

УДК 721.012.22

**Рачкова Ольга Георгиевна**

старший преподаватель

E-mail: [olga.ra4kova@yandex.ru](mailto:olga.ra4kova@yandex.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Денисова Екатерина Дмитриевна**

архитектор

E-mail: [rina.denisova1995@yandex.ru](mailto:rina.denisova1995@yandex.ru)

**Казанский ГипроНИИавиапром**

Адрес организации: 420127, Россия, Казань, ул. Дементьева, д. 1

### **Решение задач проектирования жилых комплексов при реновации территорий с застройкой 70-х годов в г. Москве**

#### **Аннотация**

*Постановка задачи.* Целью работы является исследование возможности использования отраженного солнечного излучения, от поверхностей зданий, для обеспечения нормативных значений инсоляции и санации жилых комнат квартир, при проектировании плотной застройки в условиях реновации территорий.

*Результаты.* На основе проведенного исследования и экспериментального проектирования выполнен генеральный план территории реновации, с включением в него компактного жилого комплекса, нормативное обеспечение инсоляцией жилых комнат которого было достигнуто не только за счет прямого солнечного света, но и ранее не учитывающегося в расчетах, отраженного от поверхностей противоположных фасадов.

*Выводы.* Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в проектировании компактного жилого комплекса переменной этажности, имеющего современный силуэт и обогащающего плотную застройку, при решении генплана на территории, предназначенной для реновации, с возможностью получения нормируемой инсоляции жилых помещений квартир комплекса за счет новой методики расчета, учитывающей не только прямые, но и отраженные лучи от специальных отражающих поверхностей фасадов.

**Ключевые слова:** жилой комплекс, реновация территорий, плотная застройка, инсоляция, санация помещений, отраженный солнечный свет.

#### **Введение**

Реновация территорий с жилой застройкой 60-70-х годов особенно интенсивно осуществляется в г. Москве [1].

Для этой цели в 2017 году были определены первые экспериментальные площадки в районах Головинский, Хорошово-Мневники, Проспект Вернадского, Царицыно, Кузьминки.

Снос существующего жилого фонда 70-х годов XX в. обусловлен частично ветхостью зданий и особенно большим моральным износом. Площади квартир принимались в соответствии с нормами СНиП того периода. Функциональное зонирование квартир было неудовлетворительно, в них не выделялась активная и тихая, приватная зона. В старой застройке не обеспечены мероприятия для маломобильных групп населения, отсутствуют пандусы и лифтовое оборудование, не решены входные группы (тамбуры, вестибюль, колясочные и т.д.).

В решении генпланов присутствует однообразная строчная застройка с меридианальной ориентацией и средней этажностью (5 этажей) жилых зданий. Не четко выделены красные линии застройки улиц. Дворовые пространства неблагоустроены, отсутствуют автопарковки.

Такое использование территории города является экономически нецелесообразным.

### Анализ территории предназначенной для реновации и решение генплана

Для исследования и экспериментального проектирования, был выбран район Кузьминки, расположенный в юго-восточном округе Москвы. Площадка, предназначенная для реновации, составляет 109,6 га, под снос определены 200 домов, с населением более 60 тысяч человек.

Предпроектные исследования выбранной территории, проводились с учетом сносимых зданий и сохраняемой застройки. Анализ полученных материалов подтвердил наличие всех вышеперечисленных недостатков, характерных для территорий, предназначенных для реновации.

К положительным характеристикам можно отнести хорошее обеспечение транспортом (наличие метро, автобусные маршруты), в перспективе запланировано строительство легкого метро.

Одной из задач реновации является проектирование генплана территории с более плотной, экономически целесообразной застройкой, имеющей разную этажность (6-20 эт.), и решением вопросов общественных зон, внутриквартальных и дворовых пространств.

Для проектирования генплана был рассмотрен поисковый ряд плотного взаимного расположения жилых зданий, с возможностью использования южных и юго-восточных фасадов зданий, для отражения солнечного света на мало освещенные северные поверхности домов (рис. 1), так как из-за ориентации территории фасады зданий могут быть выходить на север [2, 3].

