



ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИЛИЩНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПУТЕМ РАСЧЕТА ИНСОЛЯЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА

к.э.н., доц. **Далиев Ахтам**

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

ORCID: 0009-0009-0955-5460

akhtamdaliyev@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются научно-практические аспекты обеспечения санитарно-экологических условий для жителей оптимизацией инсоляции на территории микрорайона. Показано, что инсоляция является одним из ключевых факторов формирования здоровой и комфортной городской среды, оказывающим прямое влияние на энергоэффективность зданий, экологический баланс и архитектурно-градостроительные решения. Предложены методы расчёта, основанные на геометрии застройки, климатических особенностях региона, а также использовании математического моделирования. Показаны взаимосвязи санитарных, экологических и демографических условий в оптимизации инфраструктуры микрорайона. Рассмотрены примеры из практики города Ташкента и зарубежного опыта. Разработаны рекомендации по интеграции инсоляционных требований в региональные градостроительные программы.

Ключевые слова: инсоляция, санитарно-экологические условия, микрорайон, оптимизация застройки, комфортная среда, моделирование, демографический прогноз, урбанизация, энергоэффективность.

MIKRORAYON HUDUDIDA INSOLYATSIYA HISOB-KITOBİ ORQALI UY-JOY INFRATUZILMASINI OPTIMALLASHTIRISH

PhD, dots. **Daliev Axtam**

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada mikrorayon hududida insolyatsiyani optimallashtirish orqali aholi uchun sanitariya va ekologik sharoitlarni ta'minlashning ilmiy-amaliy jihatlari ko'rib chiqiladi. Insolyatsiya sog'lom va qulay shahar muhitini shakllantirishda asosiy omillardan biri ekani, binolarning energiya samaradorligiga, ekologik muvozanatga hamda arxitektura va shaharsozlik yechimlariga bevosita ta'sir ko'rsatishi qayd etiladi. Hisoblash usullari qurilish geometriyasi, mintaqaviy iqlim xususiyatlari hamda matematik modellashdan foydalanishga asoslangan. Mikrorayon infratuzilmasini optimallashtirishda sanitariya, ekologik va demografik sharoitlarning o'zaro bog'liqligi namoyish etiladi. Toshkent shahri amaliyotidan va xorijiy tajribadan misollar keltiriladi. Insolyatsiya talablarini mintaqaviy shaharsozlik dasturlariga integratsiya qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: insolyatsiya, sanitariya va ekologik sharoitlar, mikrorayon, qurilishni optimallashtirish, qulay muhit, modellash, demografik prognoz, urbanizatsiya, energiya samaradorligi.

OPTIMIZATION OF RESIDENTIAL INFRASTRUCTURE THROUGH INSOLATION CALCULATION WITHIN THE MICRODISTRICT

PhD, assoc. prof. **Daliev Akhtam**

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Abstract. *The article examines the scientific and practical aspects of ensuring sanitary and environmental conditions for residents through the optimization of insolation within a microdistrict. It is shown that insolation is one of the key factors in shaping a healthy and comfortable urban environment, directly influencing building energy efficiency, ecological balance, and architectural and urban planning solutions. Calculation methods are proposed based on building geometry, regional climatic features, and the use of mathematical modeling. The interrelations of sanitary, ecological, and demographic conditions in the optimization of microdistrict infrastructure are demonstrated. Practical examples from the city of Tashkent and international experience are analyzed. Recommendations have been developed for integrating insolation requirements into regional urban development programs.*

Keywords: *insolation, sanitary and environmental conditions, microdistrict, optimization of development, comfortable environment, modeling, demographic forecast, urbanization, energy efficiency.*

Введение.

В жилищном строительстве инсоляция определяется как процесс и одновременно показатель естественного освещения помещений прямыми солнечными лучами. Данный параметр имеет принципиальное значение для обеспечения нормативной продолжительности поступления солнечного света в жилые помещения, что непосредственно связано с формированием комфортной и здоровой среды обитания, а также с регулированием температурного и влажностного режимов.

Значимость инсоляции в жилищной среде определяется комплексом факторов: во-первых, это влияние на здоровье и комфорт населения, поскольку солнечное излучение содержит ультрафиолетовые лучи, обладающие антимикробным действием и оказывающие оздоравливающее воздействие на организм человека; во-вторых, это энергоэффективность, так как рациональная ориентация жилых зданий и оптимальное расположение оконных проёмов позволяют снижать расходы на искусственное освещение и отопление; в-третьих, это микроклимат, поскольку солнечный свет способствует поддержанию оптимальной температуры и влажности воздуха внутри помещений.

