

УДК 628.921

**Халикова Ф.Р.** – кандидат технических наук

E-mail: khalikova\_f@mail.ru

**Куприянов В.Н.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

**Седов А.Н.** – кандидат технических наук

E-mail: sedovartur@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Автоматизированный программный комплекс для расчета инсоляции жилых помещений

#### Аннотация

Представлен автоматизированный программный комплекс «РаиН 2013», предназначенный для расчета инсоляции жилых помещений с учетом интенсивности и дозы ультрафиолетовой радиации.

В основе компьютерной программы лежит разработанная на основе теоретических и экспериментальных исследований методика расчета дозы УФ облучения диапазона (В+С) в воздухе помещений и на его поверхностях. Данная методика учитывает параметры помещения, ориентацию помещения, типы стекол и их количество, а также интенсивность ультрафиолетовой радиации в диапазоне (В+С), приходящая к фасадам зданий различных ориентаций.

**Ключевые слова:** программный комплекс, расчет инсоляции, ориентация помещения, продолжительность инсоляции, прозрачность стекол, интенсивность солнечной радиации, доза облучения.

В основе нормативного принципа расчета инсоляции лежит методика расчета продолжительности облучения в часах. Считается, что если помещение инсолируется 2 часа, то оно соответствует норме. Однако, в данном методе расчета не учитываются такие важные параметры, как, интенсивность солнечной радиации в течение суток, ориентация помещения по сторонам света, параметры помещения, тип стекол и их проницаемость в эффективном ультрафиолетовом диапазоне.

Изучению вопроса о совершенствовании методики расчета инсоляции посвящены работы [1-6]. Согласно проведенным теоретическим и многочисленным экспериментальным исследованиям расчет инсоляции предлагается рассматривать с точки зрения интенсивности и доз ультрафиолетового облучения. При этом предлагается определять дозы ультрафиолетового облучения как в воздухе помещения, так и на его поверхностях. (из автореферата кратко переписать другими словами методику расчета и формулу, расшифровав параметры, которые в нее входят). Соответственно энергетическая доза в воздухе помещения ( $\Delta_v$ ) будет зависеть от объема помещения ( $V = L \cdot B \cdot H, \text{м}^3$ ):

$$\Delta_v = 3,6 Q \cdot \tau / V, \text{Дж/м}^3, \quad (1)$$

энергетическая доза на поверхностях помещения ( $\Delta_n$ ) от площади всех поверхностей помещения F:

$$\Delta_n = 3,6 Q \cdot \tau / F, \text{Дж/м}^2. \quad (2)$$

Разработанная методика позволяет учитывать объемно-планировочные решения помещений, интенсивность солнечной радиации, ориентацию помещения и тип используемого стекла в стеклопакете. Созданная, на основе разработанной методики, компьютерная программа «РаиН 2013» позволяет в автоматическом режиме получать вывод о соответствии или несоответствии уровня бактерицидной эффективности жилых помещений.

Программный комплекс «РаиН 2013» предназначен для инженеров-архитекторов и может быть включен в существующие пакеты программ для проектирования зданий. На данный комплекс получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013660878 [7].

В основе автоматизированного программного комплекса лежит методика расчета дозы ультрафиолетового облучения диапазона (В+С) в воздухе помещения и на его поверхностях [8].

Исходными данными для расчета являются:

1. Градостроительные параметры застройки с ориентацией светопроемов и противостоящими зданиями;
2. Объемно-планировочные и конструктивные решения помещений;
3. Конструкция светопрозрачной части окон и типы стекол;
4. База данных об интенсивности прямой и рассеянной УФ радиации диапазона (В+С) < 315 нм, приходящей к фасадам зданий; для географических широт от 35° до 75° с.ш. с шагом 5°.
5. База данных о коэффициентах прозрачности современных стекол и светопрозрачных конструкций в диапазоне (В+С) УФ радиации, в том числе при разных углах падения солнечного луча.

Расчет проводится в два взаимосвязанных между собой этапа:

1. Определяется продолжительность облучения помещений солнечным светом с использованием картограммы затенения светопроемов (рис. 1-3);
2. Определяются дозы УФ части спектра (В+С), которые получает помещение за эту продолжительность облучения его солнечным светом.