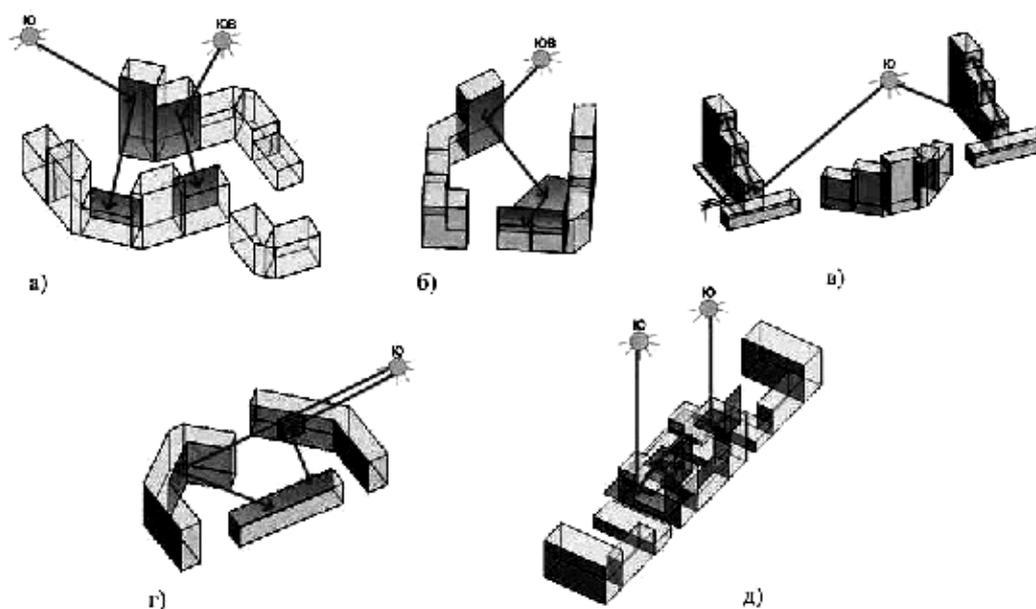


Рис. 1. Поисковый ряд расположения зданий с возможностью направления отраженного света на затененные фасады: варианты (иллюстрация авторов)

Проектное предложение решения генплана микрорайона сформировано с учетом четкого деления территории на кварталы, с благоустройством дворовых пространств и делением на две части обширной общественной зоны, где будут располагаться офисные, торговые, зрелищные и другие общественные здания. В центре кварталов размещены образовательные центры (школы, детские сады), спортивные сооружения (рис. 2).

В процессе экспериментального проектирования в состав генплана был включен компактный жилой комплекс, состоящий из двух секционных жилых блоков, переменной этажности, и пристроенного двухэтажного стилобата, предназначенного для размещения общественных функций. Такое решение объемно-пространственной композиции жилого комплекса позволило обеспечить освещенность дворовой территории и нижних этажей секций (рис. 3) [4-6].

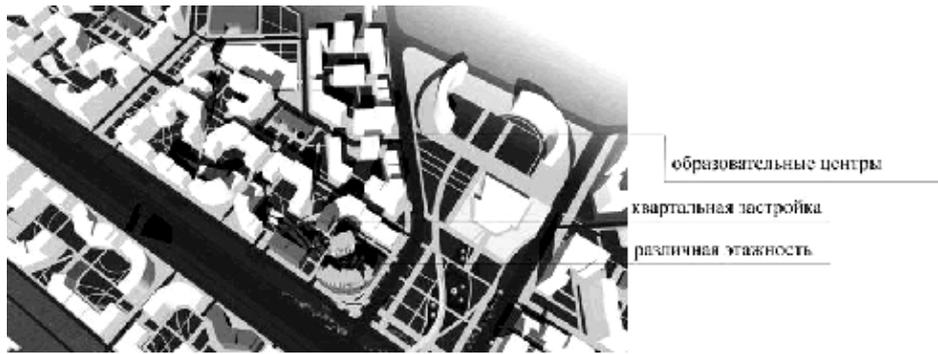


Рис. 2. Проектное предложение решения генплана для территории реновации. Фрагмент квартальной застройки (иллюстрация авторов)

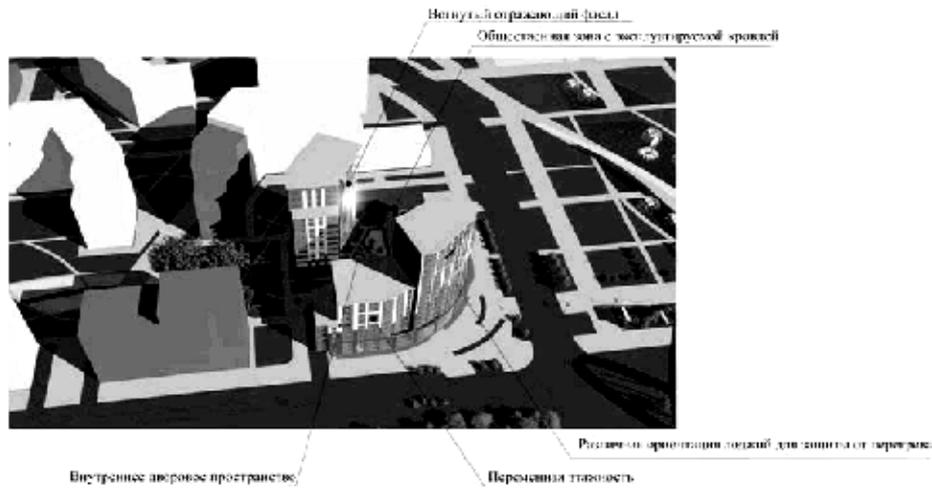


Рис. 3. Общий вид компактного жилого комплекса (проектное предложение) (иллюстрация авторов)

