

## СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Бородин А.С.  
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук А.С. Силантьев*

### ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ РАЗРУШЕНИЕ ПРИ ОСОБЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА

В последние десятилетия участились случаи разрушения зданий вследствие локальных нарушений целостности конструкции. Прогрессирующее разрушение зданий стало предметом большого количество исследований, в первую очередь связанных с методами расчета конструкций для предотвращения таких разрушений, а также разработки нормативных документов, регламентирующих правила проектирования зданий с учетом устойчивости к прогрессирующему обрушению.

В данной статье рассматривается метод расчета на прогрессирующее разрушение, основанный на применении коэффициента динамичности, а также результаты исследований прогрессирующего разрушения конструкций с плоскими плитами перекрытий в результате продавливания и падения плиты.

При рассмотрении прогрессирующего обрушения расчет конструкции рассматривается и выполняется как расчет на кратковременные динамические загрузки. Динамический эффект играет важную роль в таком расчете, поэтому необходимо учитывать нелинейность расчетов, что приводит к усложнению всего метода.

В связи с этим был предложен метод перехода от динамического расчета к эквивалентному статическому с использованием коэффициента динамичности. Он имеет простое значение: показывает, на сколько раз нужно умножить статическую нагрузку, чтобы получить такое же значения динамического перемещения.

В результате исследований были получены статистические данные об изменении коэффициента динамичности с изменением этажности здания, а также получена формула расчета коэффициента в зависимости от этажа и прогибов ригелей.

$$K_{dv} = \frac{K_{pl}}{K_{pl} - 0,5} + \frac{\sum_{i=1}^n (f_{pl,i} - f_{pl,i})}{n \cdot f_{pl,1}} \quad (1)$$

где  $f_{pl,i}$  - пластические прогибы ригелей перед разрушением ригеля первого этажа,  $i$  – номер этажа,  $n$  – общее количество этажей в каркасе.

Применение формулы (1) позволяет выполнить расчет многоэтажных железобетонных каркасов на прогрессирующее разрушение упрощенным способом. Вместо сложных нелинейных динамических расчетов, по данной методике задача противодействия прогрессирующему обрушению превратилась в обычный расчет железобетонной конструкции [1].

Также были рассмотрены мероприятия для снижения уровня риска от прогрессирующего обрушения в многоэтажных каркасах, наиболее эффективным и экономичным из которых является применение связевых этажей. Они позволяют локализовать зоны повреждения и не применять чрезмерное армирование ригелей нижних этажей высотных каркасов.

При исследовании поведения конструкций железобетонных каркасов зданий с плоскими плитами перекрытий после их продавливания, были представлены результаты упрощенного анализа надежности железобетонных конструкций с безригельными плитами перекрытия на продавливание и прогрессирующее разрушение в результате случайных особых воздействий, таких как удаление колонны, падение плиты перекрытия (рис. 1) и взрыв.

Преимуществами такого подхода является то, что он предполагает упрощенный учет неизвестных гравитационных нагрузок на плиту до этих воздействий, которые влияют на инерционные эффекты и соотношение фактического и требуемого запаса прочности узлов соединения колонн и плит перекрытия.

Вероятность прогрессирующего обрушения в железобетонных конструкциях с безригельными перекрытиями сильно зависит от способности узлов соединения колонн и плит выдерживать экстремальные нагрузки.

Например, падающая плита перекрытия в результате продавливания создает большие требования для запаса прочности узлового соединения. В ходе выполнения испытаний выяснилось, что этот запас должен быть больше, чем при воздействии, создаваемом удалением колонны. При падении плиты намного выше вероятность дальнейшего продавливания расположенных ниже плит.

Поэтому важным является использование различных методов усиления железобетонного каркаса для повышения надежности соединений (*post-punching behavior*) для предотвращения прогрессирующего обрушения [2].

