  $\beta_3 = 42,5^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям упомянутых пластин, изготовленных из материала с 15 показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , выбранным из диапазона от 1,47 до 1,61, оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм, расположенных на расстоянии  $x = 1$  мм друг от друга и от соседней пары упомянутых пластин, при этом длина по оптической оси  $l_0$  и толщина  $d$  каждой из пластин выбраны из условия:

$$20 \quad \frac{l_0}{d} = 1,8$$

а длина упомянутого, по меньшей мере, одного ряда упомянутых ячеек  $L$  выбрана из условия:

$$L = (l_0 + x) \cdot N_x$$

25 где  $N_x$  — количество ячеек в одном ряду.

В частном варианте выполнения, устройство содержит от 2 до  $N_y$  рядов упомянутых ячеек, оптические оси которых расположены друг от друга на расстоянии  $Y$ , и от 30 2 до  $N_y$  ФПУ, расположенных параллельно торцевым поверхностям крайних в каждом ряду пластин на расстоянии  $X_{\Phi\text{ПУ}} = 1$  от них, при этом каждый из рядов смещен относительно соседнего ряда на расстояние  $\Delta x$ , выбранное из условий:

$$\Delta x = Y \cdot \tan \beta_1$$

$$35 \quad Y = d + \frac{d}{4}$$

Устройство, показанное на фиг. 1, предназначено для использования в среде с показателем преломления  $n_0 = 1$  (воздух) и содержит два ряда ячеек, образованных двумя парами плоскопараллельных пластин 1а и 1б, каждая из которых выполнена с первой торцевой поверхностью (3а и 3б), находящейся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$ , и второй торцевой поверхностью, находящейся, соответственно, под углом  $\beta_2 = 39^\circ$  и  $\beta_3 = 42,5^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям пластин 1а и 1б. Пластины 1а и 1б каждой ячейки изготовлены из материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , выбранным из диапазона от 1,47 до 1,61, оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм, и расположены на расстоянии  $x = 1$  мм друг от друга и от соседней 45 пары пластин 1а и 1б. Длина по оптической оси  $l_0$  и толщина  $d$  каждой из пластин 1а и 1б выбраны из условия:

$$\frac{l_0}{d} = 1,8$$

а длина каждого ряда ячеек  $L$  выбрана из условия:

$$L = (l_0 + x) \cdot N_x$$

где  $N_x$  — количество ячеек в одном ряду.

Оптические оси ячеек, каждая из которых образована пластинами 1a и 1b, расположены друг от друга на расстоянии  $Y$ . Каждый из рядов смещен относительно соседнего ряда на расстояние  $\Delta x$ , выбранное из условий:

$$10 \quad \Delta x = Y \cdot \tan \beta_1$$

$$Y = d + \frac{d}{4}$$

Устройство также содержит два ФПУ 2a и 2b, спектральный диапазон чувствительности которых находится в диапазоне от 0,3 до 2,5 мкм (что соответствует спектральному диапазону солнечного излучения), расположенных параллельно торцевым поверхностям крайних в каждом ряду пластин (1b) на расстоянии  $X_{\text{ФПУ}} = 1$  от них.

Таким образом, в частном варианте реализации, показанном на фиг. 2, при толщине каждой из пластин 1a и 1b  $d = 9$  мм, длина каждой из пластин 1a и 1b будет составлять  $l_0 = 16$  мм, а расстояние между оптическими осями  $Y = 11,25$  мм. При количестве ячеек в одном ряду  $N_x = 2$  длина ряда ячеек будет составлять  $L = 72$  мм.

ФПУ 2a и 2b соединены с пластинами 1a и 1b при помощи соединительных планок 3a-3b и винтов 4, а ряды пластин 1a и 1b соединены между собой при помощи соединительных планок 5a-5b и винтов 6 (см. фиг. 2).