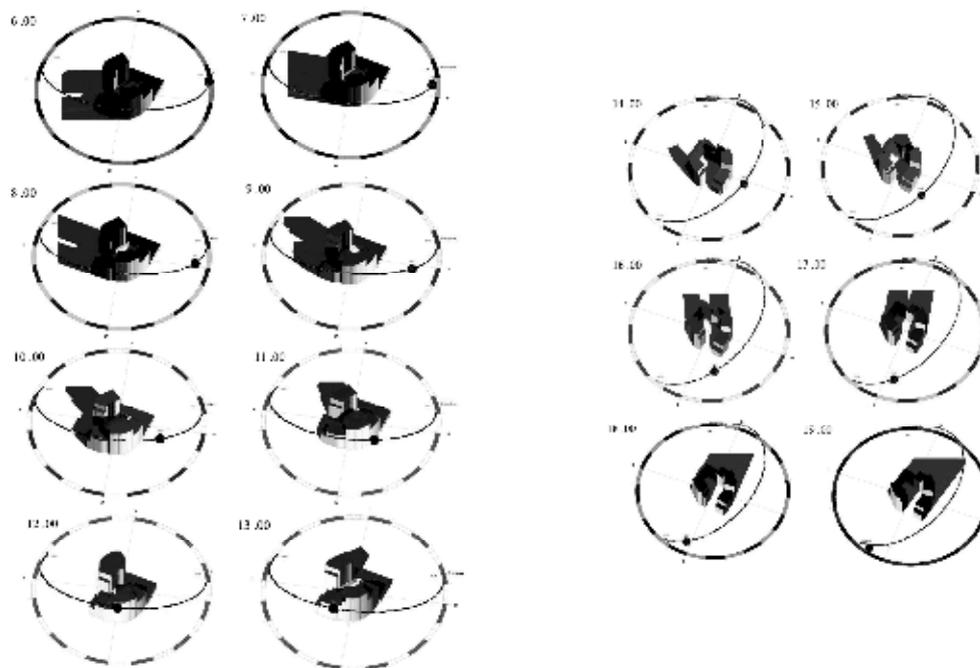


Рис. 4. Схемы с освещением солнцем жилого комплекса и теней, отбрасываемых от него, в период с 6 до 19 часов 22 апреля (иллюстрация авторов)

При поиске формы комплекса были построены схемы, с освещенностью объекта солнцем на каждый час с 6 до 19 часов, и отбрасываемых от него теней (рис. 4). В результате анализа этих схем были выявлены наиболее проблемные, с точки зрения инсоляции, участки фасада с окнами жилых комнат [6].

### Расчет инсоляции двухкомнатной квартиры

После анализа полученных схем был выполнен расчет инсоляции двухкомнатной квартиры (3 этаж), на соответствие ее нормам СанПин и обеспеченности жилых комнат требуемой дозой радиации (рис. 5).

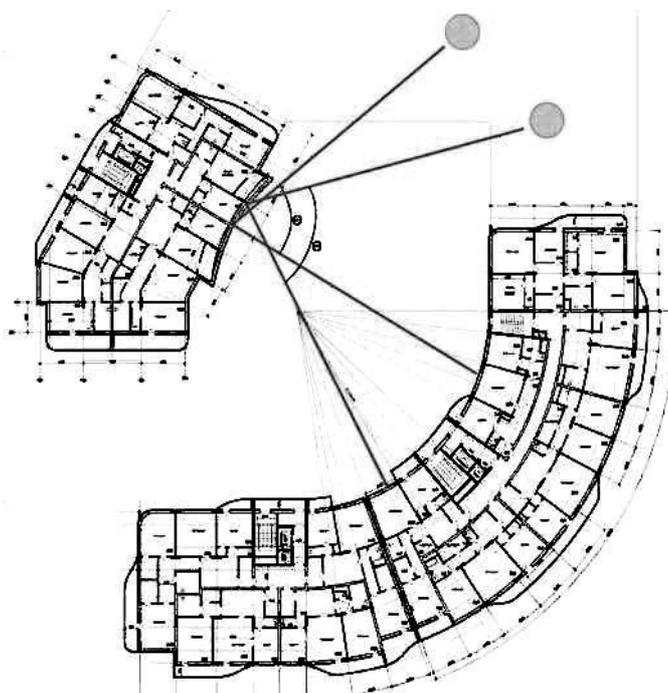


Рис. 5. Расположение отражающей поверхности на жилой секции (иллюстрация авторов)

В программе СИТИС СОЛЯРИС был выполнен расчет инсоляции двух комнат, выходящих на запад, и имеющих размеры – высота окон 2,3 м, ширина 2,1 м – у гостиной и 1,8 м – у спальни. В расчете учитывались координаты местности и дата расчета (22 апреля). Результаты расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Расчет инсоляции двухкомнатной квартиры

№ окна	Этаж	Непрерывная	%	Суммарная	%
1 гостиная	3	1 ч. 39 мин	110,0	1 ч. 39 мин	82,50
2 спальня	3	1 ч. 51 мин	123,33	1 ч. 51 мин	92,50

В квартире инсолируются две комнаты, поэтому норму инсоляции 2 часа можно снизить до 1,5 часов, в соответствии с требованиями СанПин 2.2.1/2.1.1.1076-01 (с изменениями 10.04.2017). Далее было проверено, достаточно ли облучения в течение 1 ч. 39 мин. для санации жилых помещений.

