

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДСКИХ СЕЛИТЕБНЫХ ЗОН

*И.Т. Трунов, А.А. Калитвенцева*

*Ростовский государственный строительный университет*

*В статье рассмотрены некоторые аспекты обоснования закономерностей рационального использования территорий городских селитебных зон.*

*Ключевые слова: территория; рациональное использование территорий, теория инсоляции, оптимальное развитие, геоинформационные системы, улучшение качества среды, экономическая эффективность.*

*In article some aspects of justification of regularities of rational use of urban areas the selitebnykh of zones are considered.*

*Key words: territory; rational use of territories, theory of insolation, optimum development, geographic information systems, improvement of quality of the environment, economic efficiency.*

Основные закономерности процессов в инсоляции и обоснование плотности застройки селитебных зон.

Селитебные зоны являются одной из главных функциональных частей города на ее территории размещаются жилые районы, общественные, культурно-бытовые, учебные, научные, детские, садово-парковые и многие другие объекты общего пользования. Важнейшим градостроительным критерием селитебных зон является эффективность использования их территория различными объектами, из которых основными являются плотность застройки, ее этажность, удельные веса жилищного фонда и общественных объектов (включая учебные, торговые, детские, элементов благоустройство и т.д.). Исследованием установлено, что большое влияние оказывают на формирование и проектирование функциональной территории города теоретической социальной эффективности и защиты окружающей среды.

Характеристики и закономерности инсоляции (нормы облучения) объектов и пространственное положение планировочных плоскостей городских территорий, но и являются основным интегрированным критерием их рационального использования с обоснованием строительных норм застройки и планировочной структуры города. При этом эффективно решаются проблемы оптимального размещения отдельных элементов городских структур, определения их параметров, организации культурно-бытового обслуживания, защиты окружающей среды (по многим фактам) и благоустройства городских территорий. Теоретические закономерности процессов инсоляции и теория оптимального планирования развития хозяйства (с использованием природных ресурсов) разработана в 60-х годах XX века академиком АН СССР Канторовичем Л.В. (лауреатом Ленинской и Нобелевской премий).

Функция продолжительности инсоляции, ее начала и конца взаимосвязана с координатами солнца, ориентацией и пространственным сложением зданий, транспортных сетей, параметрами рельефа, лесопарковыми зонами, другими природно-климатическими и санитарно-гигиеническими аспектами.

Плотность застройки жилой территории микрорайона целесообразно определить по ингредиентам «конверта теней» недвижимости. Каждому жилому зданию в зависимости от его геометрической ориентации, ориентации окон и ширины местности соответствует

вполне определенный участок, на котором может размещаться этот дом (рис.1). Площадь застройки  $S_D$  (дома) определяем  $S_D$  и  $S_k$  по геометрическим формулам:

$$S_D = (L + \bar{l}) \cdot (p + a),$$

где  $S_{kt}$  - площадь конверта теней (нормативной инсоляции),  
 $L, a$  - длина и ширина жилого здания,  
 $\bar{l}$  - нормативный разрыв между торцами жилых зданий.

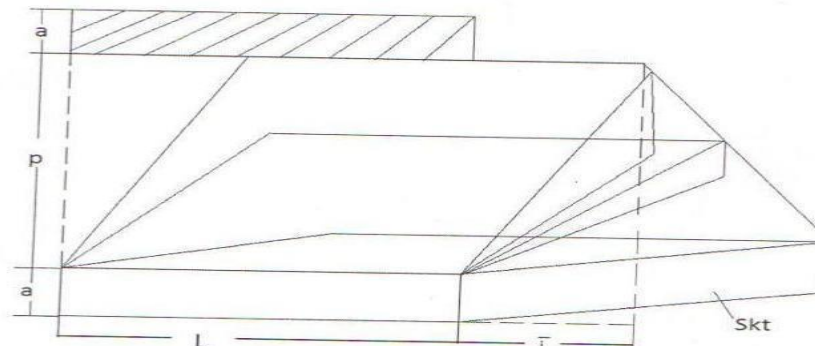


Рисунок 1 - Инсоляционная площадь  $S_0$  для застройки одного дома

В настоящее время характеристики инсоляции и ее нормы (мерой которых служат площади «конверта теней»  $S_{kt}$ ), являются важнейшим интегральным критерием, позволяющим определить закономерности рационального использования городских территорий:

$$S_{kt} = f(T_{инс.}, \varphi, t, p, H, l, h_0, \gamma, Q \Delta \varphi, i, W),$$

где  $\varphi, \Delta \varphi$  - ширина участка местности и поправка к широте за крутизну рельефа;  
 $h_0$  - высота (угол) солнцестояния;  
 $\gamma$  - азимут солнца;  
 $W, Q$  - инфляционный угол зданий и продольный угол ориентации их окон;  
 $H, l$  - высота и длина зданий;  
 $T_{инс.}, t$  - часы суток и продолжительность инсоляции (время при котором солнечные лучи непрерывно облучают помещение через оконные проемы);  
 $i$  - величины наибольшего уклона рельефа местности;  
 $\Delta \varphi$  - угол экспозиции склона (угол между направлением уклона местности и меридианом) и поправка к ширине с учетом экспозиции.