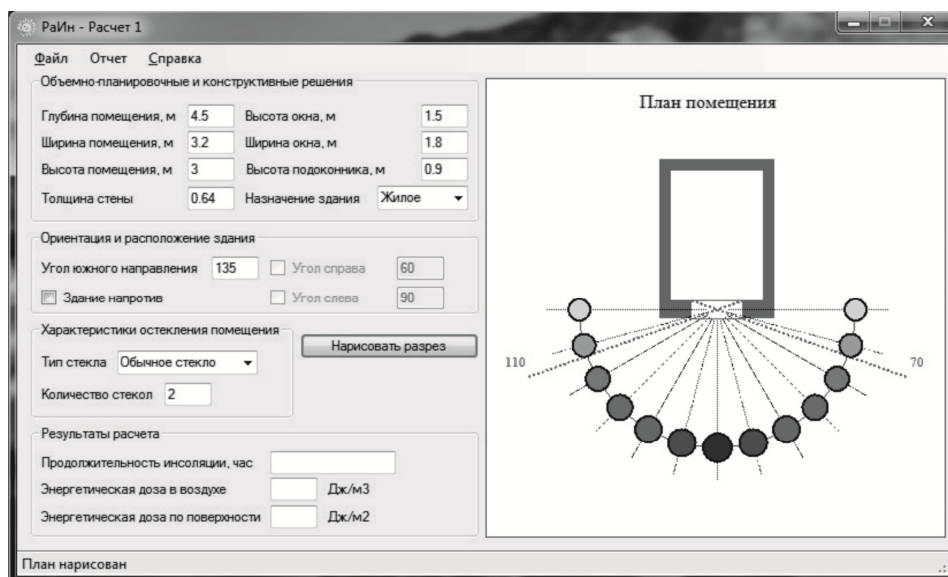


Рис. 1. Задание исходных данных, построение плана помещения.  
Построение углов затенения светопроема

Для определения доз УФ облучения, которые получают воздух помещения ( $\Delta_{\text{в}}$ ) и поверхности помещения ( $\Delta_{\text{п}}$ ) за время облучения требуется характеристика облучаемого помещения:

1. Объемно-планировочное решение помещения (ширина В, глубина L, высота Н) для расчетов объема помещения ( $V$ , м<sup>3</sup>) и площади всех поверхностей ( $F$ , м<sup>2</sup>);
2. Конструктивные решения светопроема (наличие или отсутствие балкона или лоджии, толщина наружной стены – для определения углов затенения, высота h и ширина b светопроемов для оценки его площади);
3. Конструкции светопрозрачной части ограждения (типы стекол, используемые в стеклопакетах, типы стеклопакетов).

Программа позволяет по ориентации и геометрическим параметрам помещения, с учетом коэффициентов прозрачности светопрозрачных конструкций в автоматическом режиме получить величину дозы УФ облучения в воздухе помещения и на его поверхностях и вывод о соответствии (или несоответствии) этой дозы необходимой бактерицидной эффективности.

