

## ВЛИЯНИЕ ДАТЫ РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ УПЛОТНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ

**А.Л. Хейфец**

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

Исследовано влияние нормативной даты расчета продолжительности инсоляции на допустимое взаимное положение зданий и их высоту. Актуальность исследования обусловлена произошедшим в России изменением нормативной даты расчета инсоляции с 22 марта на 22 апреля. Исследование выполнено компьютерным 3D-моделированием зданий и построением полей, отражающих продолжительность инсоляции на стенах зданий и окружающих территориях. Приведен алгоритм компьютерного расчета продолжительности инсоляции и построения полей.

Показано, что при расчете продолжительности инсоляции с новой датой 22 апреля допускается увеличение высоты зданий и уменьшение расстояния между зданиями на 30 %, а также уменьшение угла между северной стеной здания и параллелью с  $48^\circ$  до  $24^\circ$ .

Выявлена особенность инсоляции для зданий угловой формы. Показано, что на внутренних стенах с переходом даты расчета от 22 марта к 22 апреля инсоляция снижается. Выполнено исследование этого особого случая. Построены зависимости продолжительности инсоляции на внутренних стенах угловых зданий в зависимости от даты расчета в течение всего года и удаления точки расчета от ребра угла. Приведена геометрическая модель, поясняющая выявленный эффект.

Приведены примеры, показывающие негативное проявление выявленного эффекта. В них новые здания, рассчитанные по инсоляции на 22 марта, привели к недопустимой инсоляции при норме 22 апреля.

Исследования выполнены в пакете AutoCAD с помощью системы автоматизированного расчета инсоляции и построения полей инсоляции.

*Ключевые слова:* продолжительность инсоляции, дата расчета инсоляции, алгоритм расчета инсоляции, 3D-моделирование, уплотненная застройка.

### Введение

Инсоляция – освещение объектов прямым солнечным светом. Инсоляция оказывает положительное биологическое воздействие на человека. В России при проектировании зданий расчет продолжительности инсоляции является обязательным. Расчет выполняется в соответствии с действующими нормами [1, 2], в которых задана дата расчета и другие параметры, которым должна соответствовать инсоляция.

До 2017 г. для центральной зоны России расчет выполнялся на 22 марта или 22 сентября – это дни равноденствия. В 2017 г. установлена новая дата расчета – 22 апреля или 22 августа. При новой дате возрастает высота солнца над горизонтом и продолжительность дневного времени суток, следовательно, возрастает и продолжительность инсоляции в нормативный день расчета. Это позволяет при уплотненной застройке [3, 4] увеличить допустимую высоту зданий и снизить допустимое расстояние между зданиями [5–8].

Изменение нормативной даты расчета имеет негативные социальные последствия [9]. Однако в нашей работе мы рассматриваем лишь геометрические аспекты проблемы, то есть в какой мере можно увеличить плотность застройки в связи с увеличением высоты солнца над горизонтом и

увеличением продолжительности светового дня в апреле по сравнению с мартом.

*Цель данной работы* – исследовать влияние, вызванное изменением нормативной даты расчета продолжительности инсоляции, на допустимую высоту зданий и плотность застройки.

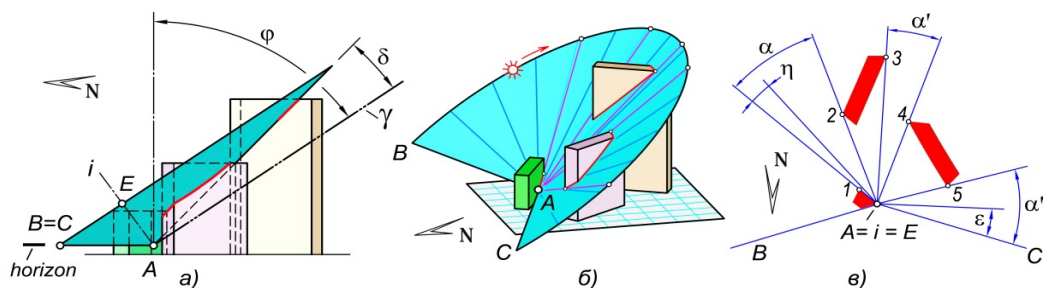
### Алгоритм расчета инсоляции

Исследования выполнялись в пакете AutoCad [10] на основе САПР расчета инсоляции [11, 12] путем построения и исследования полей инсоляции [13].

Для определения продолжительности инсоляции строим 3D-модели зданий в произвольном масштабе (рис. 1, а). Принимаем общепринятую модель движения солнца по небосводу [14]. Строим лучевой конус, вершину которого помещаем в расчетную точку окна – точку А. Это круговой конус, его ось  $i$  определяется значением угла  $\varphi$ , величина которого равна географической широте. Для Москвы и Челябинска  $\varphi = 55^\circ$ . Угол  $\delta$  определяется по формуле Купера [14, 15]:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(2\pi \frac{data-81}{365}\right),$$

где  $\delta$  – угол в градусах,  $data$  – номер календарного дня. Например, для 1 января  $data = 1$ ; для 22 марта  $data = 81$ ,  $\delta = 0$ ; для 22 апреля  $data = 112$ ,  $\delta = 11,93^\circ$ . Для 22 марта лучевой конус вырожда-



**Рис. 1. Алгоритм расчета продолжительности инсоляции:**  
**а – параметры лучевого конуса; б – сечения зданий конусом; в – измерение углов инсоляции**

ется в плоскость  $\gamma$ . При  $\delta < 0$  (зимние месяцы) конус симметричен приведенному (см. рис. 1, а) относительно плоскости  $\gamma$ . Здесь и далее стрелка  $N$  указывает направление на север.

Центр основания конуса, точку  $E$ , задаем так, чтобы он полностью пересекал модели зданий. Конус срезаем на уровне плоскости горизонта  $horizon \supset A$ , при этом определяются луч восхода  $AB$  и луч заката солнца  $AC$ .