Параметры зданий взаимосвязаны условием:

$$L = H h_0,$$

$$p = \text{ctg} h_0 \cos(\gamma - Q) = kH,$$

где  $p$  - величина поперечного разрыва между зданиями.

Значение  $h_0$  в зените находим по формуле:

$$W = 180^\circ - 2 \tan^{-1}(d/b),$$

где  $d, b$  - толщина стены и ширина окон здания.

$$i = \tan \Delta \varphi; \varphi_1 = \varphi \pm \Delta \varphi; \Delta \varphi_1 = \Delta \varphi \Delta d.$$

Эти формулы служат обоснованием для подсчета площадей участков местности для каждого здания  $S_g$  и плотности застройки территории селитебных зон.

Основой методического обеспечения организации рационального использования городских территорий является плотность застройки территории селитебных зон (П<sub>з</sub>) жилой территории численно равная отношению суммарной площади  $F_з$  застройки жилыми домами к жилой площади территории  $F_ж$  микрорайона.

$$П_з = F_з / F_ж \times 100\%.$$

Площадь застройки – это количество домов  $N_g$ , умноженное на площадь одного дома.

$$F_ж = S_g \times N_g.$$

Следовательно, плотность застройки можно выразить следующей формулой:

$$\Pi_3 = (aL / (L+1)(a+p)) \times 100\%.$$

К важнейшим факторам, влияющим на плотность застройки относятся:

- величина города и его назначение;
- природные условия и наличие территории, пригодной для застройки;
- строительная база, удобство проживания в городе;
- архитектурно-планировочный вид жилых районов, их этажность;
- рельеф местности;
- Загрязнение городской территории.

Пример расчета для девятиэтажной застройки на 53° с.ш. (центральная зона):

а) широтная ориентация -  $\ddot{O}=180^0$ :

$$i=26 \text{ м}; a=12,5 \text{ м}; P=36,4 \text{ м}; L=120 \text{ м},$$

$$\Pi_3 = (12,5 \times 120 \times 100) / (146 \times 52,5) = 19,6\%;$$

б) меридиальная ориентация –  $\ddot{O}=90-270^0$ :

$$i=26 \text{ м}; a=12,5 \text{ м}; P=52 \text{ м}; L=150 \text{ м},$$

$$\Pi_3 = (12,5 \times 150 \times 100) / (176 \times 64,5) = 188000 / 11350 = 16,6\%;$$

в) предельно-допустимая ориентация –  $\ddot{O}=60-300^0$ :

$$i=26 \text{ м}; P=140 \times 0,5 = 70 \text{ м}; L=150 \text{ м},$$

$$\Pi_3 = 13,0\% .$$

Средний (допустимый) расчетный процент застройки для девятиэтажных домов  $\Pi_3=17,7\%$ . Эти расчеты целесообразно выполнять с поправкой за крутизну рельефа местности:

$$\varphi_1 = \varphi \pm \Delta\varphi \cos\alpha,$$

где  $\varphi$  - широта местности,

$\pm\Delta\varphi$  - поправка и широта для южного и северного склонов,

$\Delta\varphi_1$  - поправка к широте с учетом экспозиции склона.

Б. Обоснование функции планировочных и социально-экономических аспектов оптимальной застройки жилых районов больших городов

Для обоснования оптимальной застройки жилых районов необходимо определить плотность жилищного фонда по критериям «нетто» и «брутто». Расчет этих ингредиентов основывается по двум показателям: планировочная организация территории и системы размещения обслуживающих население.

Плотность жилищного фонда «нетто» характеризует интенсивность использования жилой территории микрорайона и экономичность использования его жилой застройки ( $\text{м}^2/\text{га}$ ) числом жителей, проживающих на данной территории; конструктивно-планировочной серией проектов жилых зданий; санитарной нормой жилой обеспеченности одного жителя ( $\text{м}^2/\text{чел.}$ ) общей площади.