Оптимальные значения параметров пластин 1a и 1b (см. фиг. 3) устройства были выбраны, исходя из следующих соотношений, выведенных из основных законов геометрической оптики (см. J. Goodman. Introduction to Fourier optics, 3rd ed., by JW Goodman, Englewood, CO: Roberts & Co. Publishers, 2005 [3]):

$$30 \quad \gamma = \sin^{-1} \left( \frac{n_0}{n_1} \cdot \sin \alpha \right)$$

$$\alpha_{\text{kp}} = \sin^{-1} \left( \frac{n_0}{n_1} \right)$$

$$35 \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta_1 \leq \frac{90 + \gamma + \alpha_{\text{kp}}}{3} \\ \beta_1 \geq \gamma \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta_2 \leq \frac{90 + \gamma + \alpha_{\text{kp}}}{3} \\ \beta_2 \geq \gamma \end{array} \right.$$

$$40 \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta_3 \leq \frac{90 + \gamma + \alpha_{\text{kp}}}{3} \\ \beta_3 \geq \gamma \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_3 \leq \frac{90 + \gamma + \alpha_{\text{kp}}}{3} \\ \beta_3 \geq \gamma \end{array} \right.$$

где  $\alpha$  — угол падения электромагнитной волны, испускаемой Солнцем, на принимающие поверхности 2a и 2b пластин 1a и 1b. Максимальное количество ячеек (пар пластин 1a и 1b)  $N_x$  в одном ряду задается, исходя из конструктивных особенностей устройства.

Пластины 1a и 1b изготовлены из оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$

от 0,3 до 2,5 мкм материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , значение которого определяется, согласно уравнению Селлмейера (см. [3]):

$$n_1^2(\lambda) = 1 + \frac{B_1 \lambda^2}{\lambda^2 - C_1} + \frac{B_2 \lambda^2}{\lambda^2 - C_2} + \frac{B_3 \lambda^2}{\lambda^2 - C_3}$$

где  $B_1, B_2, B_3$  — безразмерные коэффициенты Селлмейера, которые представляют собой силу осциллятора перехода,  $C_1, C_2, C_3$  — коэффициенты Селлмейера, которые представляют собой квадраты соответствующих энергий перехода (как длины волн фотонов).

В качестве такого материала может быть использован  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (сапфир),  $\text{SiO}_2$  (плавленый кварц), стекло K8,  $\text{NaCl}$  и  $\text{KCl}$ ,  $\text{KBg}$ , ПММА, а также любой иной материал, подходящий по значению коэффициента пропускания в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , согласно вышеприведенному математическому выражению, составляющему от 1,47 до 1,61.

Заявленный солнечный концентратор работает следующим образом.

1. Электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, попадают на принимающие поверхности 2а и 2б пластин 1а и 1б и преломляются, согласно закону Снеллиуса, за счет разности значений показателей преломления между  $n_0$  и  $n_1(\lambda)$ .

2. Далее, как показано на фиг. 4, на примере одной электромагнитной волны, электромагнитная волна распространяется в сторону ближайшей к ней торцевой поверхности 3а, находящейся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2а соответствующей пластины 1а и отражается от нее в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

3. Затем электромагнитная волна распространяется по соответствующей пластине 1а в сторону поверхности 4а и претерпевает отражение от нее в сторону противоположной торцевой поверхности 5а, находящейся под углом  $\beta_2 = 39^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2а, в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

4. Далее электромагнитная волна выходит из пластины 1а и распространяется по воздуху в сторону соответствующей пластины 1б.

5. Затем, как показано на фиг. 5, электромагнитная волна попадает на торцевую поверхность 3б, находящуюся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2б соответствующей пластины 1б и преломляется, согласно закону Снеллиуса, за счет разности значений показателей преломления  $n_0$  и  $n_1(\lambda)$ .

6. После этого электромагнитная волна распространяется по соответствующей пластине 1б в сторону принимающей поверхности 2б и претерпевает отражение от нее в сторону противоположной поверхности 4б в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

7. Далее электромагнитная волна снова отражается от поверхности 4б в соответствии с законом полного внутреннего отражения и распространяется по пластине 1б в сторону торцевой поверхности 5б, находящейся под углом  $\beta_3 = 42,5^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2б.

8. Затем электромагнитная волна снова выходит из пластины 1б и распространяется по воздуху в сторону пластины 1а следующей в ряду ячейки.

9. Далее электромагнитная волна попадает на торцевую поверхность 3а, находящуюся под углом  $\beta_1 = 45^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2а

соответствующей пластины 1а и преломляется, согласно закону Снеллиуса, за счет разности значений показателей преломления  $n_0$  и  $n_1(\lambda)$ .

10. После этого электромагнитная волна распространяется по соответствующей пластине 1а в сторону принимающей поверхности 2а и претерпевает отражение от нее в сторону противоположной поверхности 4а в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

11. Затем электромагнитная волна снова отражается от поверхности 4а в соответствии с законом полного внутреннего отражения и распространяется по пластине 1а в сторону торцевой поверхности 5а, находящейся под углом  $\beta_2 = 42,5^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2а.