Строим сечения зданий конусом и лучи из т.  $A$ , охватывающие эти сечения – лучи  $A-1...A-5$  (рис. 1, б, в). Лучи проецируем на плоскость  $\gamma$  или ей параллельную и измеряем углы  $\alpha, \alpha', \alpha''$ , определяющие продолжительность секторов инсоляции. Находим сумму углов инсоляции  $\alpha_{\Sigma}$ . Значение  $\alpha_{\Sigma}$  преобразуем в интервал времени  $insol$  по соотношению  $15^{\circ} = 1$  час.

В соответствии с нормами [1, 2] из  $\alpha_{\Sigma}$  вычитаем углы  $\varepsilon = 15^{\circ}$  на восходе и закате (в приведенном примере восход закрыт зданием, поэтому луч  $AB$  не учитываем). Если точка  $A$  находится на стене здания, то в этой точке создают 3D-модель окна, балкона или лоджии. В упрощенных расчетах вместо этих моделей из  $\alpha_{\Sigma}$  вычитают предварительно определенные углы  $\eta$  [1, 16] (рис. 1, в). В нашей работе была принята модель с  $\eta = 8^{\circ}$ .

Алгоритм, примененный в нашей работе, учитывает все требования норм расчета [1, 2, 16]. Уточним алгоритм определения прерывистой инсоляции, состоящей из нескольких секторов света:

- если продолжительность наибольшего сектора прерывистой инсоляции менее 1 часа, то инсоляцию в точке принимаем равной нулю (несмотря на то, что суммарная длительность секторов может быть значительной);
- если продолжительность одного из секторов больше двух часов, то инсоляцию в точке считаем непрерывной с длительностью, равной сумме длительностей секторов;
- если сектор света содержит разрывы длительностью до 10 минут, сектор считаем непрерывным. Его длительность определяем за вычетом указанных разрывов. Это условие, добавленное нами, позволяет исключить из расчета микроразрывы инсоляции.

Продолжительность инсоляции  $insol$  сравнивается с допустимым значением  $insol^*$ . При  $insol \geq insol^*$  инсоляция в расчетной точке считается допустимой. Для стен зданий при непрерывной инсоляции (единственный сектор света)  $insol^* = 2$  часа. Для прерывистой инсоляции  $insol^* = 2,5$  часа. Для детских площадок значения  $insol^*$  составляют соответственно 2,5 и 3 часа. При  $insol < insol^*$  инсоляция признается недопустимой.

### Методика оценки влияния даты расчета на основе полей инсоляции

Поле инсоляции – это непрерывное множество значений инсоляции в точках, расположенных внутри контура стены или площадки. Поля строит автоматизированная система [5, 6, 11–13], которая проставляет цветные маркеры в узлах прямоугольной сетки, нанесенной на контур. Цвет маркеров определяется значением  $insol$  (рис. 2, а). Зоны допустимой инсоляции имеют желтый или зеленый цвет. Недопустимая инсоляция выделена красным и синим цветом.

Количество узлов сетки задается в зависимости от требуемой точности расчета. Кроме требований точности продолжительность расчета поля зависит от сложности геометрии зданий, даты расчета и параметров компьютера.

Поля, приведенные ниже, построены на сетках с количеством узлов вдоль длинной стороны, равным 50...100. Продолжительность расчета каждого поля составляла 3–5 мин.

Поля инсоляции обладают высокой информативностью и наглядностью. Они дают интегральную оценку инсоляции как отдельных зданий, так и микрорайонов, позволяют выявить критичные зоны инсоляции, принять обоснованные решения по корректировке геометрии зданий в случае нарушения инсоляции.

В нашей работе на основе построения полей инсоляции предложена методика определения допустимого положения зданий. При сближении зданий или увеличении их высоты контролируем поле инсоляции на стенах. В качестве критерия предельно-допустимого положения зданий или высоты принято появление красной зоны (красной полоски) на нижних этажах.

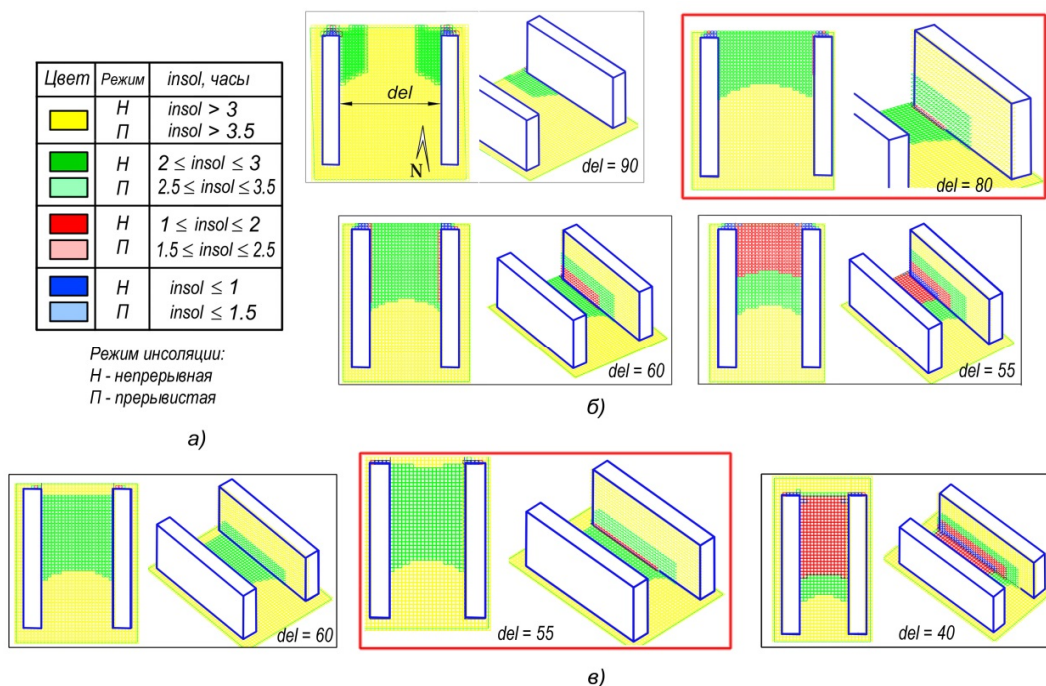


Рис. 2. Влияние даты расчета на допустимое расстояние между зданиями  $del$ :  
а – цвет маркеров в зависимости от продолжительности инсоляции  $insol$  и режима;  
б – поля для 22 марта; в – поля для 22 апреля

В качестве дополнительной информации построены поля инсоляции вокруг зданий.