Важнейшим интегральным критерием, оказывающим решающее влияние на формирование структур и планировочную организацию селитебных зон, является плотность жилищного фонда (или населения), соотнесенная к единице территории каждого элемента города. Величина «нетто»  $\mathcal{B}_н$  является функцией числа домов  $N_g$ , их этажности  $n$ , емкости  $\sum Q_d$  и  $K_{гр.}$ , характеризующего выход общей площади квартир с одного  $\text{м}^2$  площади застройки дома:

$$\mathcal{B}_н = f(D, \sum Q_d, n, K_{гр.}),$$

$$\mathcal{B}_н = \Pi_3 \cdot K_{гр.} \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{га},$$

где  $10^2$ -число для перехода от % в котором рассчитано  $\Pi_3$ ,) в  $\text{м}^2/\text{га}$ .

Практическое значение  $K_{гр.}$  заключается в достаточно обоснованной оценке теоретических расчетов и проектных решений, в определении исходных данных параметров для проектирования и удельных показателей (норм) жилой территории, необходимой для одного человека ( $F_ж$ ):

$$F_ж = (10^2 g) \backslash \Pi_3 \times K_{гр.} \cdot \text{м}^2/\text{чел.},$$

где  $g$  - норма жилищной обеспеченности.

Градостроительный показатель определяем по равенству:

$$K_{гр.} = K_3 \times n,$$

где  $K_3$  - экспериментальный коэффициент (для домов 2-5 этажных  $K_3=8$ ; при  $n=6-12$  этажей  $K_3=0,75$ ; при  $n=12-20$  этажей  $K_3=0,7$ ; при  $n=23-35$   $K_3=0,65$ ).

Плотность жилищного фонда «брутто»  $\sigma_6$  характеризует интенсивность использования территории всего городского егоструктурного подразделения и контролирующей эффективности принятых технико-экономических решений:

$$\sigma_6 = (10^4 \times g \times K_{гр.} \times \Pi_3) \setminus (10^2 \times g + K_{гр.} \times \Pi_3 \times \sum f_0, \text{ м}^2/\text{га},$$

а для любого элемента городской территории:

$$\sigma_6 = (10^4 \times g \times \sigma_n) \setminus (10^4 \times g + \sigma \times \sum f_0, \text{ чел./га}.$$

По условиям инсоляции установлено:

- форма здания должна быть сферической, веерообразной и развернутой к южному направлению;

- плотность застройки увеличивается с повышением  $L$  до 180 м и  $d$  до 25-40м;

- с повышением этажности увеличиваются разрывы ( $P$ ) и плотность жилищного фонда ( $\sigma_6, \sigma_n$ ), а плотность застройки  $\Pi_3$  и нормы территории для одного человека ( $f_ж$ ) уменьшаются.

Все вышеприведенные подсистемы служат обоснованием для решения планировочных задач.

Усредненная плотность застройки  $\Pi_3$  жилой территории по этим параметрам рассчитывается по формуле:

$$\Pi_3 = (\sum dL) / (\sum S) \times 100\% = dL/S \times 100\%,$$

где  $\sum dL, \sum S$  - соответственно общая площадь жилых домов и сумма площадей их участков территории.

По условиям инсоляции и расчетам по этой формуле установлено, что плотность застройки (при высоте зданий до 18 этажей) увеличивается с повышением  $L$  до 180 м и  $d$  до 10 м, затем с ростом этажности  $L$  и  $d$  - затухает. По экономическим показателям и характеристикам инсоляции оптимальными являются: для домов выше 9 этажей  $L=120-150$  м, для домов 5-9 этажей  $L=75-120$  м.

В соответствии с данным обоснованием площадь  $F_ж$  и плотность  $\Pi_ж$  жилого фонда по жилым районам определяется по формулам:

$$F_ж = (\sum S_d - \sum S_p) \times n_3;$$

$$\Pi_ж = F_ж / F_r;$$

где  $n_3$  - среднее число этажей в жилых зданиях;

$\sum S_d = \sum tr$  - общая площадь участков территории между домами;

$F_r$  - площадь территории жилой застройки.

Установлено, что величины  $F_ж$  и  $\Pi_ж$  значительно возрастают при повышении этажности жилых зданий до 12 этажей, затем (при  $n_3, 12-16$ ) их рост затухает, а при  $n_3 > 16$  - прекращаются.

Этот вывод правомерен, если застройка производится только домами линейного типа. В этом значения плотности и площади застройки увеличиваются при средней этажности до 18 м.