Достижение нормативных параметров инсоляции в жилищном строительстве обеспечивается посредством ориентации жилых зданий по сторонам горизонта, а также планировочных решений, включающих размещение и размеры оконных проёмов, их конструктивные особенности и конфигурацию. Следовательно, инсоляция является обязательным условием при проектировании и реализации объектов жилищного строительства, включая жилые комплексы, микрорайоны, а также образовательные и медицинские учреждения, интегрированные в жилую среду (Кодекс, n.d.).

Современные процессы урбанизации, сопровождающиеся ростом населения и увеличением плотности застройки, усиливают необходимость обеспечения санитарно-гигиенических и экологических условий проживания. В этих условиях одним из ключевых факторов, определяющих качество городской среды, выступает инсоляция, понимаемая как естественное освещение и прогрев помещений и территории за счёт солнечного излучения.

Для городов Узбекистана, и в особенности Ташкента, проблема оптимизации инсоляции приобретает особую значимость по следующим причинам: высокий уровень

солнечной радиации требует научно обоснованного регулирования её поступления в жилую среду; инсоляция напрямую связана с тепловым балансом зданий, что определяет уровень энергозатрат; санитарные нормы регламентируют минимальную продолжительность солнечного освещения жилых помещений; экологический фактор предполагает достижение равновесия между естественным освещением, затенением и тепловым комфортом.

Таким образом, инсоляция должна рассматриваться не только как градостроительный параметр, но и как системообразующий элемент формирования здоровой городской среды, включающий социальные, демографические и экологические компоненты (Джумабаев и др., 1992).

Градостроительные нормы и правила (2009) не содержат конкретных рекомендаций по организации инсоляционного режима помещений при реконструкции жилой застройки. В документе лишь указывается, что «расстояния между жилыми зданиями, а также между жилыми и общественными или производственными зданиями следует принимать на основе расчётов инсоляции и освещённости, зрительной изоляции основных жилых помещений и приквартирных двориков»; дополнительно регламентируется продолжительность инсоляции (п. 26*) и ориентация окон помещений (п. 2.145).

В связи с этим возникает необходимость проведения исследований, направленных на разработку и внедрение экономико-математических моделей и алгоритмов оценки и расчёта инсоляции в пределах жилого микрорайона.

Предметом исследования в настоящей работе выступает продолжительность инсоляции жилых помещений в условиях увеличения этажности реконструируемых зданий. Цель исследования заключается в создании экономико-математических моделей, алгоритмов и программного продукта для расчёта уровня инсоляции территории микрорайона на основе архитектурно-планировочных решений.

Результатом проведённой работы является разработка комплекса экономико-математических моделей, алгоритмов и программных продуктов, позволяющих оценивать влияние проектируемой застройки на инсоляцию, включая определение расчётной высоты затеняющего здания и расстояния между затеняемым и затеняющим объектами. Практическая ценность исследования заключается в предложенном методе расчёта инсоляции, который обеспечивает определение как продолжительности инсоляции на территории микрорайона в условиях окружающей застройки, так и оптимальной ориентации зданий и сооружений.

Обзор литературы.

Формирование научных основ расчёта инсоляции является результатом исследований отечественных и зарубежных учёных, направленных на создание экологически безопасных и санитарно благоприятных условий проживания в городской среде.

Так, узбекские исследователи Крюкова, Абдурасулев, Азимов, Убайдуллаев, Кадырова изучали солнцезащитные приёмы и средства как элементы архитектурной композиции. Существенный вклад в исследование инсоляционного режима помещений, оценку эффективности солнцезащитных устройств и разработку их новых типов внесли сотрудники института ТашЗНИИЭП — Мерпорт, Насонов, Плетнёв, Смирнова.

Исследования Содикова (2019), Зокирова (2021), Назарова (2012), Мирзиёевой (2019) и Раимова посвящены выявлению взаимосвязи задач оптимизации жилищной инфраструктуры в условиях активной урбанизации с расчётами инсоляции территорий микрорайонов и ключевыми факторами региональной экономики.