#### Расстояние между зданиями

Рассмотрим изменение полей инсоляции при сближении двух взаимно параллельных зданий, ориентированных вдоль меридиана. Размеры зданий примем одинаковыми: длина 120, ширина 15, высота 60.

Характерные зависимости приведены для полей, полученных расчетом на 22 марта (рис. 2, б). При расстоянии  $del > 105$  инсоляция всех стен и «земли»  $insol > 3$  часов. Исключение составляют северные стены, в которых инсоляция отсутствует. При  $del = 100$  возникает небольшая зона  $2 < insol < 3$  зеленого цвета. При дальнейшем сближении зданий, например,  $del = 90$ , эта зона возрастает. При  $del = 80$  на внутренних стенах зданий возникает красная зона в виде тонкой полоски в нижней части стены. Это признак появления недопустимо низкой инсоляции  $insol < 2$ . При  $del = 60$  красная зона на стене увеличивается. При  $del = 55$  на стене появилась синяя зона как признак  $insol < 1$  часа; на «земле» образовалась обширная красная зона. Предельно допустимое расстояние между зданиями, при котором на стенах зданий появляется красная зона, составило  $del = 80$ .

При расчете 22 апреля (рис. 2, в) картина полей инсоляции качественно повторяется. Однако допустимое расстояние между зданиями значительно уменьшается. Зеленая зона возникает при  $del = 80$ . При  $del = 60$  эта зона охватывает большую часть дворового пространства. Критическая

красная зона на стенах возникает при  $del = 55$ . Синяя зона на стенах образуется при  $del = 40$ . Следовательно, допустимое расстояние между зданиями снизилось с 80 до 55.

Приведенный пример является характерным и повторяющимся при других параметрах зданий. Следует вывод, что изменение расчетной даты с 22 марта на 22 апреля позволяет располагать здания на  $\approx 30\%$  ближе.

#### Высота зданий

Для оценки влияния даты расчета на предельную высоту зданий принята та же модель из двух параллельно расположенных зданий одинаковой высоты  $h$ , ориентированных вдоль меридиана. Была проведена серия экспериментов при различных значениях  $del$  и  $h$  (рис. 3). Модели зданий сближали до появления красной полоски на стенах. Характерный пример приведен для  $del = 100$ . В марте допустимая высота составила  $h = 75$ , в апреле  $h = 105$ .

То есть в этом и других подобных экспериментах допустимая высота зданий для 22 апреля возросла на  $\approx 30\%$ .

#### Положение здания относительно параллели восток – запад

Продолжительность светового дня 22 марта составляет 12 часов. Для 22 апреля она составляет  $\approx 14$  часов 21 минуту, то есть возрастает на  $\approx 2$  часа 21 минуту. Оценим влияние увеличения продолжительности дня на допустимое положение зданий. Будем снижать значение угла  $\lambda$  (рис. 4, а) между северо-восточной стеной и па-

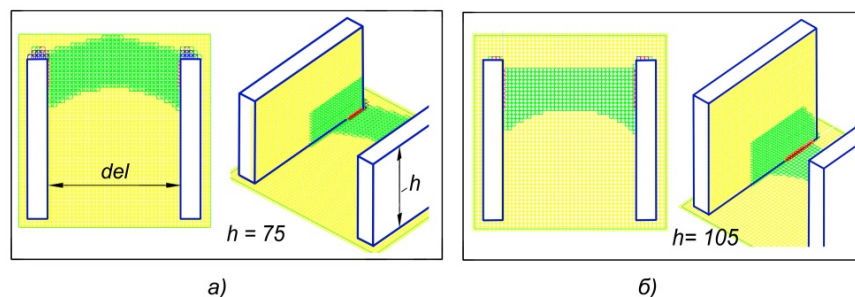


Рис. 3. Влияние даты расчета на допустимую высоту зданий (пример при  $del = 100$ ): а – 22 марта; б – 22 апреля

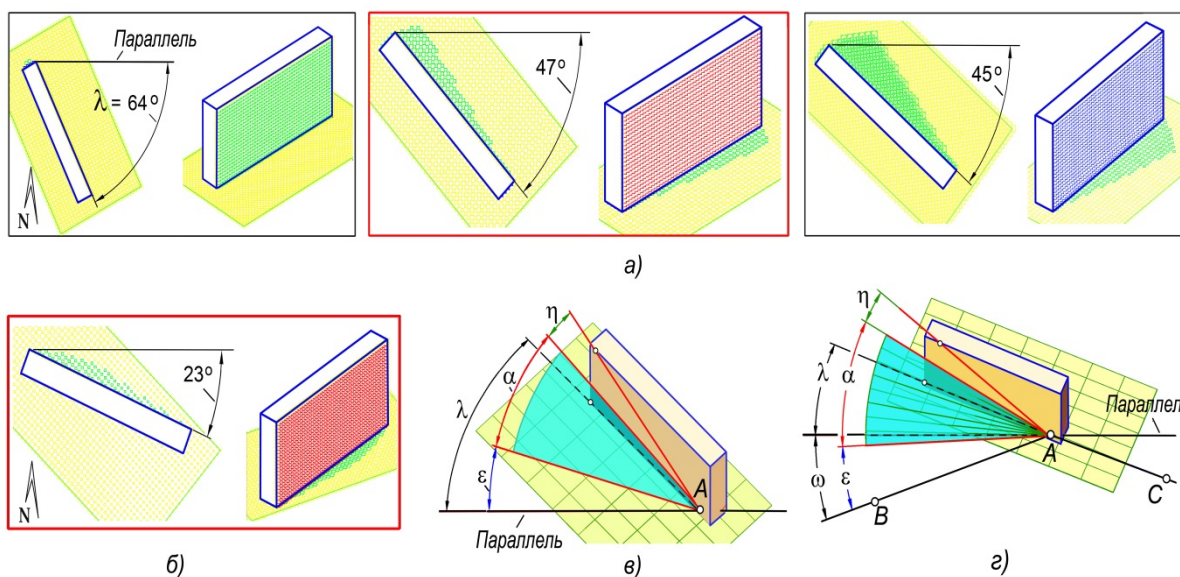


Рис. 4. Влияние даты расчета на величину угла между стеной здания и параллелью восток – запад: а – 22 марта, б – 22 апреля, в – сектор света для 22 марта, г – сектор света для 22 апреля

раллелью восток – запад и контролировать изменение инсоляции этой стены. Все точки контрольной стены имеют равную инсоляцию, поэтому критерий предельного положения – окрашивание всей стены в красный цвет.