В зависимости от этих факторов этажность в жилых районах изменяется в очень широких пределах (даже в крупных городах). Для оценки эффективности использования территории селитебной зоны необходимо определить ее площади и жилищный фонд по различным структурным элементам (в зависимости от этажности) жилой застройки. Эти расчеты выполняются по соотношению в городских застройках жилых зданий различной этажности, плотности жилищного фонда и принятой нормы жилой площади на 1 жителя. Такая методика предопределяет площади жилой территории района  $F_ж$  численной величиной которой является сумма удельных весов (в %) зданий различной этажности ( $\sum S_d = 100\%$ ), т.е.  $F_ж = 100$  га.

Таблица 1

**Определение жилищного фонда в жилом районе большого города**

Этажность жилой застройки	Удельные величины		Размеры структурных территорий района			
	Плотность жилищного фонда Ж/Э	Площади застройки, га	Этажность зон, %	Жилищного фонда, м2	%	м2 на 1 чел.
Малоэтажная 1-2-этажная приквартальными участками	1200	2	2	2400	0,7	121
2-этажная (без участков)	2400	3	3	7200	2,1	60,5
3-этажная	2700	3	3	8100	2,3	54,0
4-этажная	3100	2	7	21700	6,1	47,0
5-этажная	3400	10	10	34000	9,4	41,0
Многоэтажная: 6-этажная	3500	10	10	35000	10,5	40,0
7-этажная	3600	12	12	43200	11,9	38,5
8-этажная	3700	13	13	48100	13,4	39,0
9-этажная	3800	20	20	76000	20,6	35,5
12-этажная	4100	12	12	49200	13,5	31,5
16-этажная	4300	8	8	34400	9,5	28,5
		100	100	369300	100	100

По этим данным находим среднюю плотность жилищного фонда  $P_{ж(с)}=369300/100=3693 \text{ м}^2/\text{га}$  (которая соответствует параметрам 8-этажного дома, т.е. средней застройки) и численность населения в жилом районе  $N_{ж.}=369300/13=28408$  человек.

Для города с населением 500 тыс. человек площадь жилой территории селитебной зоны определяем по соотношению:

$$F_{з(г)}=(500000/28408)\times 100=1760 \text{ га.}$$

Кроме жилой застройки в селитебной зоне размещаются общественные учреждения, зеленые насаждения общего пользования, улицы и площади.

К общественным учреждениям здания областного, общегородского и районного значения, театры, дома культуры, библиотеки, крупные торговые здания, высшие учебные заведения и т.д. Общая площадь этих учреждений рассчитывается по укрупненным нормам  $F_y$  на 1 жителя ( $23 \text{ м}^2$ ).

$$F_y=f_y\times N=17\times 500000=8500000 \text{ м}^2=850 \text{ га.}$$

В систему зеленых насаждений селитебной территории входят зеленые насаждения общего и ограниченного пользования. К первым относятся городские и районные (крупных городов) парки культуры и отдыха, сады жилых районов, скверы, бульвары, посадки на улицах и площадях. К насаждениям ограниченного пользования относятся насаждения отдельных учреждений, больниц, спортивных комплексов и т.д. Их общая площадь  $F_ж$  также рассчитывается по укрепленным нормам  $f_3$  на одного жителя ( $10-12 \text{ м}^2$ ):

$$F_ж=f_3\times N=12\times 500000=600000 \text{ м}^2=600 \text{ га.}$$

Сеть улиц и площадей является важнейшей составной частью селитебной зоны, обеспечивает удобные транспортные связи этой зоны и ее различные элементов с промышленными, транспортными и другими городскими территориями, рациональное размещение основных городских сооружений, коммунальных, энергетических и ливневых сетей. Уличная сеть располагается в соответствии с природными условиями (рельефом, водными условиями и т.д.) и предопределяет планировку всей селитебной зоны ее объектов. Общую площадь улиц и городских площадей также можно определить по укрупненным нормам на 1 жителя ( $12-15 \text{ м}^2$ ):

$$F_{ny}=f_{ny}\times N=15\times 500000=750 \text{ га.}$$

Общая площадь селитебной зоны равна:

$$F_c = F_{з(г)} + F_y + F_{зн.} + F_{пу} = 3960 \text{ га}$$

Плотность «нетто» микрорайона рассчитывается в зависимости от климатических зон и этажности (от 2 до 20 этажей) в м<sup>2</sup>/га (при ширине жилых зданий, равной 12-13 м) для жилищного фонда и чел/га для населения. Установлено, что сплошная застройка выше 12 этажей замедляет прирост плотности, а наибольший эффект-до 12 этажей. Такой этажности и ширине зданий соответствовала строительная техника, но плотность необходимо дифференцировать в зависимости от широты, рельефа и направления склона. Дифференцировать в зависимости от широты, рельефа и направления склона: для 2-х этажного -6000 м<sup>2</sup>/га; 12-ти этажного -12300 м<sup>2</sup>/га, 800 чел/га; 20-ти этажного-12500 м<sup>2</sup>/га.