Российскими учёными Бахаревым, Гостинцевой, Шмаровым и Халиковой были предложены методы совершенствования нормирования и расчёта инсоляции жилых

помещений, а также доз ультрафиолетовой радиации. В работах Германовой (Россия) инсоляция рассматривается как один из факторов для установления минимального расстояния между зданиями микрорайона.

Зарубежные исследователи, такие как Collins и Robinson (n.d.) (США), Neeman и Hopkinson (1975) (Великобритания), Peterbridge (Великобритания), Ясин Ахмад Аль Хусбан (Иордания), внесли значительный вклад в разработку методов расчёта прямой составляющей естественной освещённости архитектурных сооружений.

Анализ современной практики проектирования и застройки свидетельствует о недостаточном учёте элементарных требований, обусловленных солнечной радиацией. В противном случае трудно объяснить широкое распространение унифицированных планировочных, конструктивных и композиционных решений и строительных материалов в различных климатических условиях.

На наш взгляд, основными причинами подобных просчётов являются недостатки строительного нормирования климатических факторов, особенно связанных с солнечной радиацией; ограниченные знания проектировщиков о значении солнечного света в формировании городской световой среды; а также недостаточная изученность ключевых аспектов этой проблемы как в отечественной, так и в зарубежной науке.

Эти обстоятельства обусловили необходимость применения комплексной методологии и постановки ряда научных задач, включающих:

- исследование практики нормирования и проектирования инсоляции и солнцезащиты, а также обобщение существующих теоретических разработок;
- изучение закономерностей поступления солнечной радиации в застройку, установление соотношений её параметров, определяющих эффективность и нормативные величины;
- разработку многокритериальных систем оценки инсоляции на территории микрорайона.

Методология исследования.

Методологическую основу исследования составляют положения теории урбанизации, системного подхода к управлению развитием городских территорий и жилищной инфраструктуры, методы разработки экономико-математических моделей расчета инсоляции, как неотъемлемая часть жилищного поселения (Джумабаев и др., 1992).

Методика исследования включает методы экономико-математическое моделирование для определения оптимальных параметров инсоляции с учетом задач оптимизации жилищного фонда и инфраструктуры микрорайонов; типы и методы размещения дренажных систем на территории микрорайона в условиях урбанизации, а также методы обобщения и группировки, сравнительный и динамический анализ, системный подход и статистический анализ (Нефедов, 1986).

Методологическая основа работы включает комплекс методов: натурные наблюдения, компьютерное моделирование, математическое моделирование с использованием элементов математической статистики, а также технико-экономический анализ.

Анализ и обсуждение результатов.

Инсоляционный расчёт в жилой застройке представляет собой комплексную оценку солнечной радиации, поступающей на элементы территории и здания в течение временных интервалов различной продолжительности. Данный процесс является необходимым условием рационального проектирования, поскольку определяет энергетическую эффективность, санитарно-гигиеническую безопасность и социальную комфортность городской среды.

Научно обоснованное моделирование инсоляции обеспечивает:

- оптимизацию естественного освещения помещений и общественных пространств;
- повышение энергоэффективности за счёт интеграции солнечных технологий;
- соответствие санитарно-экологическим требованиям и градостроительным нормативам.

Ограничения традиционных графических методов связаны с высокой погрешностью, отсутствием сезонной детализации и невозможностью оптимизационного анализа. В то же время аналитические и графоаналитические подходы, обладая большей точностью, требуют значительного количества параметров, что осложняет их применение на стадии проектирования.

Экономико-математические модели и алгоритмы расчёта учитывают ориентацию зданий, рельеф, плотность застройки и климатические характеристики региона, позволяя прогнозировать динамику солнечного освещения и корректировать планировочные решения. В результате инсоляция рассматривается не только как инженерный показатель, но и как социальный критерий, влияющий на качество жилой среды и устойчивость городского развития.

Очень важно выбирать соответствующий метод расчета уровня инсоляции на территории микрорайона, методология которых заключается в следующем:

Таблица 1.

Метод	Алгоритм	Точность	Трудоёмкость	Требуемое ПО
Геометрический	расчёт углов солнца, продолжительности инсоляции по формулам.	Средняя	Низкая	Нет
Графический	построение теневых диаграмм на планах застройки.	Средняя	Средняя	AutoCAD
Программный	использование ПО (Ecotect, ArchiCAD, SketchUp+SunPath,)	Высокая	Высокая	Ecotect, SketchUp
Эмпирический	Натурные наблюдения, фотометрия, опросы жильцов.	Средняя	Высокая	Приборы

Автором разработан и внедрен в проектную практику алгоритм и программный модуль расчета инсоляции на территории микрорайона, основанный на геометрический метод.