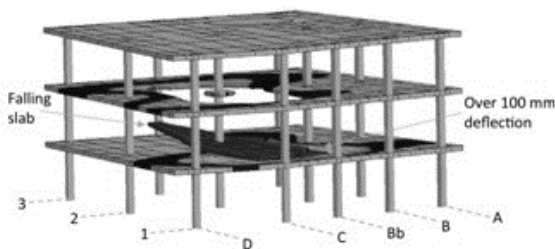


Рис. 1. КЭ-модель падения плиты, около 0,02 секунды после столкновения

В 2016 году был разработан проект свода правил «Здания и сооружения. Аварийные воздействия», в котором были представлены требования к расчету на устойчивость против прогрессирующего обрушения для различных типов зданий и сооружений [3]. Тем не менее, данная проблема является актуальной [4] для исследований и требует дополнительного анализа поведения конструкций при аварийных воздействиях. Необходимо рассмотреть работу узлов соединения колонн и плит перекрытия при продавливании, выявить закономерности развития локальных обрушений конструкций и дать оценку влияния конструктивных решений узлов при прогрессирующем обрушении. Данная работа предполагает использование программных комплексов, основанных на методе конечных элементов, таких как Abaqus и ANSYS.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Као Зуи Кхой*. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов. Автореферат. 2010.
2. *P. Olmati, J. Sagaseta, D. Cormie, A.E.K. Jones*. Simplified reliability analysis of punching in reinforced concrete flat slab buildings under accidental actions. Издательство: Engineering Structures 130 (2017) С 83–98.
3. *Проект* СП «Здания и сооружения. Аварийные воздействия», 2016.
4. *Клюева Н.В., Андросова Н.Б.* Некоторые предложения для конструктивной защиты зданий и сооружений от прогрессирующего разрушения // Строительство и реконструкция. – 2015. – №4(60). – С. 72-78.

## РАСЧЕТ ШИРИНЫ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН НОРМАЛЬНЫХ К ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ НАГРУЖЕНИЯ И КЛАССАХ БЕТОНА

Определение ширины раскрытия трещин нормальных к продольной оси элемента определяется с целью недопущения проникания, нарушения сцепления арматуры с бетоном, предотвращения коррозии арматуры, что в свою очередь влияет на эксплуатационную пригодность, долговечность строительных конструкций, а также эстетическое восприятие[1].

На основе методики представленной в [2], [3], на основе деформационной теории [4] и [5] произведен расчет по раскрытию трещин при изменении классов бетона В25, В45, В60.

В качестве расчетного элемента принималась связевая железобетонная плита перекрытия со следующими геометрическими размерами поперечного сечения (для половины сечения плиты):  $b=85\text{мм}$ ,  $h=400\text{мм}$ ,  $b^*_{\Gamma}=730\text{мм}$  - при этом использовался постоянный процентом армирования сечения  $\mu = 2\%$  ( $2d22\text{ A-II}$   $A_s=760\text{ мм}^2$ ).

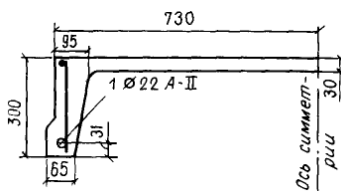


Рис.1. Фрагмент поперечного сечения плиты

Для удобного сопоставления результатов расчетов были построены графики зависимости ширины раскрытия трещин  $a_{\text{ср}}$  при изменении значений действующих нагрузок  $M$ . Графики представлены на рисунках 2-4.

При этом, начальной точкой каждого из графиков является ширина раскрытия трещин  $a_{\text{ср}}$  при действующем моменте  $M$  равном моменту трещинообразования  $M_{\text{ср}}$  для каждой из методик. Дальнейшее нагружение изгибающим моментами производилось ступенями с шагом  $10\text{кНм}$  до  $80\text{кН}\approx 0,8M_{\text{ult}}$

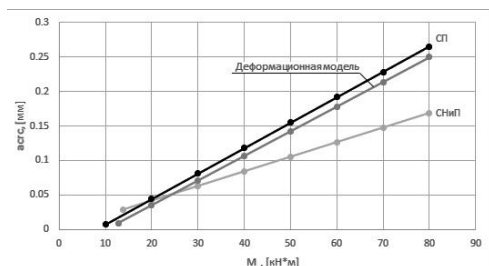


Рис. 2. График зависимости ширины раскрытия трещин  $a_{срс}$  при изменении действующих нагрузок  $M$  для для плиты из бетона класса В25.

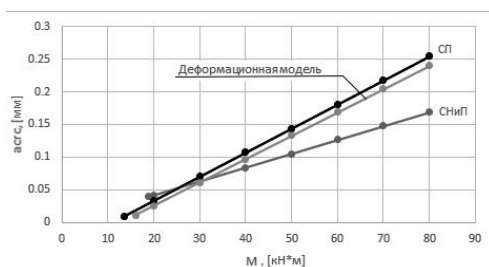


Рис. 3. График зависимости ширины раскрытия трещин  $a_{срс}$  при изменении действующих нагрузок  $M$  для плиты из бетона класса В45.