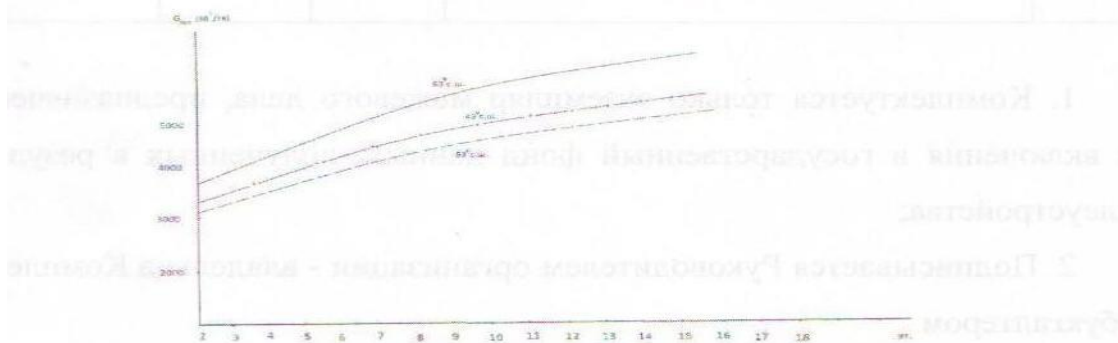


Рисунок 2 - График изменения плотности «нетто» (жилфонда) в зависимости от этажности широтных зон

Плотность «брутто» микрорайона (интегрированного понятия, включающее противоречивые факторы для всех структурных элементов генплана города) рассчитывается также по зонам климатических условий для жилфонда и населения. Для двух этажей - 4550 м<sup>2</sup>/га, 12-ти этажей- 7900 м<sup>2</sup>/га, 20-ти этажей-8250 м<sup>2</sup>/га. Необходимо отметить, что эти закономерности зависят и от величины города.

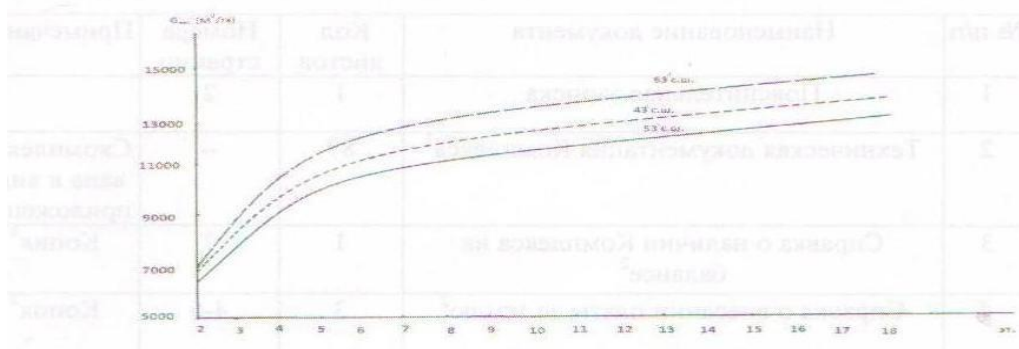


Рисунок 3 - График кривых изменения плотности жилищного фонда «брутто» микрорайона в зависимости от этажности зон

Магистральные улицы (окружающие жилой район) должны обязательно нормироваться по технико-экономическим показателям и в соответствии с величиной города, его благоустройства (включая садово-парковые территории, бульвары, уникальные объекты). Необходимо отметить, что магистральные улицы являются одним из основных источников загрязнения окружающей экологической среды.

Экологический аспект плотности и этажности жилой застройки предопределяет развитие безотходной технологии производства и в сфере расселения, размещения производительных сил и населенных пунктов на базе рационального использования природных ресурсов земли и ее биосферы, т.е. в сфере комплексного формирования всей

окружающей человека среды- природной и искусственной, как единого целого на основе научных разработок. Вопросы комплексного рационального использования территорий для расселения, их регулирование и нормирование во всех подразделениях планировочной структуры города и системы расселения приобретают первостепенное значение как проблема интенсивного использования всех необходимых территорий (с высоким качеством окружающей экологической среды): селитебных, внеселитебных, лесопаркового защитного пояса. Исходя из характера основных функций, общегородские общественные территории можно разделить на 4 группы:

- магистральные улицы, площади, автостоянки, транспортные развязки, скоростные дороги и т.д.);
- зеленые насаждения общегородского значения;
- общественно-административные, торгово-зрелищные и спортивные территории;
- учебные и научно-производственные центры, коммунальные территории, больницы и медицинские центры.