12. После этого электромагнитная волна снова выходит из пластины 1а, распространяется по воздуху в сторону следующей пластины 1б, и процесс, описанный в п.п. 5-11, повторяется в каждой следующей ячейке ряда.

13. Процесс распространения электромагнитной волны завершается на выходе из крайней ячейки ряда. Далее электромагнитная волна попадет на ФПУ.

14. Если электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, попали на принимающие поверхности 2а или 2б пластин 1а и 1б, находящиеся не в начале ряда ячеек (см. фиг. 6), то процесс, описанный в п.п. 2-4, повторяется для каждой соответствующей ячейки ряда.

20 15. Затем процесс, описанный в п.п. 5-12, повторяется для всех ячеек в ряду.

16. Электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, которые попали на принимающие поверхности 2а и 2б пластин 1а и 1б находящиеся в первом ряду ячеек, но в результате преломления, согласно закону Снеллиуса, не попали на их торцевые поверхности 3а и 3б, находящиеся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям соответствующих пластин 1а и 1б, как показано на фиг. 7, выходят из соответствующих пластин 1а и 1б через поверхности 4а и 4б и распространяются по воздуху в сторону следующего ряда ячеек.

17. После этого процесс, описанный в п.п. 1-15, повторяется в каждой ячейке ряда.

30 18. Если электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, не попали на торцевые поверхности соответствующих пластин, то они будут проходить через ряды ячеек устройства вплоть до последнего его ряда ячеек, в котором излучение будет попадать на торцевые поверхности, после чего процесс, описанный в п.п. 1-15, повторяется.

35 Может быть предусмотрено использование совместно двух или более заявленных устройств, расположенных взаимно перпендикулярно друг другу.

Заявленное устройство обладает повышенным коэффициентом геометрической концентрации в широком диапазоне солнечного спектра (от 0,3 до 2,5 мкм), а также повышенной угловой селективностью.

40 Для сравнения на фиг. 8 показана гистограмма угловой селективности и коэффициента геометрической концентрации устройств для приема и преобразования солнечного излучения, изготовленных различными способами:

- способ 1: параболическая форма, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $0,26^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 70$  (см. David R. Mills, Graham L. Morrison, Compact Linear Fresnel Reflector solar thermal powerplants. Solar Energy 2000, 68, pp. 263-283 [3]);

45 - способ 2: плоская форма, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $1^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 2$  (см. K.J. Weber, V. Everett, P.N.K. Deenapanray et al. Modeling of static concentrator modules incorporating lambertian or V-groove rear reflectors, Solar Energy Materials and Solar Cells, 2006, pp. 1741-1749 [4]);

- способ 3: линейный отражатель Френеля, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $1^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 6$  (см. Pablo Benítez, Juan C. Miñano, Pablo Zamora, Rubén Mohedano, Aleksandra Cvetkovic, Marina Buljan, Julio Chaves, and Maikel Hernández, High performance Fresnel-based photovoltaic concentrator. Opt. Express 2010, 18, pp. A25-A40 [5]);
- способ 4: линза Френеля, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $1,3^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 1000$  (см. Pham TT, Vu NH, Shin S. Novel Design of Primary Optical Elements Based on a Linear Fresnel Lens for Concentrator Photovoltaic Technology, Energies, 2019, p. 1209 [6]);
- способ 5: V-образный желоб, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $20^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 2$  (см. Katie Shanks, S. Senthilarasu, Tapas K. Mallick. Optics for concentrating photovoltaics: Trends, limits and opportunities for materials and design, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, pp. 394-407 [7]);
- способ 6: световая воронка/гомогенизатор, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $20^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 1,5$  (см. Pham, T.T.; Vu, N.H.; Shin, S. Novel Design of Primary Optical Elements Based on a Linear Fresnel Lens for Concentrator Photovoltaic Technology. Energies 2019, 12, 1209 [8]);
- способ 7: составной параболический концентратор, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $20^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 4$  (см. Feng Chaoqing, Zheng Hongfei, Wang Rui et al. A novel solar multifunctional PV/T/D system for green building roofs, Energy Conversion and Management, 2015, p. 93 [9]);
- способ 8: клиновая призма с плоским волноводом, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $45^\circ$ , коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 3,77$  (см. Tanant Waritanant, Sakoolkan Boonruang, Te-Yuan Chung. High angular tolerance thin profile solar concentrators designed using a wedge prism and diffraction grating, Solar Energy, 2013, pp. 35-41 [10]);
- предлагаемый способ: угловая селективность от  $0^\circ$  до  $66^\circ$  (не включая границы), коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 25$ .