Расчёт инсоляции и основанное на нём обоснование изменений плотности застройки, а также определение оптимальных параметров высотности зданий и сооружений ориентированы на формирование благоприятных жилищных условий, что непосредственно коррелирует со стратегиями социально-экономического развития регионов (Назаров, 2012; 2014).

Уровень инсоляции в весенне-осенний период года в жилых помещениях (не менее чем в одной комнате 1 - 3-х комнатных квартир и не менее чем в двух комнатах 4-5-комнатных квартир) должна быть (Нефедов, 1986):

в центральной зоне (58 — 48° CHL) — не менее 2,5 часов в день в период с 22 марта по 22 сентября;

в северной зоне севернее 58° с.ш.) — не менее 3 часов в день в период с 22 апреля по 22 августа;

в южной зоне (южнее 48° с.ш.) — не менее 2,5 часов в день в период с 22 февраля по 22 октября.

В общем виде задача расчёта инсоляции на территории жилого микрорайона может быть представлена следующим образом. Пусть дана прямая α , образующая угол φ с осью ординат, и задана точка A с координатами (X_a, Y_a) , соответствующая левой верхней вершине объекта. Дополнительно определяется высота объекта h (см. рис. 2).

Необходимо:

1. Определить координаты точек (остальных вершин объекта), лежащих на расстоянии l_1 и l_2 по направлению прямой и на линии, перпендикулярной к ней (см. рис.3).

2. Определить множества U_1, U_2, \dots, U_k , элементы которых формируются в соответствии с заданной функциональной зависимостью:

$$U_m = \{U_{\xi}^m\} = \{g_m(x_a, y_a, h, \varphi_{l1}, \varphi_{l2}, l_{\xi}, B_{\xi}^{ti}), \quad i=\overline{1, \mu_{\xi}}; m = \overline{1, k}\}$$

3. Найти такое количество k выборочных множеств U_m ($m = \overline{1, k}$), причем для любой точки $t_i \in T$ ($i=\overline{1, \mu_{\xi}}; \varepsilon = \overline{1, 4}$) и для множества $Q=\{q_j\}$ выполнилось бы условие $f(k) \geq H_t$, где $T_{\xi}=\{t_i\}$ – часы суток; ε – времени года инсоляционного периода ($i=\overline{1, \mu_{\xi}}; \varepsilon = \overline{1, 4}$); μ_{ξ} – длительность дня в ξ - месяце; l_{ξ} – азимут солнца в ξ - месяце; B_{ξ}^{ti} – высота солнца под горизонтом в t_i - часу ξ - месяца; $Q=\{q_j\}$ – множество точек на фасадной линии объекта; $f(k)$ – линейная функция качества (время инсоляции), определяемая разницей между элементами T_{ξ} количеством множеств k ; H_t – значение нормативной инсоляции, час.

Основу метода решения задачи составляют геометрические расчеты с классификацией внутренних и внешних точек области, разделенных линиями множеств U_i ($i = \overline{1, n}$).

Как видно из блок-схемы алгоритма (см. рис. 4), по заданным значениям левой верхней точки и угла определяются на декартовой системе координаты остальные три точки объекта. Затем по всем координатам вершин объекта и по высоте его, пользуясь соответствующими тригонометрическими формулами для фиксированного часа определяем множество, ограниченное прямыми, соединяли вершины объекта с точкой, находящаяся на расстоянии длины и по направлению тени.

Теперь, пользуясь программными модулями, последовательность углов, находящихся о одной стороны кусочно-линейной границы, определяем находятся ли точки фасадных линий других объектов в этом множестве. Если находятся, то это фиксируется. Затем выбирается другое время и весь процесс повторяется. Суммируем количество всех фиксированных положений находим разницу между этой суммой и продолжительностью дня (в часах), что характеризует время инсоляции объекта.

В основу формул расчета заложены тригонометрические вычисления вида:

$$X_b = X_a \pm d_L \cdot \sin \varphi;$$

$$Y_b = Y_a \pm d_L \cdot \cos \varphi$$

Экономический эффект от оптимальной организации мер инсоляции на территории микрорайона рассчитывается следующим образом:

$$E = (P_{эл} \times \Delta t \times N) / K_{инв},$$

где $P_{эл}$ — удельная мощность освещения, кВт/ч на m^2 ;

Δt — сокращение времени использования искусственного освещения;

N — число помещений,

$K_{инв}$ — затраты на проектирование и корректировку инсоляции.