Параметры и площади всех территорий зависят от величины города, его значимости, этажности застройки жилых районов, качества всех объектов и окружающей экологической среды и экономической эффективности вышеприведенных четырех групп территорий, жилых и административных районов города. С повышением этажности застройки возможно увеличить территории зеленых насаждений, общественных и медицинских объектов. Оптимальные решения этой проблемы зависят от величины города. Здесь необходим глубокий научный подход целесообразно снижения параметров по всем элементам селитебных зон в соответствии с утвержденными стандартами качества всей городской среды (включая экологическую). Для решения этой важнейшей проблемы необходимо создать высокие геоинформационные системы и технологии (ГИС, ГИТ) для глубокого исследования (с улучшением качества) этой среды, ее зон и объектов. Основой создания таких технологий является атомно-молекулярная научная парадигма о энергетических свойствах химических элементов и теории их взаимодействия с различными видами антропогенных излучений (в основном лазерных).

Основой автоматической комплексной оценки природно- социальной среды городских населений является государственный мониторинг этой среды, позволяющей контролировать (на основе лидарных оптико- электронных систем (ЛОЭС) экологическую обстановку по всем регионам нашей страны в каждом населенном пункте и их зонах. ЛОЭС- это лазерные локаторы, которые состоят из 8 блоков (рис.4). Конструкция которых изменяется в зависимости от конкретных задач [2].

Основными источниками излучателя лазера является активная среда (АС), в котором происходит преобразование энергии внешнего источника в энергию электромагнитных колебаний (ультрафиолетового или инфракрасного диапазона волн) и оптический резонатор, который формирует частотные и пространственные характеристики генерируемого лазером излучения лазеры (по типу активной среды) делятся на 4 класса: твердотельные, газовые, жидкостные и полупроводниковые.



Рис. 4 Структурная система лидара

В твердотельных лазерах активные центры создаются ионами примеси кристаллической решетке (или в стекле). Наибольшее применение в лидарных системах получили три типа лазеров: на кристаллах рубина, иттрий-алюминиего граната (ИАГ) с примесью неодима и лазеры на стеклах, активированные неодимом (или ионами других редкоземельных элементов).

Класс газовых лазеров является наиболее многообразным. Их активная среда лежит в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Основным методом возбуждения этой среды-мощный электрический разряд и ионизация разряд и ионизация газа потоком электронов, позволяющие создать высокую оптическую однородность и монохроматичность.

Жидкостные лазеры на красителях мощные, длиноимпульсные, обладающие сильным поглощением и интенсивной флюоресценцией. Эти свойства позволяют дистанционно контролировать полупроводниковые многие газовые загрязнения атмосферы. Полупроводниковые лазеры основаны (на свойствах полупроводниковых диодов) создавать спонтанное излучение избыточных электронов при их перемещении (под влиянием внешних воздействий: тепловых облучений, электротока) из запрещенных в пустые (дыры) зоны полупроводников. По характеру взаимодействия с излучением приемники делятся на тепловые и фото детекторы. Тепловые приемники подразделяются на 4 типа: термопары, балометры, пироэлектрические и оптикоакустические. Широко применяются приемники на основе пироэлектрического эффекта, которые обеспечивают наиболее высокую чувствительность и регистрируют только переменные их сигналы.

Лазерный дистанционный газоанализ загрязнений атмосферы основан на эффектах взаимодействия лазерного излучения с атмосферными загрязняющими газами. При взаимодействиях образуются процессы поглощения и рассеяния лазерных излучений газами. При взаимодействиях образуются процессы поглощения и рассеяния лазерных излучений газами.