Для оценки эффективности инсоляции жилых комнат, был выполнен расчет инсоляции энергетическим методом, при котором учитывались координаты солнца на определенный месяц и час суток, интенсивность излучения на перпендикулярную поверхность, значения рассеянного излучения, угол между направлением солнечного луча и нормалью к плоскости окна и светотехнические характеристики отделочных материалов.

Было выбрано помещение гостиной, шириной  $B = 4,3$  м, глубиной  $L = 5,1$  м и  $H = 3,0$  м. Параметры окна – ширина 2,3 м,  $h = 2,1$  м, конструкция окна – однокамерный стеклопакет из силикатного стекла.

По градостроительным параметрам застройки был определен азимут нормали к плоскости окна  $A = 90^\circ$ , и координаты солнца, начиная с середины периода облучения (на 16 ч. 50 мин.) –  $h_0 = 16,7^\circ$ ,  $A_0 = 82,8^\circ$  от направления на юг.

По параметрам  $A_n$ ,  $h_0$  и  $A_0$  был вычислен угол между направлением луча и нормалью к плоскости окна ( $\theta$ ), с использованием формул сферической тригонометрии (рис. 6).

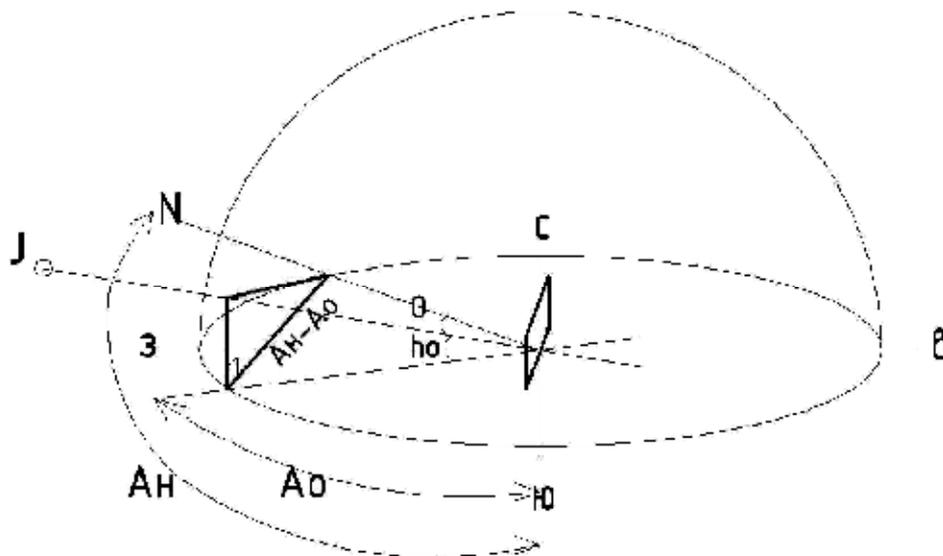


Рис. 6. Схема к определению угла  $\theta$  (иллюстрация авторов)

$$\theta = \sqrt{h_0^2 + (A_0 - A_n)^2} = \sqrt{16,7^2 + (110 - 82,8)^2} = 31,92^\circ.$$

Интенсивность прямой УФ-радиации в расчете составила  $J^\perp = 3$  мВт/м<sup>2</sup>, а рассеянная на вертикальную поверхность  $0,5 \cdot J_{\text{рас}} = 0,5 \cdot 66 = 33$  мВт/м<sup>2</sup>.

Интенсивность прямой УФ-радиации на вертикальные поверхности корректируется углом  $\theta$ :

$$J_{\text{пр}} = J^\perp \cdot \cos \theta = 3 \cdot \cos 31,9 = 3 \cdot 0,88 = 2,64 \text{ мВт/м}^2.$$

Суммарная интенсивность УФ-радиации перед фасадом составила:

$$J_{\text{сум}} = J_{\text{пр}} + 0,5 \cdot J_{\text{рас}} = 2,64 + 33 = 35,64 \text{ мВт/м}^2.$$

Значение УФ-радиации в помещении  $J_{\text{пом}}$ , после прохождения через стеклопакет, с учетом прозрачности стеклопакета  $k_{\text{сп}} = 0,27$ :

$$J_{\text{пом}} = J_{\text{сум}} \cdot k_{\text{сп}} = 35,64 \cdot 0,27 = 9,6 \text{ мВт/м}^2.$$

Полное количество УФ-энергии  $Q$ , прошедшее через площадь окна  $S$  в помещение:

$$Q = J_{\text{пом}} \cdot S = 9,6 \cdot (2,3 \cdot 2,1) = 46,36 \text{ мВт},$$

где  $S$  – площадь окна шириной 2,3 м и высотой 2,1 м.

Доза УФ-радиации при облучении  $\Delta_B$ , полученная воздухом помещения, с объемом  $V = 5,1 \cdot 4,3 \cdot 3 = 65,7$  м<sup>3</sup>, в течение  $\tau = 1,85$  часа составила:

$$\Delta_B = 3,6 \cdot \theta \cdot \tau / V = 3,6 \cdot 46,36 \cdot 1,85 / 65,7 = 4,69 \text{ Дж/м}^3,$$

что ниже нормативного значения – 39 Дж/м<sup>3</sup>.