22 марта (рис. 4, а) при  $\lambda \geq 65^\circ$  инсоляция всей стены превышает 3 часа (желтый цвет всей стены). При  $64^\circ \geq \lambda \geq 48^\circ$  вся стена окрашена в зеленый цвет. При  $48^\circ > \lambda \geq 45^\circ$  стена окрашена в красный цвет, что указывает на предельное положение здания. При  $\lambda < 45^\circ$  инсоляция стены менее 1 часа (синий цвет стены).

При расчете 22 апреля картина полей качественно прежняя. Однако окрашивание стены в зеленый цвет зоны происходит при  $\lambda = 40^\circ$ . Красный цвет (рис. 4, б) покрывает всю стену при  $24^\circ \geq \lambda \geq 18^\circ$ . Синий цвет образуется при  $\lambda < 18^\circ$ .

Влияние даты расчета на величину допустимого значения  $\lambda$  поясняется тем, что в марте начало сектора света совпадает с параллелью восток – запад (рис. 4, в). В апреле (рис. 4, г) сектор света начинается на  $\omega = 17,6^\circ$  раньше.

Следовательно, при дате расчета 22 апреля по сравнению с 22 марта угол между направлением северо-восточной стены и параллелью можно снизить с  $48^\circ$  до  $24^\circ$ , т. е. в два раза.

### Пример расчета при уплотненной застройке

Рассмотрим влияние даты расчета в реальном проекте. Необходимо определить влияние нового здания 1 (г. Челябинск, ул. Каслинская, 97, заказчик ООО ПКБ «Профиль-Проект» [17]) на существующие здания 2, 3 (рис. 5, а). Первоначально расчет выполняли на 22 марта. Определена инсоляция до возведения нового здания (рис. 5, б) и после возведения здания (рис. 5, в).

Было выявлено снижение области допустимой инсоляции зданий 2 и 3. Примером являются контрольные точки А, В. Эти точки прежде находились в желтой и зеленой зонах полей инсоляции, то есть инсоляция в них была на допустимом уровне. После возведения здания 1 эти точки попали в красную и синюю зоны, то есть в них инсоляция становилась недопустимо низкой.

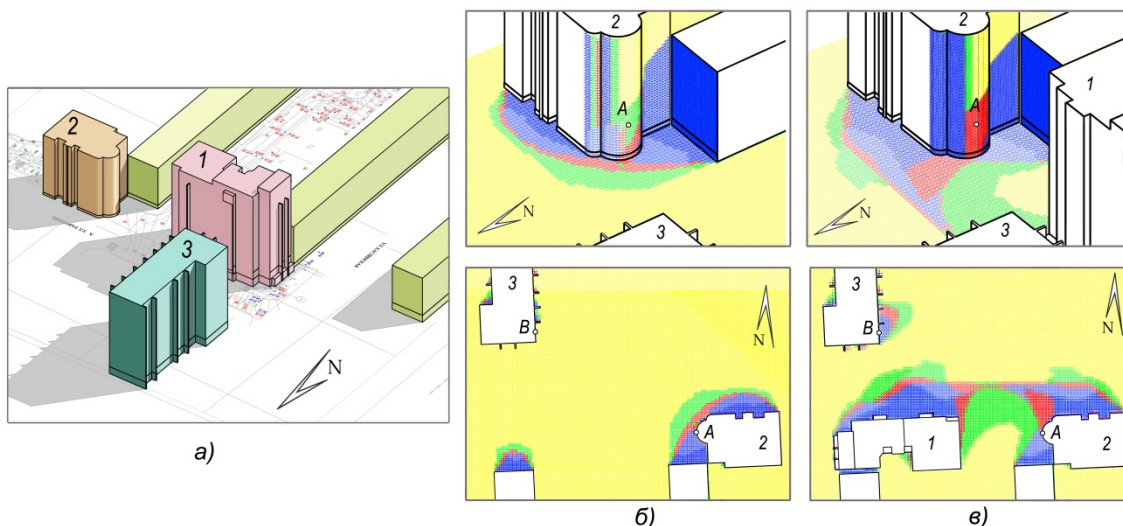


Рис. 5. Расчет инсоляции уплотненной застройки на 22 марта:  
а – модель застройки; б – до возведения нового здания (поз. 1); в – после возведения

Для выработки рекомендаций по сохранению допустимого уровня инсоляции в точках *A*, *B* автоматизированной системой [11, 12] были построены секторы света (рис. 6, а). В точке *A* выявлена непрерывная инсоляция продолжительностью 1 ч 51 мин, что соответствует сектору света  $27,7^\circ$ . Этот сектор ограничен ребрами существующего здания 4 и нового здания 1. В точке *B* инсоляция прерывистая, состоит из двух секторов света. Сектор  $19,8^\circ$  ограничен ребрами зданий 1 и 2. Сектор  $4,3^\circ$  отсчитывается от восхода за вычетом  $15^\circ$  и ограничен ребром здания 2. Суммарная продолжительность инсоляции в точке *B* составила 1 ч 37 мин ( $24,1^\circ$ ).

По результатам расчета на 22 марта для восстановления инсоляции была предложена корректировка возводимого здания, позволяющая расширить секторы света (рис. 6, б).