При анализе установлено, что вышеприведенные лазерные излучения для комплексных оценок минеральных ресурсов, грунтов и строительных объектов, не эффективны из-за низкой их проницаемости в различные виды диэлектриков. Выполненные исследования показывают, что для положительного решения данной проблемы необходимо применять радиометрические (гамма-излучения, ультракороткие радиоволны, магниторезонансные) системы на основе квантовой теории энергетических свойств минерального вещества, позволяющие установить статистические свойства световых полей (потоков фотонов) и закономерности их пульсирующих излучений, которые эффективно проникают в самые совершенные диэлектрики. Их важнейшей характеристикой является диэлектрическая проницаемость « $\epsilon$ », которая обусловлена поляризацией диэлектрика:  $\epsilon = D/E$ , где  $D$ ,  $E$ -электростатическая индукция и напряженность поля диэлектрика. Большинство минералов-диэлектриков являются ионными диэлектриками (к ним относятся все глины). Ионы не образуют атомные



системы и являются их частицами. Поэтому они перемещаются в электромагнитном поле с определенной скоростью:

$$V_{и}=(g \times \varepsilon \times \sigma \times \gamma)/(K \times T) \times e^{-u/KT},$$

где  $g, \varepsilon, \gamma$ -соответственно заряд иона, расстояния между двумя потенциальными ямами и частота колебаний иона,

$u, E$ -свободная энергия по Гиббсу и напряженность электрического поля.

Зависит электропроводимость минералов от их кристаллических особенностей, то есть влияния катионов ( $K, Ca, Mg_2, Al_3, Ca$  и т.д.) влияние катионного состава или изменения его от примесей и дефектов характеризует функция:

$$\lg P=f \times [(\gamma/\tau \times K^{-1})]$$

На основе выполненных исследований созданы различные многочисленные лазерные устройства (включая ионные, магнитные, оптические и ряд других), позволяющих выполнить комплексную оценку любых диэлектриков.

К таким системам относятся:

1) СВЧ-диапазона (соседнего с УФ оптико-электронного) с глубиной проникновения  $H_n$  от долей метров до многих их десятков;

2) мельчайшие частицы нейтрино со спиной 0,5 почти нулевой массой, очень высокой скоростью  $U_c$  (в несколько раз выше  $U_e$  электрона) и высочайшей протекающей способностью во все виды вещества (с  $H_n$  на десятки и сотни км);

3) магнитно-резонансные;

4) магнитно-редукционные;

5) геоакустика;

6) акустико-оптические;

7) акустико-каротажные (строительные);

8) ионно-эмиссионные;

9) ионно-индукционные;

10) ионно-потенциальные;

11) эмиссиорадиометрические.

Переход от УФ-диапазона в сантиметровый диапазон-СВЧ возможно выполнить и вышеприведенными твердотельными или полупроводниковыми лазерными системами (с выполнением необходимых преобразований повышающих частоту их импульсов). Эти условия позволяют все измерения (включая оценку качества горных пород и недвижимости) выполнить при помощи малых летальных средств (вертолетов) на основе лазерного сканирования (на небольшой высоте до 300 м) с взаимосвязью с лидарными системами.

Частицы нейтрино участвуют только в слабом и гравитационном взаимодействиях, относятся к лептонам и очень слабо взаимодействуют с веществом. Различают электронное ( $U_e$ ), мюонное ( $U_m$ ) и нейтрино, соответственно выступающие с электроном (или протоном) и мюоном, а также (нейтрино) с тяжелым лептоном. Они проникают во все виды вещества (твердые, жидкие и газообразные) до огромных глубин (до бесконечности). Нейтрино образуется во всех оптических инструментах (в том числе геодезических) и легко фиксируется в лидарной оптике. Это позволит комплексами ЛОЭС выполнить полную комплексную оценку литосферы, гидросферы (включая дно любых водотоков, морей и океанов), тропосферы и всех объектов городских поселений (включая горные породы и почвы).

За последнее десятилетие достигнут высокий уровень в развитии различных акустических ГИС. Достоинство этих ГИС заключается и в том, что их конструкции наиболее просты, они лучше освоены, высокоточные и являются составной частью лидарных и радиометрических систем.

Совокупности всех полученных ингредиентов (на основе ГИС) образуют функционал  $\Phi_n$ , которой является обоснованием всех взаимосвязей загрязнителей различного вида и их системного анализа:

$$\Phi_n [(\sigma_{\phi a}(\rho) + \sigma_{xx}(\rho)) / (\sigma_{\phi a}(\rho) + \sigma_a(\rho) \sigma_{\beta}(\rho))] = [(P_{\phi a}(\hat{C}_{\phi}, C_{\phi}) + P_{xx}(\hat{C}_x, \sigma_k) / P_{\phi a}(C_{\phi}, \sigma_{\phi \cdot})];$$

$$P_{\beta}(C_{\beta}, \sigma_{\beta})] D_k(x, y, z) =$$

$$\sum \sum [P_{\phi a}^3(\hat{C}_{\phi}, \sigma_{\phi}) + P_{xx}(\hat{C}_x, \sigma_x) \dots] D_i(x, y, z)$$