Доза облучения, полученная поверхностями помещения  $\Delta_{\text{п}}$  в течение 1,85 часа, составила:

$$\Delta_{\text{п}} = 3,6 \cdot \theta \cdot \tau / F = 3,6 \cdot 46,36 \cdot 1,85 / 94,86 = 3,24 \text{ Дж/м}^2,$$

что также ниже нормативного значения показателя – 15 Дж/м<sup>2</sup>.

### Обеспечение условий инсоляции и санации помещений за счет использования отраженного солнечного излучения от фасадов

Расчет инсоляции двухкомнатной квартиры показал, что количество солнечной энергии, проходящее через оконный проем одной из комнат, имеющей западную ориентацию, не удовлетворяет нормативным требованиям санации воздушной среды и поверхностей стен. Однако в здании имеются фасады, ориентированные на южную и юго-западную стороны. Солнечная энергия, попадающая на эти фасады, может быть перенаправлена за счет отражающих поверхностей, на затененные, расположенные напротив, недополучающие необходимой солнечной энергии, участки здания [7-10].

С этой целью была разработана новая методика расчета инсоляции с учетом отраженной солнечной энергии, а на объемно-пространственной композиции жилого комплекса было найдено местоположение отражающей поверхности (рис. 7).

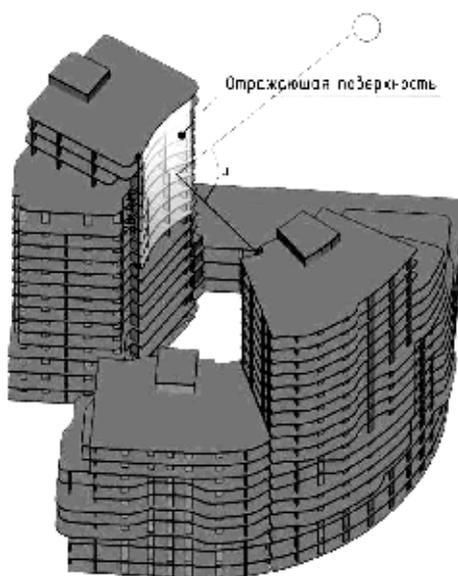


Рис. 7. Объемно-пространственная схема здания с расположением отражающей поверхности на противоположном фасаде (иллюстрация авторов)

В соответствии с данной методикой длина отраженного солнечного излучения  $l$  определяется по формуле:

$$l = f \cdot \operatorname{ctg} \alpha,$$

где  $\alpha$  – высота стояния солнца в каждый в каждый час суток 22 апреля,  $f$  – высота отражающей плоскости на здании в м:

$$\begin{aligned} l &= 26,4 \cdot \operatorname{ctg} 44 = 27,3 \text{ м} - 12.00 \text{ часов дня;} \\ l &= 26,4 \cdot \operatorname{ctg} 42,5 = 28,8 \text{ м} - 11.00 \text{ и } 13.00 \text{ час. дня;} \\ l &= 26,4 \cdot \operatorname{ctg} 38,3 = 33,5 \text{ м} - 10.00 \text{ и } 14.00 \text{ час. дня;} \\ l &= 26,4 \cdot \operatorname{ctg} 32,2 = 41,9 \text{ м} - 9.00 \text{ и } 15.00 \text{ час. дня.} \end{aligned}$$

По длине отраженного солнечного излучения, можно определить минимальное расстояние между секциями жилого дома, при котором солнечный свет будет отражаться, и попадать на противоположенный фасад. В данном случае это составило 30-40 м.

Энергетические параметры отраженного солнечного излучения зависят от светотехнических характеристик отделочных материалов, используемых на фасадах, поэтому необходимо, чтобы видимый спектр отраженной энергии солнечного излучения максимально сохранял свой спектральный состав, после отражения, в видимом и УФ-спектре для обеспечения общего оздоровительного и saniрующего действия. Отраженное излучение зависит также от коэффициента остекления  $f_{\text{ост}}$ .

Была разработана схема с направлениями солнечных лучей в каждый час суток 22 апреля и 22 июля от мест установки отражающих панелей на противоположном фасаде (рис. 8).