Переход на дату расчета 22 апреля позволил сохранить первоначальный проект возводимого здания. Инсоляция в контрольных точках стала допустимой. Точка *A* оказалась в зеленой зоне (рис. 7, а). Инсоляция в точке *A* составила 2 ч 49 мин или  $40,8^\circ$  (рис. 7, б). В точке *B* инсоляция возросла до 4 ч 7 мин ( $61,7^\circ$ ). Существенное воз-

растание инсоляции в апреле объясняется тем, что часть границ секторов света оказались выше зданий, которые в марте закрывали эти секторы.

#### Особенности инсоляции зданий угловой формы

В предыдущих экспериментах подтверждено ожидаемое увеличение инсоляции в апреле по сравнению с мартом. Однако для зданий угловой формы было установлено, что на внутренних стенах продолжительность инсоляции в апреле по сравнению с мартом снижается. Для выявления причин этого неожиданного эффекта была исследована модель, приведенная на рис. 8, а. В точках 0–20, соответствующих окнам нижнего этажа, определяли зависимость продолжительности инсоляции *insol* и сектора света  $\alpha$  от даты измерения.

Показано (рис. 8, б), что для точек окна 0–11 с переходом от декабря к июню, в том числе от марта к апрелю, инсоляция снижается. Например, в точке 2 (см. рис. 8, б, кривые 4 и 5) при расчете 22 марта продолжительность составила 5 ч 6 мин или  $76,5^\circ$ . При расчете 22 апреля продолжительность снизилась до 4 ч 34 мин ( $68,5^\circ$ ), то есть на 32 мин.

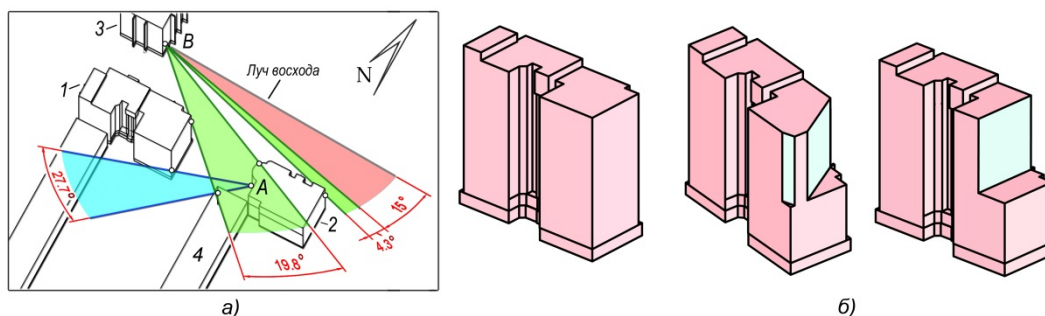
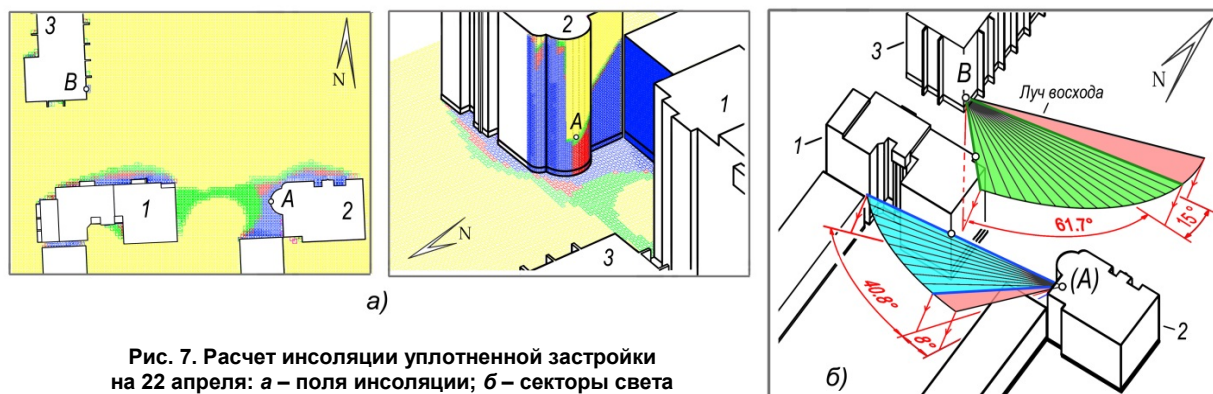


Рис. 6. Корректировка модели возводимого здания по результатам расчета инсоляции на 22 марта:  
а – секторы света в контрольных точках; б – варианты корректировки



Эффект снижения инсоляции проявляется от точки  $O$  до точки  $P$  (см. рис. 8, б). В точке  $P$ , начиная с февраля по октябрь, инсоляция не зависит от даты расчета. После точки  $P$  восстанавливается обычный эффект возрастания инсоляции по мере приближения к 22 июня.

Особенность кривых 1, 2 (см. рис. 8, б) объясняется тем, что в декабре и январе конус света для точек 1–20 не пересекает высотное здание.