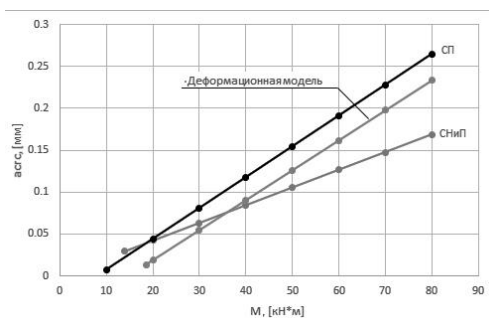


Рис.4. График зависимости ширины раскрытия трещин  $a_{срс}$  при изменении действующих нагрузок  $M$  для плиты из бетона класса В60.

На основании выполненных расчетов и сопоставлении расчетных данных можно сделать выводы. При значениях действующей нагрузки  $M$  близкой к  $M_{tot}$  все три методики при различных классах бетона дают практически одинаковые результаты. При значении нагрузки близкой к  $M_{ult}$  методики СНиП и СП дают наибольшие расхождения в результатах расчета. Расчеты, выполняемые по деформационной модели, дают усредненные результаты и нивелируют погрешности методик, описан-

ных в СНиП и СП. В свою очередь, расчеты выполняемые по методике СП дают завышенные результаты. Это в свою очередь приводит завышению армирования сечений элементов. Значения результатов расчетов, полученных по СНиП можно считать более достоверными, т.к. прошли большую апробацию на различных экспериментах и подтверждаются практикой проектирования.

Для дальнейшего развития вопроса ширины раскрытия трещин нормальных к продольной оси элемента необходимо внести коррективы в существующую нормативную базу, а именно скорректировать численные значения эмпирических коэффициентов, учитывающих продолжительность действия нагрузки, профиль арматуры, характер нагружения, используемых при расчете раскрытия трещин изгибаемых элементов. При этом корректировка должна сопоставляться с экспериментальными исследованиями, для более достоверных результатов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К., Соседов К.Е.* Практические методы и примеры расчета железобетонных конструкций из тяжелого бетона по СП 63.13330. Монография. М.: Издательско-полиграфическое предприятие ООО «Буманжник», 2017. С. 347-349.
2. СНиП 2.03.01-84\*Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Госстрой СССР. 1989.
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.С изменением № 1, № 2. –М.: Минрег. РФ. 2011.
4. *Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н.* Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. Монография. М.: Издательство АСВ, 2010. С. 210-270.
5. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. . исследоват. Моск. гос. строит М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЁТА СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПО ЕВРОКОДАМ И РОССИЙСКИМ РЕКОМЕНДАЦИЯМ

Сравнение методов расчёта по российским рекомендациям и Евро-нормам позволит проанализировать и оценить эффективность и экономичность сталежелезобетонных перекрытий, а так же выявить наиболее приближенный к реальности метод расчёта и рассмотреть адаптацию Еврокодов в РФ. Оценка различных методов расчёта, ведется в соответствии с EN 1994 и СП 266.1325800 . Как по Евронормам, так и по российским рекомендациям сталежелезобетонное перекрытие рассчитывается на стадии возведения и на стадии эксплуатации [5]. На стадии бетонирования профнастил является несущей конструкцией, кроме того выполняющей функцию опалубки и воспринимает нагрузки: от собственного веса профиля, от массы незатвердевшей бетонной смеси, от монтажного оборудования и людей. Однако в соответствии с EN 1991-1-6(BSI 1991) монтажную характеристическую распределённую нагрузку принимают равной  $1 \text{ кН/м}^2$ , тогда как в соответствии с [1] -  $2,5 \text{ кН/м}^2$  в случае когда бетонную смесь выгружают из бадей объёмом  $0,8 \text{ м}^3$  и  $0,5 \text{ кН/м}^2$  при подаче бетонной смеси бетоноводами. В соответствии с EN 1990, табл.А.1.2(В) частные коэффициенты надёжности принимаются 1,35 и 1,5 для постоянных и временных воздействий соответственно. По российским рекомендациям значения коэффициентов надёжности по нагрузке  $\gamma_f$  принимаются: 1,05 - для собственного веса профлиста, 1,2- для незатвердевшего бетона и 1,3 для временной нагрузки. Из этого следует, что в Евронормах учитывают большее влияние случайных отклонений действительной нагрузки от расчётного значения, нежели в российских рекомендациях. На данной стадии расчёт профлиста ведется, как для тонкостенного стального изгибаемого элемента. Расчет по прочности нормального сечения при действии предельного изгибающего момента, воспринимаемого поперечным сечением профлиста по Еврокодам, ведётся согласно EN 1993-1-3:

$$M_{Rd,1} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{MO}};$$

В соответствии с [1] несущая способность профлиста определяется исходя из условия прочности в пролётных и надопонных сечениях:

$$\frac{M}{W_{min}} < R_y; \quad \frac{Q}{\sum t \cdot h_n} < R_{ns};$$

Согласно российским рекомендациям, необходимо также проверить устойчивость стенок гофров профлиста по условию:

$$Q > 0,5 \cdot k_1 \cdot q_p \cdot l \cdot S_n \cdot \gamma_{M1};$$

Прогиб профлиста на стадии возведения согласно EN 1993 определяется без учёта действия на него монтажной нагрузки, тогда как в СП 266.1325800.2016 прогиб определяется от действия полной нагрузки. При расчёте по Евро нормам максимальный прогиб на данной стадии должен быть не более 1/180 длины пролёта, а соответствии с российскими нормами - не более 1/200. Данные условия отличаются достаточно для того, чтобы рассчитанный прогиб по одним из рекомендаций превышал предельный, а по другим - нет.

На стадии эксплуатации несущей конструкцией является сталежелезобетонная плита с рабочей арматурой в виде профнастила, воспринимающая полную расчётную нагрузку: от пола, профлиста, бетона и монтажную нагрузку.

В соответствии с EN 1994 несущая способность сечения плиты на изгиб определяется с учётом расположения пластической нейтральной оси выше профлиста, вследствие чего высота сжатой зоны  $x_{pl}$  определяется из условия:

$$0,85 \cdot x_{pl} \cdot b \cdot f_{cd} = A_p \cdot f_{yp,d}$$

Пластический момент сопротивления определяется как:

$$M_{pl,Rd} = F_{yp} \cdot Z$$

В соответствии с [1], расчёт на прочность ведётся в зависимости от расположения нейтральной оси: выше профлиста, по верхней полке профлиста и в профлисте.

Расчёт плиты на прочность по наклонным сечениям выполняется в соответствии с условиями:

$$Q \leq 0,34 \cdot R_y \cdot \gamma_c \cdot h_n \cdot t_n + Q_b \quad Q \leq 0,3 \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \left( b + \frac{b'}{2} \right) h_0$$

Принято, что сопротивление вертикальному сдвигу включено в расчёт на действие поперечной силы  $Q$ .

В соответствии с EN 1992 сопротивление вертикальному сдвигу следует искать по формуле:



$$V_{v,Rd} = \frac{b_0}{b_s} \cdot d_p \cdot \tau_{Rd} \cdot (1,6 - d_p) (1,2 + 40\rho);$$

Сопротивление продольному сдвигу согласно EN 1994 можно определить методом m-k, либо методом частичного объединения. Расчёт методом m-k не учитывает концевые анкеры, а коэффициенты m-k определены экспериментально. Несущая способность на продольный сдвиг определяется в соответствии с формулой:

$$V_{1,Rd} = b \cdot d_p \cdot \frac{\left( m \cdot \frac{A_{p,b}}{b \cdot L_s} + k \right)}{\gamma_{vs}}$$

Согласно российским рекомендациям сопротивление продольному сдвигу предусматривается в расчёте прочности сцепления профлиста с бетоном в половине и четверти пролёта. Необходимо выполнение условия:

$$M \leq (T_{an} + T_{rif}) z_n$$

Определение прогиба профнастила согласно [1] происходит с учётом податливости анкерных связей, так же учитывается прогиб на стадии возведения, чего не было в СТО 0047-2005. Максимальный прогиб не должен быть более 1/150 по российским рекомендациям, а по EN 1994 – 1/180.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования.
2. Л. Гарднер, Д. А. Нетеркот. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 3. Проектирование стальных конструкций EN 1991-1-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-8, М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2012.
3. Р. П. Джонсон, пер. с англ. В. О. Алмазов, А. Н. Топилин. Руководство для проектировщиков к Еврокоду
4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций EN 1994-1-1. М.: НИУ МГСУ, 2013, 414 с.
5. Тамразян А.Г., Арутюнян С.Н. Исследование начальных напряжений и прогибов профнастила, возникающих при возведении сталежелезобетонных плит перекрытий. Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы международных академических чтений. 23–24 ноября 2017г. Курск 2017. Стр. 137-145.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКЦИИ ОПАСНОГО НАКЛОННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ОСОБЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Актуальным является вопрос о совершенствовании методов расчёта на кратковременные динамические нагрузки большой интенсивности. В проектной практике такие расчеты обычно проводятся квазистатическими методами. Одним из видов разрушения изгибаемых железобетонных конструкций при действии динамических нагрузок является образование наклонных трещин.