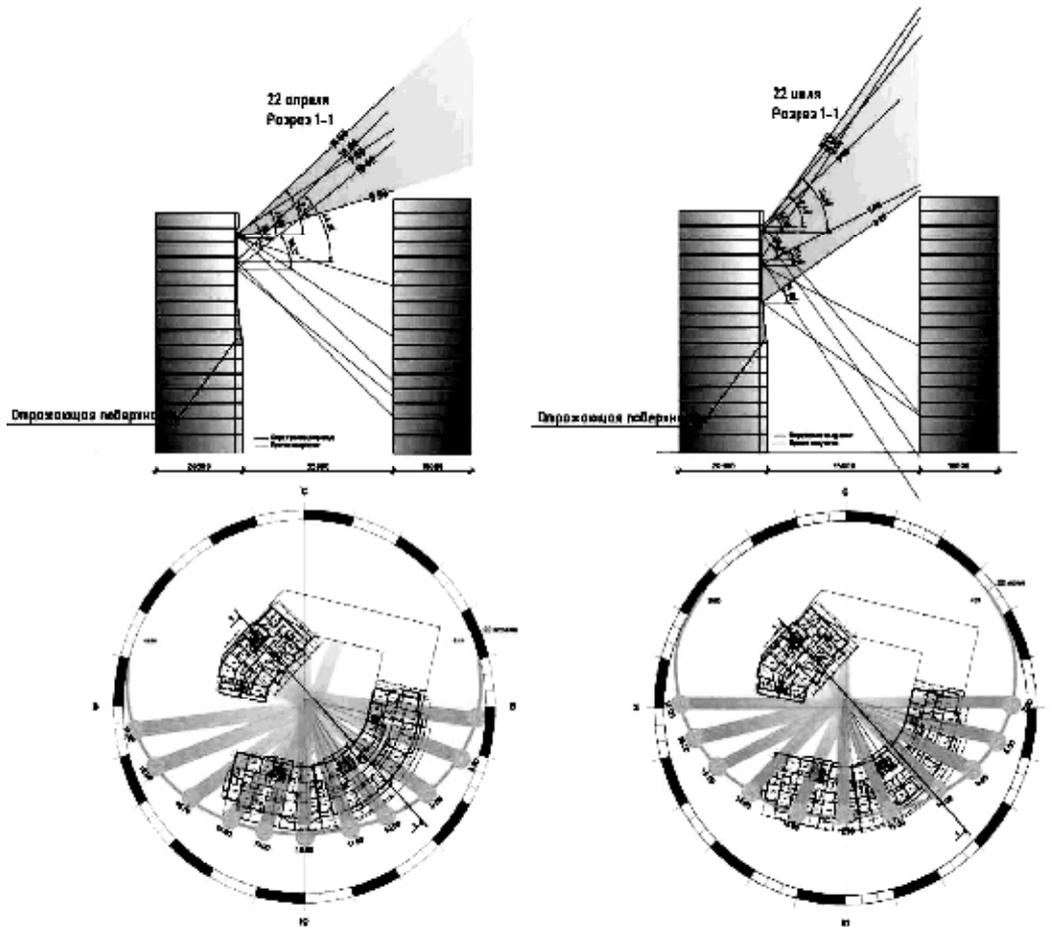


Рис. 8. Схемы с направлением солнечных лучей по часам суток: а) 22 апреля; б) 22 июля (иллюстрация авторов)

Энергетическая освещенность отраженного излучения определялась по формуле, как пример, на 12 часов 22 апреля:

$$E_{отр} = E_{фн} \cdot K_{от} \cdot f_{ост},$$

$$E_{отр} = E_{фн} \cdot K_{от} \cdot f_{ост} = 14337 \cdot 0,42 \cdot 0,41 = 2325,2 \text{ Вт/м}^2 \text{ или } 2,32 \text{ мВт/м}^2,$$

где  $E_{фн}$  – энергетическая освещенность прямого падающего солнечного излучения;  
 $\cos \theta$  – косинус угла между направлением луча и нормалью к плоскости окна;  
 $S_{осв.пов}$  – площадь отражающей плоскости фасада равная  $380,16 \text{ м}^2$ ;  
 $K_{от}$  – усредненный коэффициент отражения, зависит от материала отделки отражающих поверхностей;  
 $f_{ост}$  – коэффициент остекления фасада  $0,41$ .

$$E_{фн} = J_{\perp} \cdot \cos \theta \cdot S_{осв.пов} = 296 \cdot 0,127 \cdot 380,16 = 14337 \text{ Вт/м}^2,$$

где

$$\theta = \sqrt{h_0^2 + (A_0 - A_n)^2} = \sqrt{442 + (0 - 70)^2} = 82,68^\circ.$$

Для определения  $K_{отр}$  для отражающей поверхности были выбраны алюминиевые листы с коэффициентом отражения в УФ-спектре равным  $0,8$ , усредненный коэффициент будет равен:

$$K_{отр} = (0,8 + 0,035)/2 = 0,42.$$

Коэффициент остекления фасада составил:

$$f_{ост} = 1 - S_{ост}/S_{фас} = 1 - 224,45/380,16 = 1 - 0,59 = 0,41,$$

где  $S_{ост}$  – площадь остекления фасада, равная  $224,45 \text{ м}^2$ ;  
 $S_{фас}$  – площадь фасада –  $380,16 \text{ м}^2$ .