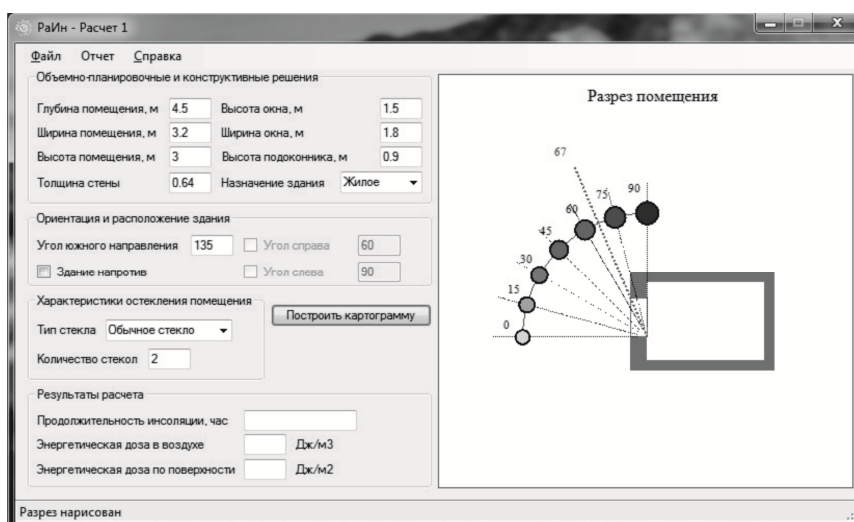


Рис. 2. Построение углов затенения светопроема по разрезу помещения

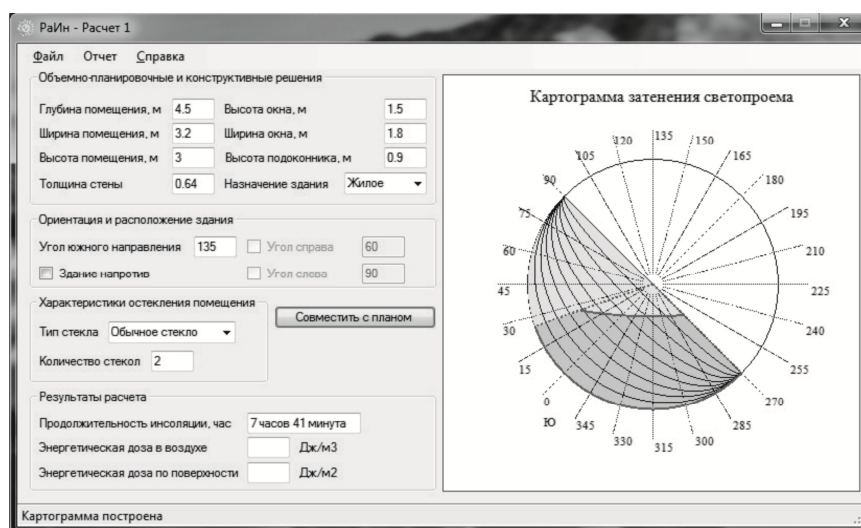


Рис. 3. Построение картограммы затенения светопроема

Расчет инсоляции помещений с использованием программного комплекса «РаиН 2013» выполняется в следующей последовательности:

- 1) задание исходных данных (рис. 1);
- 2) построение плана и разреза помещения (рис. 2);
- 3) построение картограммы затенения светопроема (рис. 3);
- 4) вычисление продолжительности инсоляции и уровня бактерицидной эффективности (рис. 4).

В качестве исходных данных задаются геометрические характеристики помещения, параметры светового проема, ориентация здания, тип и количество стекол, после чего определяются углы затенения светового проема. Для этого сначала на плане определяются углы горизонтального затенения (рис. 1).

Далее по разрезу помещения определяются углы вертикального затенения (рис. 2).

Для определения ориентации помещения задается угол южного направления относительно западного направления горизонтальной оси, проходящей через центр оконного проема. Согласно значению этого угла строится картограмма затенения светопроема (рис. 3). Существующие здания могут ограничивать продолжительность инсоляции, поэтому программный комплекс «РаиН 2013» позволяет задать соответствующие ограничения при построении картограммы затенения в виде значений соответствующих углов (рис. 4).

Далее картограмма затенения светопроема совмещается с планом помещения, таким образом, определяется продолжительность инсоляции данного помещения, а затем вычисляется доза УФ облучения в воздухе и на поверхности помещения. По результатам сравнения с требуемой дозой УФ, принятой согласно [6, 8], делается вывод о достаточности инсоляции.

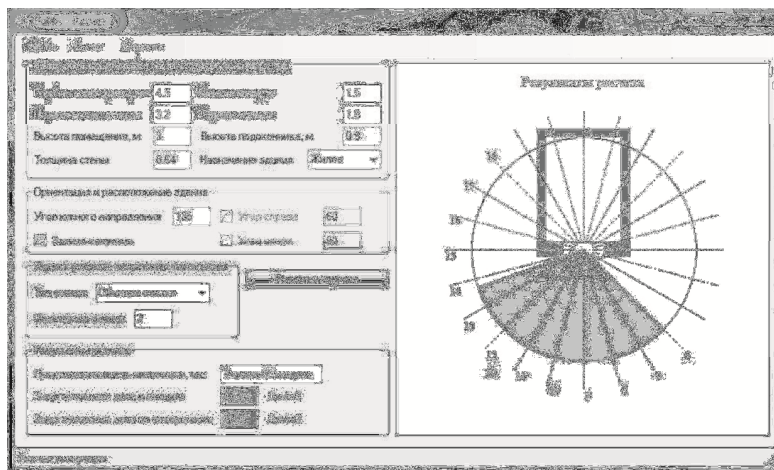


Рис. 4. Вычисление продолжительности инсоляции и уровня бактерицидной эффективности

Процесс расчета сопровождается комментариями и подсказками в строке состояния программы. Например, если требуемый уровень бактерицидной эффективности не обеспечен значения выделяются красным цветом, если обеспечен – зеленым.

Впервые разработан программный комплекс для проектирования и расчета инсоляции жилых зданий с учетом интенсивности и доз ультрафиолетового облучения. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013614838 [7]. Компьютерная программа создана на основе разработанной методике, которая позволяет по заложенным исходным данным в автоматическом режиме получать дозы ультрафиолетового облучения и получать выводы об обеспечении или необеспечении требуемого уровня бактерицидной эффективности.