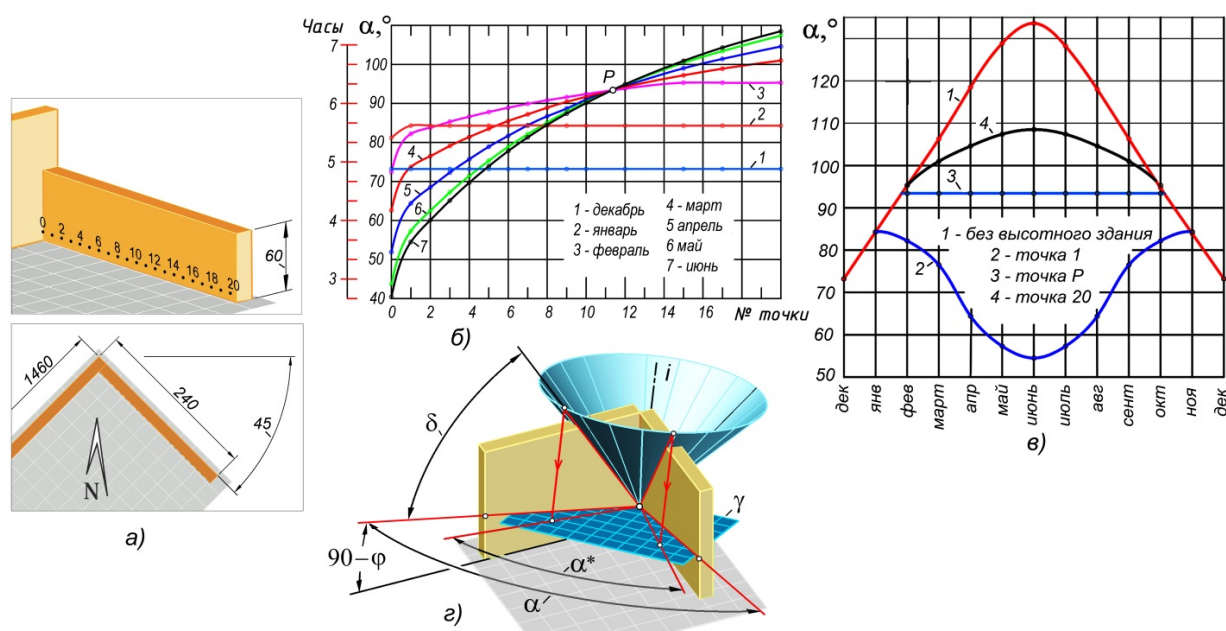
Для точек, удаленных от угла здания в большей мере, чем точка  $P$ , по мере удаления инсоляция асимптотически приближается к инсоляции, определенной при отсутствии высотной части (рис. 8, в).

Приведена модель (рис. 8, з), поясняющая выявленный эффект. Показано изменение угла сектора света, расположенного между стенами углового здания. В модели углам  $\varphi$  и  $\delta$  приданы значения, повышающие наглядность модели. Видно, что

угол  $\alpha^*$ , измеряемый по лучевому конусу, всегда меньше, чем угол  $\alpha$ , измеряемый в марте по плоскости равноденствия  $\gamma$ .

Рассмотрим примеры проявления эффекта снижения инсоляции для зданий угловой формы. Построим модели двух зданий (рис. 9, а). Их контуры в плане определены для 22 марта как варианты предельно-допустимой уплотненной застройки. Каждое из зданий в отдельности, будучи возведенным в заданном месте, обладает максимально-возможной площадью контура застройки, при которой на окружающих зданиях не происходит снижения инсоляции ниже нормы [13,18,19].

Расчет на 22 марта подтвердил (рис. 9, б), что на стенах окружающих зданий нет красных зон. Однако расчет на 22 апреля при тех же зданиях выявил появление красных зон, то есть инсоляция в отдельных участках стен углового здания стала ниже нормы.



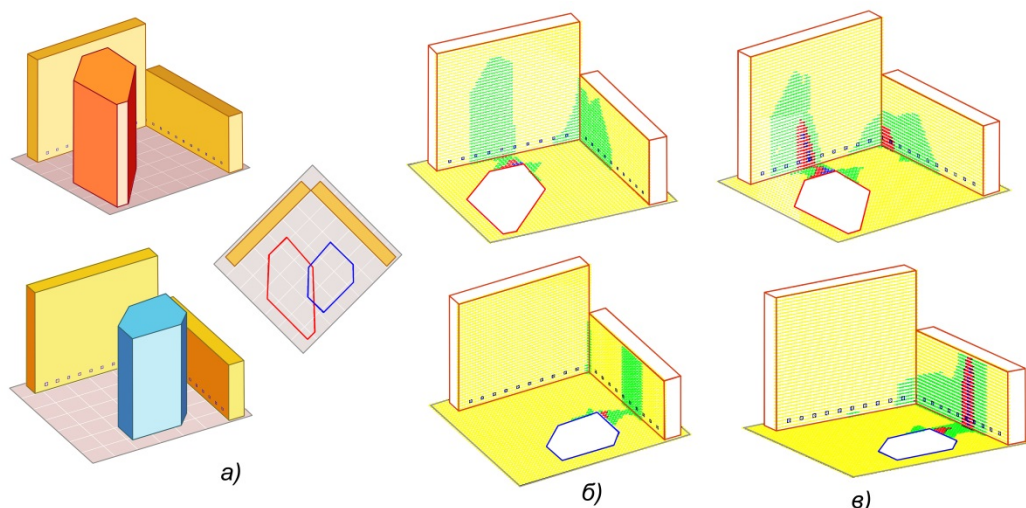


Рис. 9. Инсоляция при уплотненной застройке углового здания: а – модели двух зданий; б – инсоляция 22 марта; в – 22 апреля

### Выводы

Предложена методика оценки геометрической формы и взаимного положения зданий на основе построения полей инсоляции. Допустимые размеры и положение зданий определяются по появлению сигнальных областей (красного цвета), соответствующих уровню низкой инсоляции.

Предложенная методика реализуется программой, написанной на языке AutoLisp [20]. Эффективность методики возрастает с уплотнением застройки и увеличением сложности геометрической формы зданий.

В большинстве случаев уплотненной застройки изменение даты расчета с 22 марта на 22 апреля позволяет увеличить высоту зданий и уменьшить расстояние между зданиями на 30 %, а также уменьшить предельный угол между северной стеной зданий и параллелью с  $48^\circ$  до  $24^\circ$ .

Установлено, что для зданий угловой формы изменение даты расчета с 22 марта на 22 апреля вызывает снижение инсоляции на внутренних стенах. Это может привести к недостоверности результатов, основанных на расчетах для 22 марта, при переходе на дату расчета 22 апреля.

### Литература

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19 октября 2001 г. – <http://best-stroy.ru/gost/r38/311>.
2. О внесении изменений в санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. – <http://docs.cntd.ru/document/420398169>
3. Служкин, В.М. Обеспечение нормированных условий естественного освещения жилых зданий в уплотненной застройке / В.М. Служкин, Л.Н. Смирнов // Академический вестник УралНИИ-Проект РААСН. – 2011. – № 4. – С. 75–77.