### (57) Формула изобретения

- Устройство для приема и преобразования солнечного излучения, предназначенное для использования в среде с показателем преломления  $n_0 = 1$ , содержащее, по меньшей мере, одно фотоприемное устройство, спектральный диапазон чувствительности которого находится в диапазоне от 0,3 до 2,5 мкм, и, по меньшей мере, один ряд ячеек, образованный, по меньшей мере, одной парой плоскопараллельных пластин, каждая из которых выполнена с первой торцевой поверхностью, находящейся под углом  $\beta_1 = 43^\circ$ , и второй торцевой поверхностью, находящейся, соответственно, под углом  $\beta_2 = 39^\circ$  и  $\beta_3 = 42,5^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям упомянутых пластин, изготовленных из материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , выбранным из диапазона от 1,47 до 1,61, оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм, расположенных на расстоянии  $x = 1$  мм друг от друга и соседней пары упомянутых пластин, при этом длина по оптической оси  $l_0$  и толщина  $d$  каждой из пластин выбраны из условия:

$$\frac{l_0}{d} = 1,8,$$

а длина упомянутого, по меньшей мере, одного ряда упомянутых ячеек  $L$  выбрана из условия:

$$^5 \quad L = (l_0 + x) \cdot N_x,$$

где  $N_x$  - количество ячеек в одном ряду.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что содержит от 2 до  $N_y$  рядов упомянутых ячеек, оптические оси которых расположены друг от друга на расстоянии  $Y$ , и от 2 до  $^{10} N_y$  фотоприемных устройств, расположенных параллельно торцевым поверхностям крайних в каждом ряду пластин на расстоянии  $X_{\Phi\text{ПУ}} = 1$  от них, при этом каждый из рядов смещен относительно соседнего ряда на расстояние  $\Delta x$ , выбранное из условий:

$$^{15} \quad \Delta x = Y \cdot \tan \beta_1$$

$$Y = d + \frac{d}{4}.$$

20

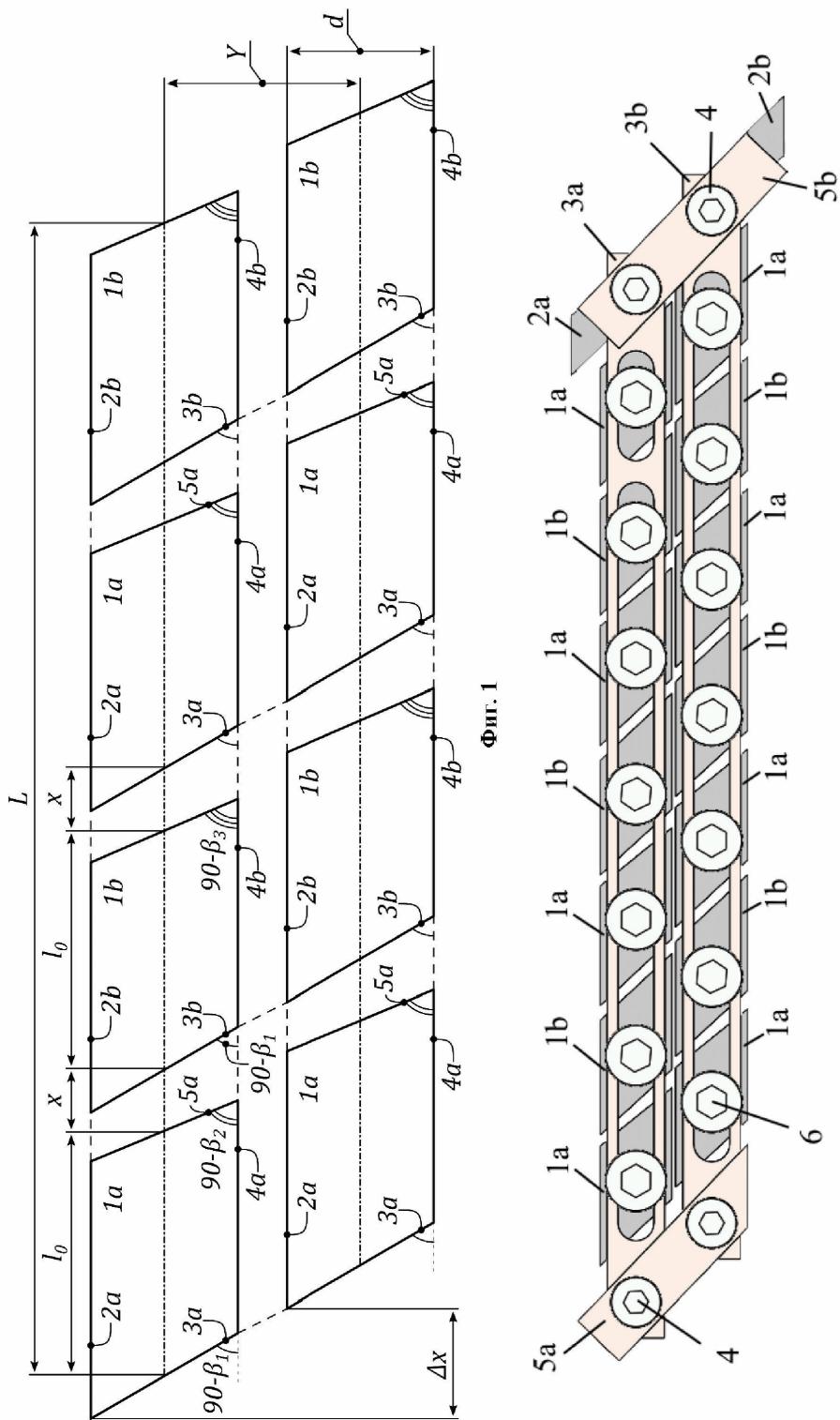
25

30

35

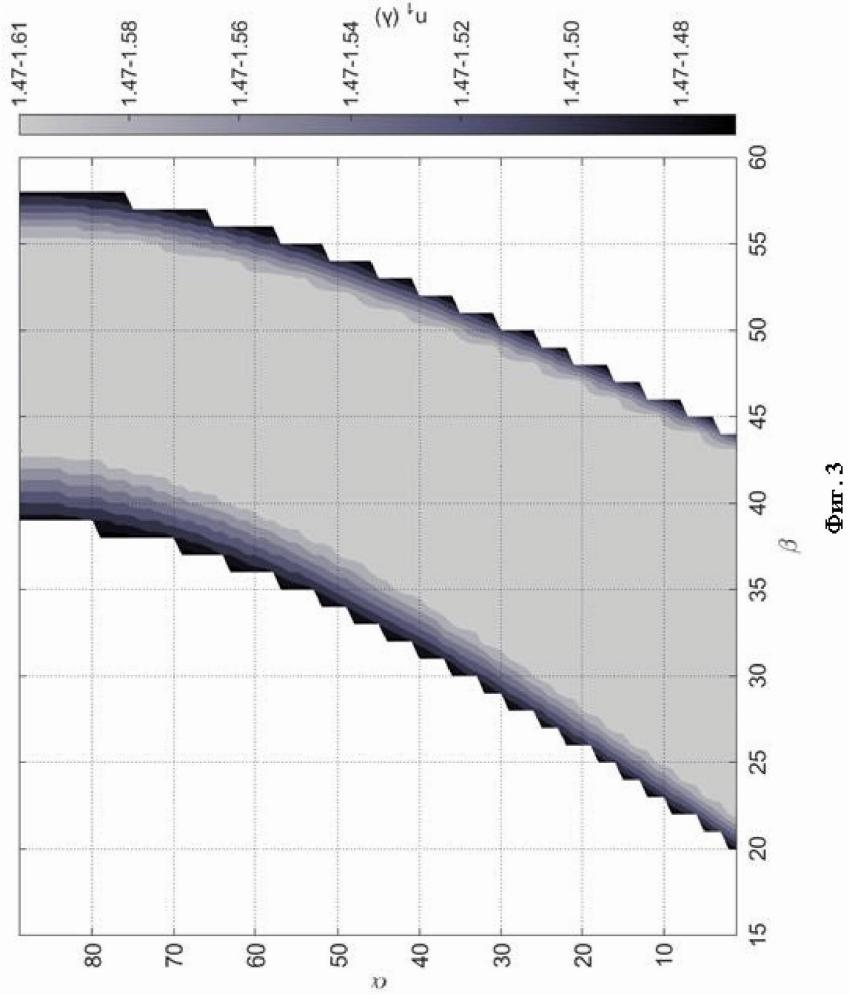
40

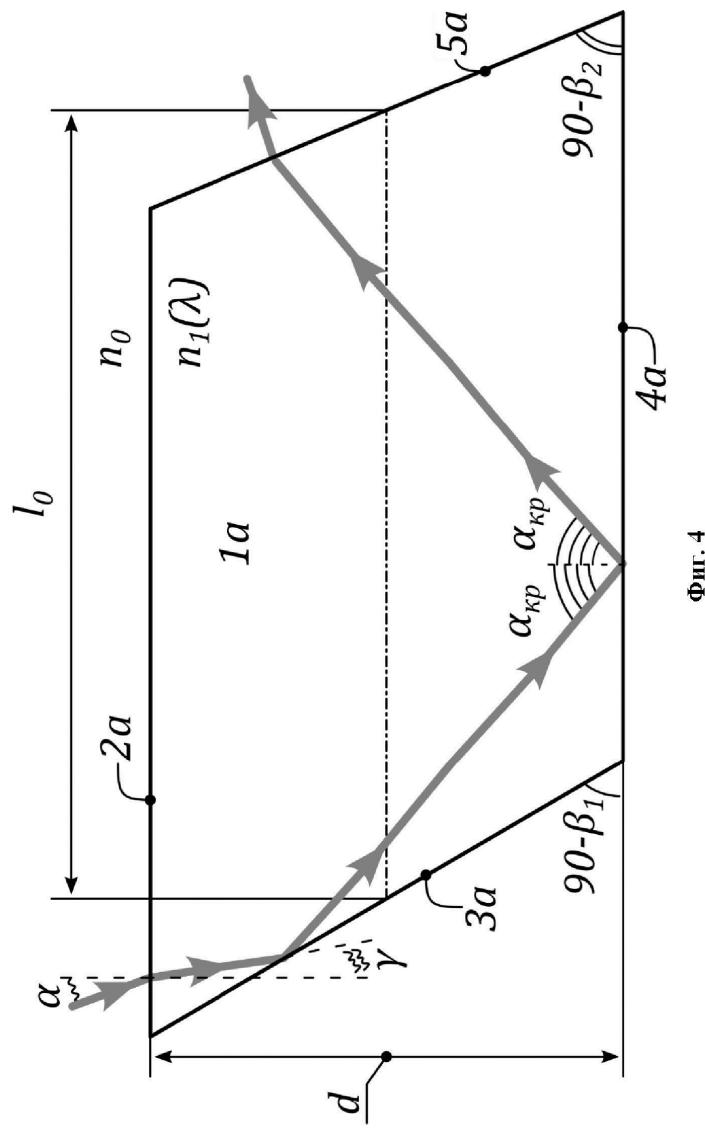