Данные по результатам расчетов энергетической освещенности в каждый час суток в апреле и июле месяце приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Значения энергетической освещенности по часам суток в апреле и июле месяце

месяц	часы	$h_0$	$A_0$	$A_n$	$\theta$	$\cos\theta$	$K_{ост}$	$f_{ост}$	$J_{пр}, \text{мВт/м}^2$	$E_{фпр}, \text{Вт/м}^2$	$E_{отпр}, \text{Вт/м}^2$	$E_{отпр}, \text{мВт/м}^2$
Апрель	12	44	0	70	82,68010643	0,127409	0,42	0,41	296	14336,99783	2468,831026	2,468831026
	11	42,5	20,6	70	65,16601875	0,41999	0,42	0,41	276	44067,13967	7588,361451	7,588361451
	10	38,3	38,6	70	49,52625566	0,6491	0,42	0,41	164	40468,91482	6968,747132	6,968747132
	9	32,2	55,4	70	35,35533906	0,815579	0,42	0,41	112	34725,66109	5979,758841	5,979758841
	8	24,7	69,6	70	24,70323865	0,908485	0,42	0,41	30	10361,08467	1784,178779	1,784178779
	7	16,7	82,8	70	21,04115016	0,933323	0,42	0,41	3	1064,435991	183,2958777	0,183295878

Сумма,  $E_{отпр}$  24,97317311

месяц	часы	$h_0$	$A_0$	$A_n$	$\theta$	$\cos\theta$	$K_{ост}$	$f_{ост}$	$J_{пр}, \text{мВт/м}^2$	$E_{фпр}, \text{Вт/м}^2$	$E_{отпр}, \text{Вт/м}^2$	$E_{отпр}, \text{мВт/м}^2$
Июль	12	56	0	70	89,64373932	0,006218	0,42	0,41	260	614,5853782	105,8316021	0,105831602
	11	54,2	24,4	70	70,83078427	0,328359	0,42	0,41	260	3245,54854	5588,845458	5,588845458

Продолжение таблицы 2

Июль	10	49,4	45,2	70	55,27567277	0,569629	0,42	0,41	238	51538,89720	8874,998098	8,874998098
	9	42,6	63,2	70	43,13930922	0,729693	0,42	0,41	198	54925,24265	9458,126784	9,458126784
	8	34,8	77,4	70	35,57808314	0,813323	0,42	0,41	112	34629,61764	5963,220157	5,963220157
	7	26,4	90,6	70	33,48611653	0,834020	0,42	0,41	40	12682,43471	2183,915258	2,183915258
	6	18	102,6	70	37,23922663	0,796116	0,42	0,41				
	5	10,1	114,8	70	45,92439439	0,695607	0,42	0,41				

Сумма,  $E_{отр}$  32,17493736

Анализ полученных результатов, подтверждает, что за счет солнечного отражения от поверхности, расположенной на противоположенном фасаде можно получить дополнительно  $24,97 \text{ мВт/м}^2$  в апреле и  $32,17 \text{ мВт/м}^2$  энергии на затененные фасады в июле месяце.

Суммируя интенсивность солнечной энергии, пришедшей к поверхностям фасада, где находятся окна двухкомнатной квартиры, естественным способом и за счет отраженной энергии, были получены новые значения доз УФ-радиации в воздухе и на поверхностях (табл. 3).

Таблица 3

## Значения суммарной УФ радиации на поверхностях и в воздухе помещения

## Квартира № 1

месяц	$E_{отр}, \text{ мВт/м}^2$	$J_{сум}, \text{ мВт/м}^2$	$E_{отр} + J_{сум}$	$J_{пом}, \text{ мВт/м}^2$	Q, мВт	$\Delta_{в}, \text{ Дж/м}^3$	$\Delta_{п}, \text{ Дж/м}^2$
Апрель	24,97317311	35,55	60,52317311	16,34125674	85,7916	11,26674883	7,767362524
Июль	32,17493736	198,64	230,8149374	62,32003309	327,1802	42,96757411	22,83369964

Результаты, приведенные в таблице, подтверждают, что жилые комнаты квартиры обеспечиваются УФ-дозой радиации на поверхностях и в воздухе, в соответствии с санитарными нормами:

$$\Delta_{в} = 42,96 > 39 \text{ Дж/м}^3,$$

$$\Delta_{п} = 22,83 > 15 \text{ Дж/м}^2.$$

### Заключение

На основе проведенных исследований можно сделать заключение о перспективности проектирования более плотной застройки, переменной этажности, при разработке генпланов для территорий, предназначенных под реновацию, рассмотренной на примере района Кузьминки в г. Москве.

В решении генплана предложена новая пространственная организация района с достаточно плотной застройкой и частично сохраняемой старой.

Однако при решении плотной застройки здания могут иметь неблагоприятную ориентацию фасадов, особенно при расположении квартиры с одной стороны фасада, и не всегда могут получать достаточное количество инсоляции, удовлетворяющее нормативным требованиям, или быть просто затененными.

Для решения данной проблемы, на примере запроектированного компактного жилого комплекса, включенного в плотную застройку квартала, фасады которого не получали достаточной инсоляции, был разработан новый расчет инсоляции и УФ-облучения жилых помещений на основе энергетического метода, при котором учитываются не только значения прямого солнечного света, но и отраженного, от специально запроектированных отражающих южных поверхностей, расположенных на противоположенном фасаде жилой секции дома.

Использование отраженного солнечного света, от специально запроектированных отражающих поверхностей, при расчете инсоляции и УФ-облучения помещений жилых комнат квартир, позволяет довести расчетные показатели до нормативных значений.

Данная методика может быть рекомендована для внесения определенных изменений в нормативные документы при проведении расчетов инсоляции.