Наблюдается снижение затрат на электроэнергию для освещения до 20%.

Одним из важных эффектов применения практических мер инсоляции – это социальный эффект, формула оценки которой имеет вид:

$$S = (I_{факт} / I_{норм}) \times K_{зд} \times K_{здоровья},$$

где: $I_{факт}$ – фактическая продолжительность инсоляции, час;

$I_{\text{норм}}$ – нормативная продолжительность, час;

$K_{\text{зд}}$ – коэффициент значимости здоровья (от 0,7 до 1);

$K_{\text{здоровья}}$ – коэффициент влияния инсоляции на здоровье (из мед. статистики).

Оптимально организованная инсоляция, как показывает практика, снижает уровень заболеваемости на 10–15%. Инсоляция является критически важным фактором в планировании микрорайонов, напрямую влияя на здоровье, энергоэффективность и комфорт проживания.

Контрольный пример.

Исходные данные. Планировочная схема участка рассматриваемого микрорайона введена на нижеприведенном рисунке, а данные о его объектах сведены в Таблицу 1И.

Результаты решения задачи – количество часов инсоляции на территории жилого микрорайона, соответствующие исходным данным (Таблица 1И), выглядят следующим образом:

Таблица 2.

Суммарная инсоляция объектов в весенне-летнем периоде

Номер объекта	Месяца года			
	Март	Июнь	Сентябрь	Декабрь
	Продолжительность солнечного дня, в час			
	13	15	13	9
1	5	9	5	3
2	4	9	4	3
3	6	11	6	4
4	5	9	5	3
5	5	9	5	3
6	5	9	5	3
7	5	9	5	3
8	5	9	5	3
9	5	9	5	3
10	5	9	5	3
11	5	9	5	3
12	5	9	5	3
13	5	9	5	3
14	5	9	5	3
15	5	9	5	3

Работоспособность разработанной программы апробирована на модельных и практических задачах.

Выводы и предложения.

Предложенный автором комплекс моделей и программного обеспечения оптимизации дренажных систем направлена на повышение устойчивости городской инфраструктуры. На основе разработанных автором методических подходов рекомендуется внедрять комплексные горизонтально-вертикальные дренажные системы, что позволяет:

- снизить риски подтопления и ухудшения санитарно-гигиенических условий на 25–30%;
- минимизировать вероятность эпидемиологических угроз;
- повысить комфортность проживания за счёт стабилизации гидрологического режима.

Таблица 1И

Исходные данные для программы «INSO-1» расчета инсоляции на территории микрорайона

Номер объекта	Ширина объекта, м	Длина фасада объекта, м	Высота объекта, м	Ориентация объекта	Угол поворота, градус.	Абсцисса левой верхней вершины объекта, м	Ордината левой верхней вершины объекта, м
1	10	35	30	В	90	14	122
2	12	40	30	В	90	14	85
3	15	35	30	В	90	14	37
4	11	60	50	С	0	40	17
5	19	55	50	С	0	97	17
6	12	40	50	С	0	153	17
7	25	37	10	С	10	50	58
8	11	40	15	В	90	64	114
9	19	27	15	ЮВ	45	71	123
10	12	30	15	Ю	0	110	137
11	13	31	15	Ю	0	165	134
12	11	60	15	Ю	0	100	98
13	13	55	15	Ю	0	100	78
14	12	49	15	Ю	0	100	65
15	15	37	15	Ю	0	100	45

Примечание: В – восточная; ЮВ – юго-восточная; Ю – южная; ЮЗ – юго-западная; З – западная; СЗ – северо-западная; С – северная; СВ – северо-восточная.