### Список библиографических ссылок

1. Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р. К исследованию инсоляции жилых помещений // АСADEMIA архитектура и строительство, 2010, № 3. – С. 477-482.
2. Халикова Ф.Р., Куприянов В.Н. Экспериментальные исследования проникновения УФ радиации через оконные стекла // Вестник МГСУ, 2011, № 3, Т. 2. – С. 30-35.
3. Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р. Современные проблемы инсоляции жилых помещений // Светопрозрачные конструкции, 2010, № 4 (72). – С. 24-28.
4. Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р. Пропускание ультрафиолетовой радиации оконными стеклами при различных углах падения луча // Жилищное строительство, 2012, № 7. – С. 64-65.
5. Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р. Натурные исследования энергетических параметров инсоляции жилых помещений // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 139-147.
6. Халикова Ф.Р. Совершенствование нормирования и расчета инсоляции жилых помещений путем учета интенсивности и дозы ультрафиолетового радиации: диссертация кандидата технических наук: 05.23.01: защищена 20.05.13: утв. 30.09.13. – Казань, 2013. – 145 с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013660878. Автоматизированный программный комплекс «РаиН» / Халикова Ф.Р., Куприянов В.Н., Седов А.Н.; КазГАСУ. № 2013660878; Заяв. 07.08.2013; Опубл. 21.11.2013.
8. Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р. Новые предложения по нормированию и расчету инсоляции жилых помещений // Жилищное строительство, 2013, № 6. – С. 50-54.

**Khalikova F.R.** – candidate of technical sciences

E-mail: khalikova\_f@mail.ru

**Kupriyanov V.N.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

**Sedov A.N.** – candidate of technical sciences

E-mail: sedovartur@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### **Automated software package for calculating insolation premises**

#### **Resume**

At the heart of the current regulatory principle calculation method for calculating insolation is the duration of exposure in hours. However, according to numerous theoretical and experimental studies of calculation of insolation is proposed to consider in terms of intensity and doses of ultraviolet radiation. It is proposed to determine the dose of ultraviolet radiation as in room air, and on its surfaces.

An automated software system «RaiN 2013» for calculating insolation premises by the intensity and dose of ultraviolet radiation is presented. The basis of a computer program is developed on the basis of theoretical and experimental research methodology for calculating the dose of ultraviolet radiation range (B + C) in indoor air and on its surfaces. When calculating the parameters specified premises window parameters, thickness of the outer walls, the orientation of the room, the presence or absence of opposing buildings, the number and type of glass in the pane.

Thus, this methodology takes into account both space-planning and urban space solutions and permeability types of glass used in the effective UV range (B + C), coming to the facades of buildings of different orientations.

Established on the basis of the developed method, a computer program «RaiN 2013» allows you to automatically receive conclude that the level of non-compliance or bactericidal efficiency of residential premises.

The software package «RaiN 2013» is designed for engineers, architects, and can be incorporated into existing software packages for the design of buildings.

**Keywords:** software package, the calculation of insolation, orientation facilities, duration of insolation, the transparency of glass, the intensity of solar radiation, the radiation dose.

#### **Reference list**

1. Kupriyanov V.N., Khalikova F.R. To study insolation premises // *ACADEMIA architecture and engineering*, 2010, № 3. – P. 477-482.
2. Khalikova F.R., Kupriyanov V.N. Experimental studies of penetration of UV radiation through window glass // *Herald MGSU*, 2011, № 3, T. 2. – P. 30-35.
3. Kupriyanov V.N., Khalikova F.R. Modern problems of insolation premises // *Translucent design*, 2010, № 4 (72). – P. 24-28.
4. Kupriyanov V.N., Khalikova F.R. Transmittance of ultraviolet radiation panes at different angles of incidence // *Homebuilding*, 2012, № 7. – P. 64-65.
5. Kupriyanov V.N., Khalikova F.R. Field investigations of the energy parameters of insolation premises // *News of the KSUAE*, 2012, № 4 (22). – P. 139-147.
6. Khalikova F.R. Improving regulation and calculating insolation premises and by taking into account the intensity of ultraviolet radiation dose: the dissertation of the candidate of technical sciences: 05.23.01: 20.05.13 protected: approved 30.09.13. – Kazan, 2013. – 145 p.
7. Certificate of state registration of the computer software № 2013660878. Automated software complex «RaiN» / Khalikova F.R., Kupriyanov V.N., Sedov A.N.; KSUAE. № 2013660878; Stated. 07.08.2013; Publ. 21.11.2013.
8. Kupriyanov V.N., Khalikova F.R. New proposals for regulation and calculation of insolation premises // *Homebuilding*, 2013, № 6. – P. 50-54.