4. Эксперты: проблема уплотнительной застройки в России нарастает. – <https://urbanlook.ru/eksperty-problema-uplotnitelnoj-zastrojki-v-rossii-narastaet/>

5. Хейфец, А.Л. Продолжительность инсоляции: автоматизация расчета и учебные аспекты / А.Л. Хейфец // Проблемы координации работы технических вузов в области повышения качества инженерно-графической подготовки студентов: материалы науч.-метод. конф. (с. Дивноморское, 10–16 сентября 2018 г.); Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2018. – С. 134–148.

6. Kheifetc, A.L. Automation of Computation of Insolation Duration in Architectural Design / A.L. Kheifetc // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 451. – P. 012123. – <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/451/1/012123/pdf>

7. Шмаров, И.А. Инсоляция: практика нормирования и расчета / И.А. Шмаров, В.А. Земцов, Е.В. Коркина // Жилищное строительство. – 2016. – № 7. – С. 48–54.

8. Обновленная методика расчета продолжительности инсоляции помещений и территорий по инсоляционным графикам / И.А. Шмаров, В.А. Земцов, В.В. Земцов, В.А. Козлов // Жилищное строительство. – 2018. – № 6. – С. 24–31.

9. Росчерком пера нас лишили солнца в квартирах: «Город будет безобразный». – <http://www.mk.ru/social/2018/03/01/roscherkom-pera-nas-lishili-solnca-v-kvartirakh-gorod-budet-bezobraznyu.html>

10. Инженерная 3D-компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторин, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., пер. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2015. – 602 с.

11. Хейфец, А.Л. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2010613828 Российская Федерация. Программа автоматического расчета инсоляции / А.Л. Хейфец. – Заявка № 2010612286, дата поступления 23.04.2010; зарег. 10.06.2010.

12. Хейфец, А.Л. Система автоматизированного расчета продолжительности инсоляции / А.Л. Хейфец // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2007. – Вып. 4, № 14(86). – С. 51–54.

13. Хейфец, А.Л. Расчет продолжительности инсоляции в условиях уплотненной застройки / А.Л. Хейфец // Приволжский научный журнал. – 2012. – № 3. – С. 99–105. – [http://www.pnj.nngasu.ru/word/pnj\\_3\(2012\).zip](http://www.pnj.nngasu.ru/word/pnj_3(2012).zip)

14. Архитектурная физика / В.К. Лицкевич, Л.И. Макриенко, И.В. Мигалина и др.; под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Архитектура-С, 2007. – 448 с.

15. Формула Купера. – <https://yandex.ru/images/search?text=формула%20купера%20склонение%20солнца&stypе=image&lr=56&source=wiz>

16. ГОСТ Р 57795-2017. Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции.

17. ООО ПКБ «Профиль-Проект». – <http://www.profile-project.ru>

18. Пат. 2505853 Российская Федерация. Способ определения допустимого объема застройки с учетом продолжительности инсоляции при архитектурном проектировании / А.Л. Хейфец, А.В. Саморуков. – Заявка № 2012128696. Приоритет изобретения 09.07.2012. Срок действия патента до 09.07.2032.

19. Kheyfets, A.L. Structural Engineering in Terms of Densed Housing System with Allowance for Insolation / A.L. Kheyfets // 21st International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision in cooperation with EUROGRAPHICS Association. WSCG 2013. Poster Proceedings. Edited by Vaclav Skala, University of West Bohemia, Czech Republic. S. 25–28. – [http://wscg.zcu.cz/WSCG2013/!\\_2013-WSCG-Poster-Proceedings.pdf](http://wscg.zcu.cz/WSCG2013/!_2013-WSCG-Poster-Proceedings.pdf)

20. Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD. Опыт преподавания и широта взгляда / А.Л. Хейфец. – М.: Диалог МИФИ. – 2002. – 432 с.

**Хейфец Александр Львович**, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Инженерная и компьютерная графика», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), [heifets@yandex.ru](mailto:heifets@yandex.ru)

*Поступила в редакцию 4 июня 2019 г.*

---

DOI: 10.14529/build190309

## INFLUENCE OF THE DATE OF CALCULATION OF THE INSOLATION DURATION ON THE PARAMETERS OF A COMPACTED BUILDING

**A.L. Kheyfets**, [heifets@yandex.ru](mailto:heifets@yandex.ru)  
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The influence of the date of computation of insolation duration on the acceptable mutual position of buildings and their height has been studied. The relevance of the research is explained by changing of the date of normative insolation computation from March 22 to April 22, which had been adopted in Russia. The study has been performed using 3D computer modeling of buildings and building of the fields displaying the duration of insolation on the building walls and surrounding territories. An algorithm of computing the insolation duration and of building the fields is given.

It is demonstrated that when calculating the insolation with the new date of April 22, it is acceptable to increase the height of buildings and reduce the distance between buildings by 30 %, as well as to reduce the angle between a northern building wall and the parallel from 48° to 24°.

The specifics of insolation for L-shape buildings has been revealed. It is shown that with shifting the calculation date from March to April, the insolation on inner walls decreases. The study of this special case has been performed. Dependencies have been built for duration of insolation on the inner walls of L-shape buildings depending on the computation date throughout the year, and on the increasing of the distance between the calculation point and the angle edge. The geometrical model explaining the revealed effect is provided.



The examples are given, which show negative manifestations of the revealed effect. Here, new buildings, calculated for the insolation as of March 22, have been brought to unacceptable insolation as per April 22 norms.

The studies have been performed in AutoCAD package using the system of automatic computing and building of insolation fields.

*Keywords:* insolation duration, date of computation insolation, algorithm of insolation, 3D modeling, compacted building (dense urban area).