45



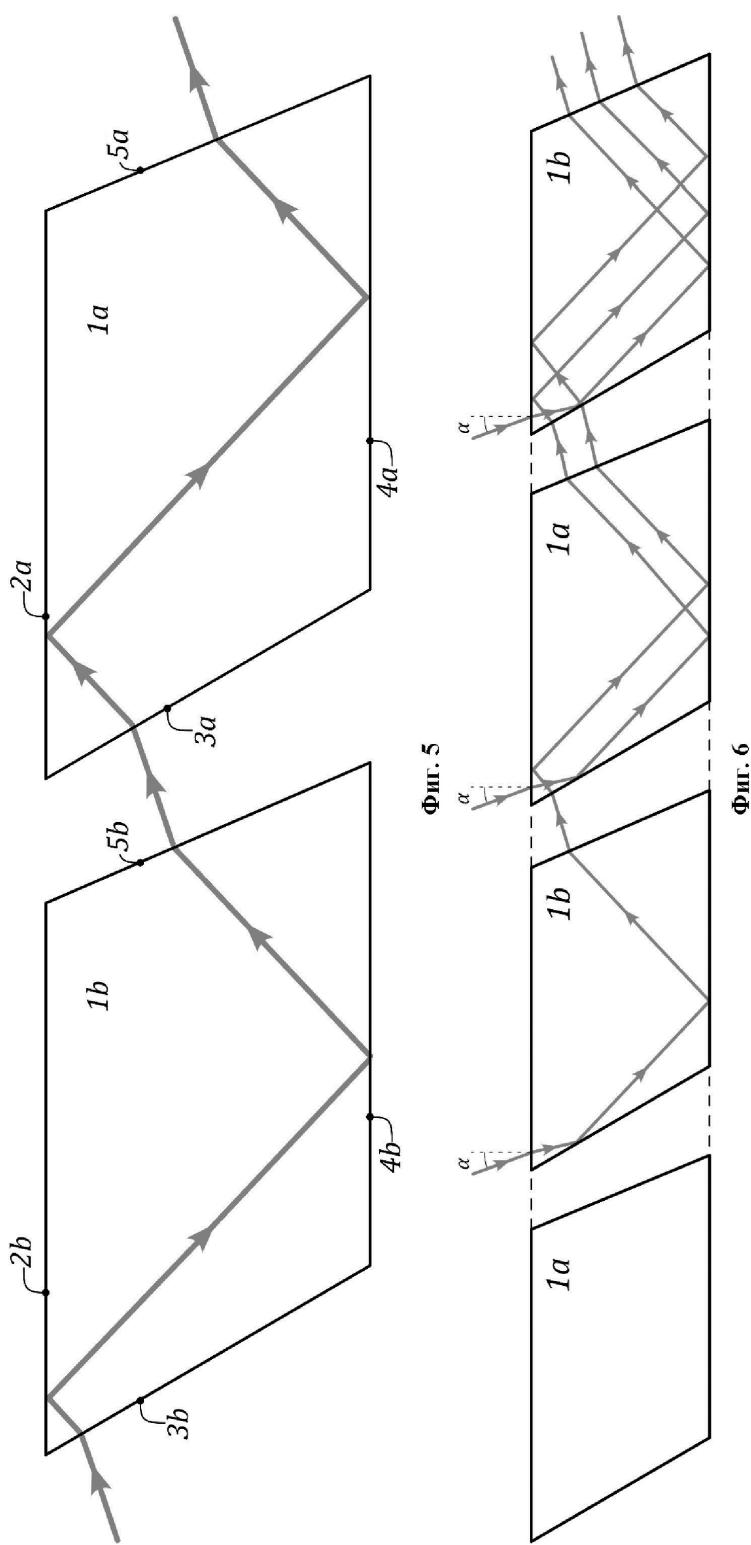
ΦΙΤ. 1

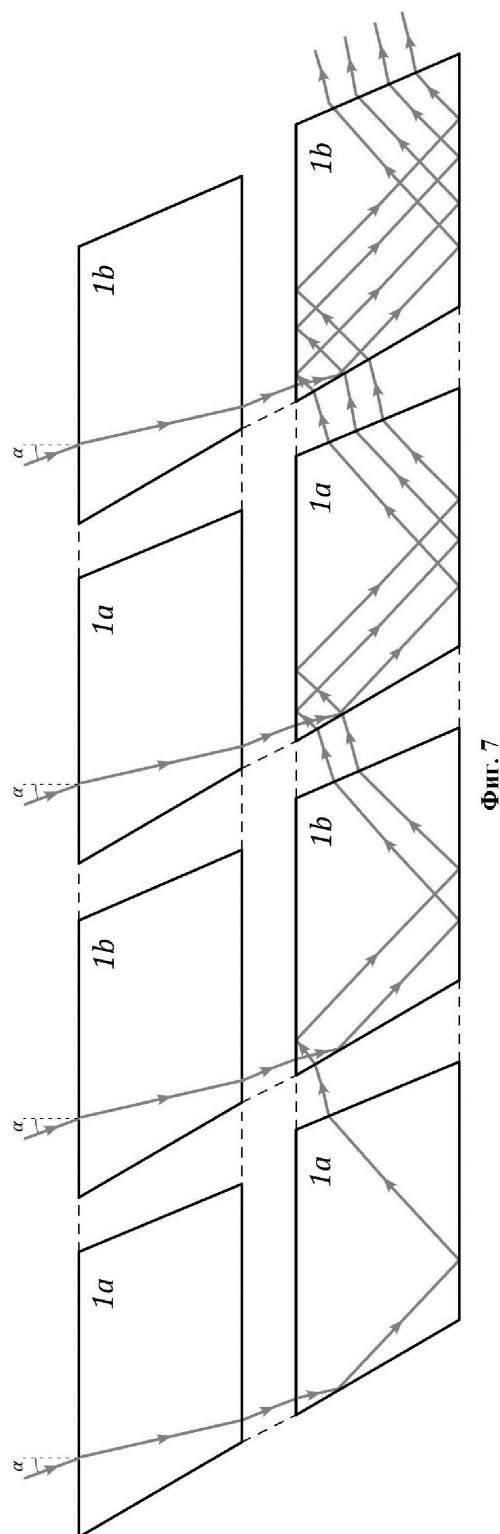