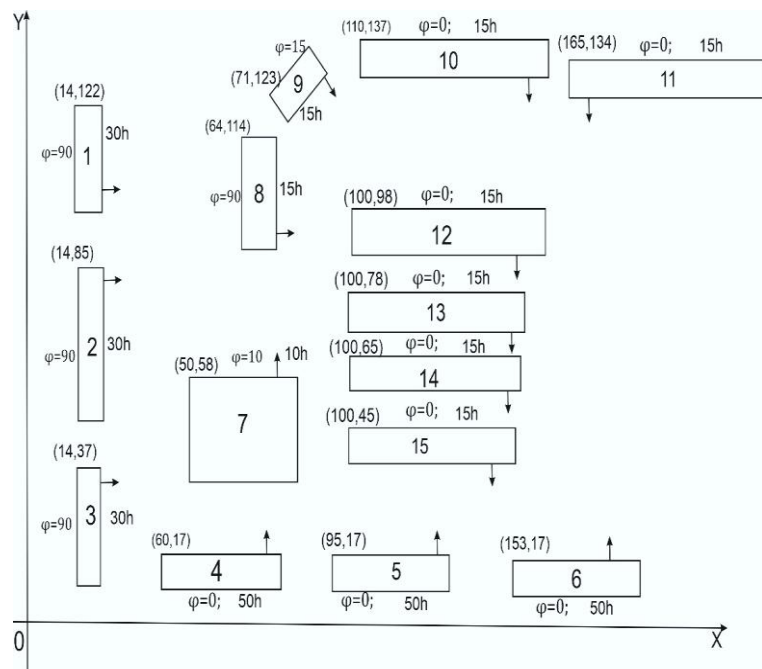


Рис.1. План размещения объектов жилого микрорайона для расчета инсоляции (основание таблицы 1И)