### References

1. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1076-01: *Gigiyenicheskiye trebovaniya k insolyatsii i solntsezashchite pomeshcheniy zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i territoriy: utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 19 oktyabrya 2001 g* [Hygienic Requirements for Insolation and Solar Control Premises of Inhabited and Public Buildings and Grounds]. Available at: <http://best-stroy.ru/gost/r38/311>.
2. *O vnesenii izmeneniy v sanitarnyye pravila i normy SanPiN 2.2.1/2.1.1.1076-01* [Amending in the Sanitary Rules and Norms SanPin]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420398169>
3. Slukin V.M., Smirnov L.N. [Providing Normalized Conditions for natural Lighting of Residential Buildings in a Compacted Building]. *Akademicheskij vestnik UralNIIProyekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIProekt RAACS], 2011, no. 4, pp. 75–77. (in Russ.).
4. *Eksperty: problema uplotnitel'noy zastroyki v Rossii narastayet* [Experts: the Problem of Sealing Construction in Russia is Growing]. Available at: <https://urbanlook.ru/eksperty-problema-uplotnitelnoj-zastroyki-v-rossii-narastaet/>
5. Kheifets (Kheifets) [Insolation Duration: Calculation Automation and Training Aspects]. *Problemy koordinatsii raboty tekhnicheskikh vuzov v oblasti povysheniya kachestva inzhenerno-graficheskoy podgotovki studentov: materialy nauch.-metod. konf. (s. Divnomorskoye, 10–16 sentyabrya 2018 g.)* [Problems of Coordination of the Work of Technical Universities in the Field of Improving the Quality of Engineering and Graphic Training of Students: Materials of the Scientific and Methodological Conference]. Rostov-na-Donu, DGTU Publ., 2018, pp. 134–148. (in Russ.).
6. Kheifets (Kheifets) A.L. [Automation of Computation of Insolation Duration in Architectural Design]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 451, no. 012123. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/451/1/012123/pdf>. DOI: 10.1088/1757-899X/451/1/012123
7. Shmarov I.A., Zemtsov V.A., Korkina E.V. [Insolation: the Practice of Rationing and Calculation]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016, no. 7, pp. 48–54. (in Russ.).
8. Shmarov I.A., Zemtsov V.A., Zemtsov V.V., Kozlov V.A. [Updated Methods of Calculating the Duration of Insolation of Premises and Territories on the Insoljacionnym Charts]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018, no. 6, pp. 24–31. (in Russ.).
9. *Roscherkom pera nas lishili solntsa v kvartirakh: "Gorod budet bezobraznyy"* [The Stroke of a Pen We Have Been Deprived of the Sun in the Apartments: "The City is Ugly"]. Available at: <http://www.mk.ru/social/2018/03/01/roscherkom-pera-nas-lishili-solntsa-v-kvartirakh-gorod-budet-bezobraznyy.html>
10. Kheifets A.L., Loginovskiy A.N., Butorina I.V., Vasil'yeva V.N. *Inzhenernaya 3D-komp'yuternaya grafika* [Engineering 3D Computer Graphics]. Moscow, Yurayt Publ., 2015. 602 p.
11. Kheifets A.L. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2010613828 Rossiyskaya Federatsiya. Programma avtomaticheskogo rascheta insolyatsii* [The Program of the Automatic Calculation of the Insolation. Certificate about State Registration of Computer Programs no. 2010613828], no. 2010612286, application 10.06.2010.
12. Kheifets A.L. [Computer-Aided Calculation of Duration of Insolation]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2007, no. 14 (86), iss. 4, pp. 51–54. (in Russ.).
13. Kheifets A.L. [The Calculation of the Duration of Insolation in the Conditions of Compacted Land]. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Volga Scientific Journal]. N. Novgorod, NNGASU Publ., 2012, no. 3(23), pp. 99–105. (in Russ.). Available at: [http://www.pnj.nngasu.ru/word/pnj\\_3\(2012\).zip](http://www.pnj.nngasu.ru/word/pnj_3(2012).zip)
14. Litskevich V.K., Makriyenko L.I., Migalina I.V., Obolenskogo N.V. (Ed.). *Arkhitekturnaya fizika* [Architectural Physics]. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 2007. 448 p.
15. *Formula Kupera* [Cooper's Formula]. Available at: <https://yandex.ru/images/search?text=formula+kupe-ra+skloneniye+solntsa>
16. *GOST R 57795-2017. Zdaniya i sooruzheniya. Metody rascheta prodolzhitel'nosti insolyatsii* [Buildings and Structures. Calculation Methods for Duration of Insolation]. Moscow, Rosstandart, 2017.
17. *ООО ПКБ "Профил'-Проект"* [PKB "Profile-Project"]. Available at: <http://www.profile-project.ru>
18. Kheifets A.L., Samorukov A.V. *Sposob opredeleniya dopustimogo ob'yema zastroyki s uchetom prodolzhitel'nosti insolyatsii v arkhitekturnom proyektirovanii* [Method for Determining the Permissible Volume

## Инженерная геометрия и компьютерная графика

---

of Construction, Taking into Account the Duration of Insolation in Architectural Design]. Patent RF, no. 2505853, 2012.

19. Kheyfets A.L., Vaclav Skala (Ed.). [Structural Engineering in Terms of Densed Housing System with Allowance for Insolation]. *21st International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision in cooperation with EUROGRAPHICS Association. WSCG 2013. Poster Proceedings. Czech Republic, University of West Bohemia Publ.*, 2013, pp. 25–28. Available at: [http://wscg.zcu.cz/WSCG2013/!\\_2013-WSCG-Poster-Proceedings.pdf](http://wscg.zcu.cz/WSCG2013/!_2013-WSCG-Poster-Proceedings.pdf). DOI: 10.1007/bf01782240.

20. Kheyfets A.L. *Inzhenernaya komp'yuternaya grafika. AutoCAD. Opyt prepodavaniya i shirota vzglyada* [Engineering Computer Graphics Autocad. Teaching Experience and a Width of Views]. Moscow, Dialog MIFI Publ., 2002, 432 p.

*Received 4 June 2019*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Хейфец, А.Л. Влияние даты расчета продолжительности инсоляции на параметры уплотненной застройки / А.Л. Хейфец // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 61–70. DOI: 10.14529/build190309

### FOR CITATION

Kheyfets A.L. Influence of the Date of Calculation of the Insolation Duration on the Parameters of a Compacted Building. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2019, vol. 19, no. 3, pp. 61–70. (in Russ.). DOI: 10.14529/build190309