Фиг. 2



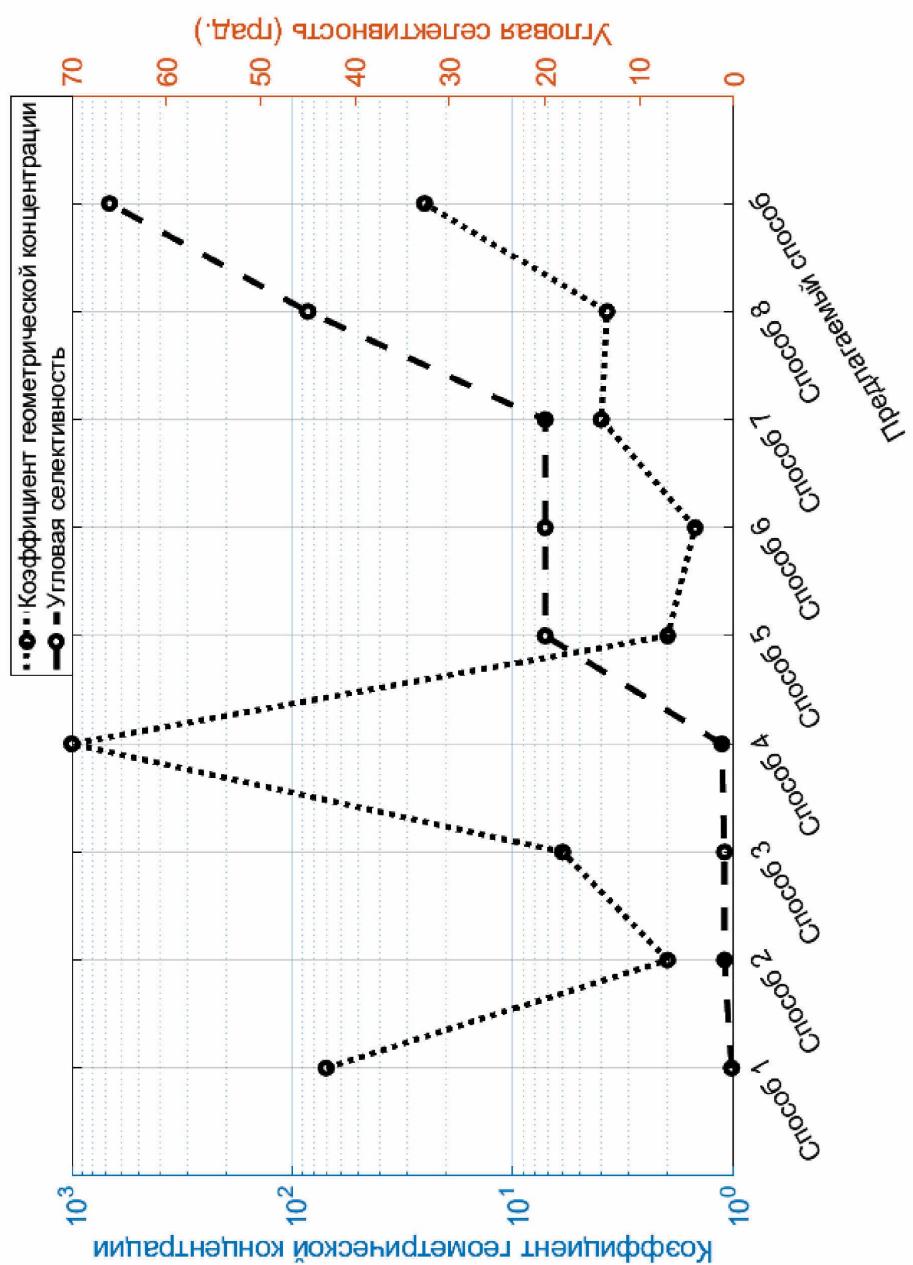


Фиг. 4





Фиг. 7



Фиг. 8