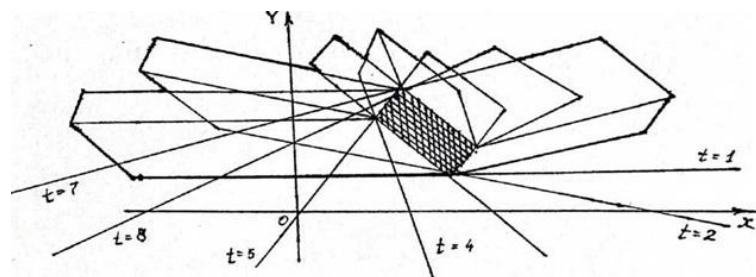


Рис. 3. Динамика размера тени здания

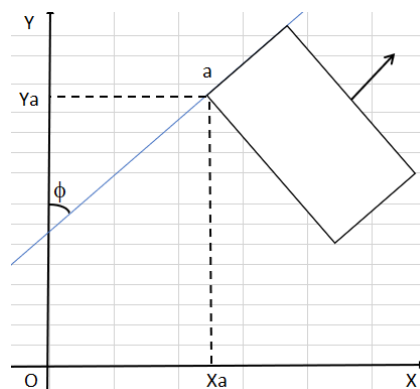


Рис.2. Схема для подготовки расчетов

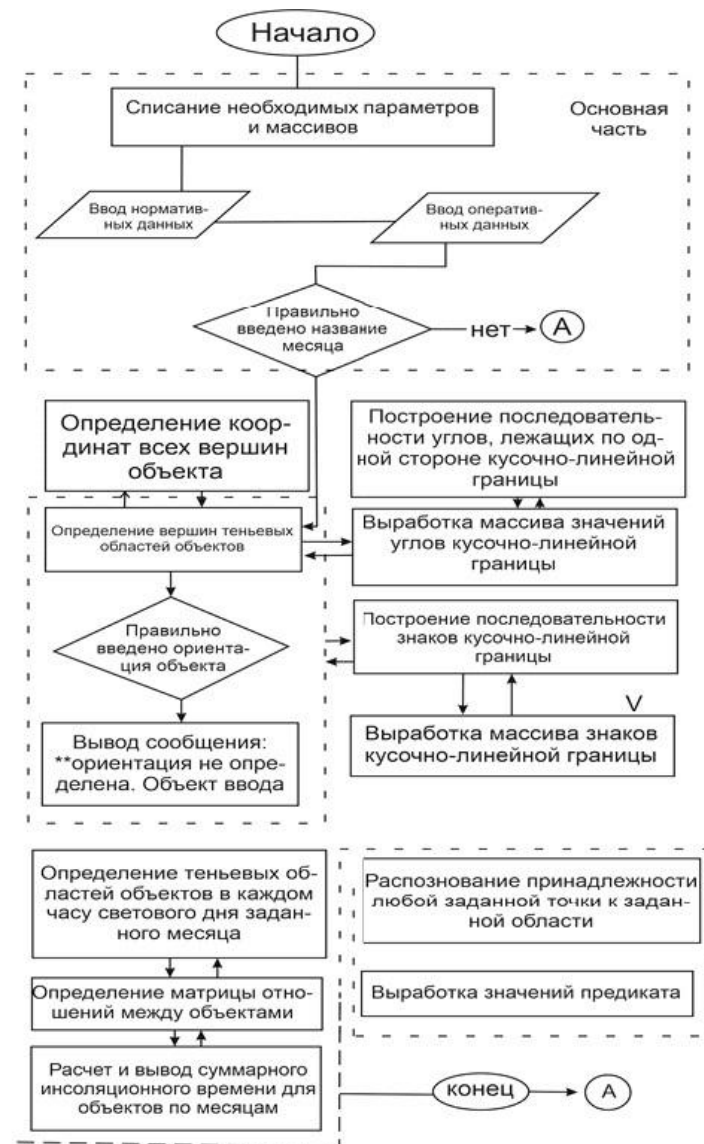


Рис. 4. Укрупненная блок-схема программы «INSO-1» расчета инсоляции на территории микрорайона

Апробация методики на примере жилых массивов г. Ташкента показала, что интеграция в проектирование обеспечивает экономию до 5,2 млн долларов США за счёт сокращения аварийных ремонтов инженерных коммуникаций.

Предложенные экономико-математические модели и алгоритмы показали экономическую эффективность дренажных решений и позволяют:

- уменьшить деформации фундаментов зданий на 60–80%;
- продлить срок службы инженерных сетей на 8–12 лет;
- сократить эксплуатационные расходы на содержание и ремонт объектов на 15–20%.

Эти результаты подтверждены пилотными расчётами для районов «Джаркулан» и «Ашрафи» в г. Ташкенте.

Интеграция дренажных моделей в проектирование жилых зон приводит к снижению риска заболеваний, связанных с повышенной влажностью, на 25–30%, что в долгосрочной перспективе уменьшает расходы региональной системы здравоохранения.

Литература/References:

Collins, R.E., Robinson, S.J. (1991). *Solar Energy*. Vol. 47, №1, pp. 35–38.

Lex.uz (2004) Санитарные правила и нормы проектирования жилых домов в климатических условиях Узбекистана. № 0146-04 от 03.08.2004. [Электронный ресурс]. Доступ: <https://lex.uz/acts/1876151>

Neeman, E., Hopkinson, R. (1975). *Sunlight in buildings*. CIE, 18th Session. London, 131 p.

Ахмедов, Т.М., и др. (2012). *Формирование системы мониторинга социального благополучия населения*. Ташкент: ООО «PrintMedia», 135 с.

Градостроительный кодекс Республики Узбекистан. (2020). [Электронный ресурс]. Доступ: <https://lex.uz/ru/docs/5307955>

Градостроительство. (2009) *Планирование развития и застройки территорий городских и сельских населённых пунктов*. № 2.07.01-03 от 23 декабря 2009 г. [Электронный ресурс]. Доступ: <https://lex.uz/docs/4444165>

Джумабаев, Х.Р., и др. (1992). *Математическое и программное обеспечение САПР жилой застройки*. Ташкент: Фан, 256 с.

Зокиров, С.С. (2021). Йирик шаҳарларда хизматлар соҳаси: ривожланиш ва жойлашув. *Iqtisodiyot: tahlillar va prognozlar*, №3(14), с. 69–74.

Мирзиёева, С.Ш. (2019). Национальная стратегия развития как эффективный инструмент реализации конкурентных преимуществ в условиях глобального состязания. *Iqtisodiyot: tahlillar va prognozlar*, №7, с. 16–23.

Назаров, Ш.Х. (2012). Оценка конкурентоспособности территорий в условиях регионализации и глобализации. *Иқтисод ва молия (Экономика и финансы)*, №1, с. 47–56.

Назаров, Ш.Х. (2014). Сравнительные конкурентные преимущества регионов и пути их рационального использования. *Иқтисод ва молия (Экономика и финансы)*, №5, с. 31–38.

Нефедов, Л.И. (1986). *Метод определения оптимальной по инсоляции помещений ориентации здания в САПР жилой застройки. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики*. Харьков: Вища школа, с. 102–107.

Содилов, А.М. (2019). Худудий ривожланиш стратегиялари ишлаб чиқаришнинг концептуал асослари. *Iqtisodiyot: tahlillar va prognozlar*, №7, с. 41–47.