### Список библиографических ссылок

1. Лисициан М. В., Пронин Е. С. Архитектурное проектирование жилых зданий. М. : Стройиздат, 2010. 488 с.
2. Шубенков М. В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. М. : Архитектура-С, 2006. 321 с.
3. Грициенко Д. Г., Касьянов В. Ф. Постановка задач по применению светодиодов и отражения света фасадами для улучшения условий инсоляции и повышения КЕО при реконструкции городской застройки // Светотехника. М., 2015. № 3. С. 27–31.
4. Дунаев Б. А. Инсоляция жилища. М. : Стройиздат, 2009. 104 с.
5. Ivanova S. M. Estimation of background diffuse irradiance on orthogonal surfaces under obstructed anisotropic sky. Part 1 – Vertical surfaces // Solar Energy, 2013. P. 376–391.
6. Нагаев О. С., Пешкичева Н. С., Германова Т. В. Инсоляция как один из критериев, определяющий расстояние между зданиями // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 189–190.
7. Куприянов В. Н. К оценке теплового комфорта помещений облучаемых солнечной радиацией через световые проемы. Часть 2. Расчет приращения температуры воздуха в помещении за счет солнечной радиации, прошедшей через остекление : сб. ст. Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году / РААСН. Москва, 2019. С. 316–325.
8. Куприянов В. Н. Климатология и физика архитектурной среды. М. : АСВ, 2016. 194 с.
9. Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. Littlefair P. Solar Energy, 2001. V. 70. № 3. P. 177–185.
10. Perceived performance of day lighting system: lighting efficacy and agreeableness. Fontoynt M. Solar Energy, 2002. V. 73, № 2. P. 83–94.

**Rachkova Olga Georgievna**

senior lecturer

E-mail: [olga.ra4kova@yandex.ru](mailto:olga.ra4kova@yandex.ru)**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Denisova Ekaterina Dmitrievna**

architect

E-mail: [rina.denisova1995@yandex.ru](mailto:rina.denisova1995@yandex.ru)**Kazan GipronIIaviaprom**

The organization address: 420127, Russia, Kazan, Dementiev st., 1

**Solving the problems of designing the residential complexes during the renovation of the territories with the development of the 70<sup>s</sup> in Moscow****Abstract**

*Problem statement.* The aim of the work is to study the possibility of using the reflected sunlight from the surface of the buildings to ensure the standard values of insolation and rehabilitation of living rooms of apartment, when designing dense buildings in the conditions of the territory renovation.

*Results.* Based on the research and experimental design, the master plan of the renovation territory was completed. It included a compact residential complex with the normative provision of insolation of the living rooms. It was achieved not only due to the direct sunlight, but also the sunlight reflected from the surface of the opposite facades that have not previously been taken into account in calculation.

*Conclusions.* The significance of the obtained results for architecture consists in designing a compact residential complex of variable number of storeys, having a modern silhouette and enriching the dense buildings, when solving the general plan in the territory intended for renovation. It gives the possibility to obtain the normalized insolation of the residential premises of the complex's apartments, due to a new calculation method that takes into account not only direct, but also reflected rays from special reflective surfaces of facades.

**Keywords:** residential complex, territory renovation, dense building, insolation, sanitation of premises, reflected sunlight.

**References**

1. Lisitsian M. B., Pronin E. S. Architectural design of residential buildings. M. : Stroyizdat, 2010. 488 p.
2. Shubenkov M. V. Structural patterns of architectural shaping. M. : Arkhitektura-S, 2006. 321 p.
3. Gritsienko D. G., Kasyanov V. F. Statement of tasks on the use of LEDs and light reflection by facades to improve the conditions of insolation and to increase KEO during the reconstruction of urban buildings // Svetotekhnika. M., 2015. № 3. P. 27–31.
4. Dunaev B. A. Insolation of the home. M. : Stroyizdat, 2009. 104 p.
5. Ivanova S. M. Estimation of background diffuse irradiance on orthogonal surfaces under obstructed anisotropic sky. Part 1 – Vertical surfaces // Solar Energy. 2013. P. 376–391.
6. Nagaev O. S., Peshkicheva N. S., Germanova T. V. Insolation as one of the criteria that determines the distance between buildings // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2012. № 6. P. 189–190.
7. Kupriyanov V. N. To the assessment of thermal comfort of rooms irradiated with solar radiation through light openings. Part 2. Calculation of the increment of air temperature in the room due to solar radiation transmitted through the glazing: dig. of art. Basic, exploratory and applied research of the Russian Academy of Architecture and Building

- Sciences on the scientific support of development of architecture, town planning and building industry of Russian Federation in 2018 / RAACS. Moscow, 2019. P. 316–325.
8. Kupriyanov V. N. Climatology and physics of the architectural environment. M. : ASV, 2016. 194 p.
  9. Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. Littlefair P. Solar Energy, 2001. V. 70, № 3. P. 177–185.
  10. Perceived performance of day lighting system: lighting efficacy and agreeableness. Fontoynt M. Solar Energy, 2002. V. 73, № 2. P. 83–94.