где  $(\sigma_{\phi a}(\rho), P_{\phi a}(\hat{C}_{\phi}, \sigma_{\phi}))$ -математические модели основного компонента и коррелируемых с ним не основных;

$\sigma_{xx}(\rho), P_{xx}(\hat{C}_x, \sigma_x)$ -математические модели остальных не основных компонентов, коррелируемых друг с другом, но не коррелируемых с основными;

$\sigma_{\phi a}(\rho), P_{\phi a}^3(\hat{C}_{\phi}, \sigma_{\phi})$ -математические модели качественных не параметрических показателей сырья, коррелируемых с параметрическими;

$\sigma_{\beta}(\rho), P_{\beta}(\hat{C}_{\beta}, \sigma_{\beta})$ -математические модели качественных непараметрических показателей сырья, не контролируемых с параметрическими.

Данный функционал служит основой для создания экономико-математических моделей всей территории городских поселений, их различных зон и жилых районов, различных производственных комплексов (среднего машиностроения, создания ГИС, ГИТ и т.д.).

Задача оптимизации всех строительно-производственных процессов, учитывающая нелинейную зависимость затрат на ресурсы от размеров их использования, формируется в виде функционала

$$\Phi = \sum f_{mn}(Y_{mn}) + G(r_m) - \hat{S}(\hat{Y}_m) \rightarrow \min$$

При ограничениях:  $0 \leq Y_{mn} \leq r_{mn}; r_{mn} = b_{mn} X_{mn};$

$$\sum Y_{mn} = R_m (m=1, 2, \dots, M);$$

$$\sum X_{mn} = B_n (n=1, 2, \dots, N),$$

где  $m=1, 2, \dots, M$ -пункты формирования производственных узлов (включая строительные);

$n=1, 2, \dots, N$ -номера предприятий (и соответствующих отраслей) в узлах;

$X_{mn} (X_{m1}, X_{m2}, \dots, X_{mn})$ -оптимизирующий вектор производственной нагрузки в пункте  $m$ ;

$$Y_{mn} = b_{mn} X_{mn} r_{mn} = b_{mn} A_{mn} \text{ для } m=1, 2, \dots, M; n=1, 2, \dots, N;$$

$F_{mn}(Y_{mn}) = f(Y_{mn})$ -вариации затрат по отрасли в целом как функция мощности предприятия этой отрасли в пункте  $m$ ;

$G(r_m)$ -зависимость затрат на ресурс в пункте  $m$  от размеров его использования;

$\hat{S}(\hat{Y}_m)$ -экономия затрат при совместном сооружении и эксплуатации предприятий.

В общем виде условия оптимизации выполняются при полной автоматизации производственных процессов (на основе ГИС и ГИТ) с высоким уровнем качества их продукции (включая окружающую экологическую среду) и выражается равенствами:

$$x_1 a_1 + x_2 a_2 + x_3 a_3 + \dots = \min,$$

$$Q_1 \Pi_1 + Q_2 \Pi_2 + Q_3 \Pi_3 + \dots = \max;$$

$$\sum \sum \Pi = \max$$

## Литература

1. Градостроительный кодекс РФ. М. 2014.
2. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды. Под редакцией В.Н. Рождествина. М. Издательство МГТУ имени М.Э. Баумана
3. Воронцов А.В. Путь в современную информатику. М.: Ком-Книга.2008.
4. Трунов И.Т. Системы развития экономики и управления качеством процессов ТПК и градостроительства. М.: Высшая школа.2008.
5. Трунов И.Г. Системы управления качеством процессов градостроительства и окружающей среды. Ростов-на-Дону.2013г.

---

**Иван Трофимович Трунов** – доктор технических наук, профессор кафедры Экономика природопользования и кадастра Ростовского государственного строительного университета.

**Ivan Trofimovich Trunov** – the Doctor of Engineering, professor of the Economy of Environmental Management and Inventory of the Rostov State Construction University chair.

**Анастасия Александровна Калитвенцева** – студентка кафедры Экономика природопользования и кадастра Ростовского государственного строительного университета.

**Anastasia Aleksandrovna Kalitventseva** – the student of the Economy of Environmental Management and Inventory of the Rostov State Construction University chair

344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162  
344022, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya St., 162  
Тел.: +7(863) 295-03-32; e-mail: [kafkadastra@yandex.ru](mailto:kafkadastra@yandex.ru)

---

---