Поперечное усилие в наклонном сечении, если считать инерционную нагрузку равномерно приложенной по верхней грани:

$$Q = Q_0 - (q_{\max}^{\delta} + q^{\text{ин}}) \cdot c = q^{\text{э.с.}} \cdot \left( \frac{l}{2} - c \right), \quad (1)$$

где  $q^{\text{э.с.}}$  - эквивалентная статическая нагрузка, равная сумме действующей динамической нагрузки  $q_{\max}^{\delta}$  и инерционной нагрузки  $q^{\text{ин}}$ ;  $c$  - проекция опасного наклонного сечения.

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{\frac{q_{\max}^{\delta}}{1 - \frac{1}{2 \cdot k_y}} + 0.75 \cdot q_{sw}}} = \sqrt{\frac{M_b}{\frac{q_{\max}^{\delta} \cdot 2 \cdot k_y}{2 \cdot k_y - 1} + 0.75 \cdot q_{sw}}}; \quad (2)$$

где,  $q_{sw}$  – погонное усилие в поперечной арматуре;  $M_b$  – момент, воспринимаемый бетоном;  $k_y$  – коэффициент пластичности по прогибу.

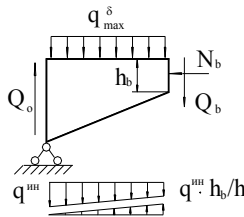


Рис. 1 Распределение инерционных нагрузок над наклонной трещиной

Имеет место разделение наклонной трещиной прямоугольного элемента, находящегося в пределах ее проекции, на две части. Поэтому в момент достижения максимального прогиба в балке одна часть инерционной нагрузки возникает в элементе над трещиной, а другая - под трещиной (рис. 1).

Если учесть, что при динамическом поперечном изгибе масса прямоугольного элемента разделяется на трапециевидальный элемент над

трещиной и на треугольный под трещиной, то усилие над вершиной наклонной трещины от приложенной нагрузки:

$$Q(c) = Q_0 - q_{\max}^{\varrho} \cdot c - \int_0^c h(x) \cdot \frac{q^{III}(x)}{h} dx \quad (3)$$

Отсюда, если принять равномерное распределение сил инерции по пролету балки, при  $h_b \approx 0.2 \cdot h$

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_{\max}^{\varrho} \cdot \left(1 + \frac{1}{(2 \cdot k - 1)} \cdot 0.6 \cdot c\right) + 0.75 \cdot q_{sw}}} \quad (4)$$

В случае аппроксимации сил инерции в шарнирно опертой балке двумя прямыми проекция наклонного сечения находится решением квадратного уравнения:

$$-q_{\max}^{\varrho} - q^{III} \cdot \frac{1}{l} \cdot c \cdot \left(\frac{2}{3} + \frac{h_b}{h} \cdot \frac{4}{3}\right) + \frac{M_b}{c^2} - 0.75 \cdot q_{sw} = 0 \quad (5)$$

Если учитывать только первую форму колебаний шарнирно опертой балки, то наиболее точной будет аппроксимация распределения сил инерции по пролету по закону синуса:

$$\ddot{w}(x) = \ddot{w}_{\max} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (6)$$

Опасная проекция наклонного сечения может быть определена из уравнения:

$$\begin{aligned} & -q_{\max}^{\varrho} - 0.75 \cdot q_{sw} + \frac{M_b}{c^2} - q_{\max} (k^{\varrho} - 1) \cdot \sin \frac{\pi \cdot c}{l} + \\ & + q_{\max} (k^{\varrho} - 1) \cdot \left[ -0.8 \cdot h \cdot \sin \frac{\pi \cdot c}{l} + 0.8 \cdot h \cdot \left( \frac{-l^2}{\pi^2 \cdot c^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot c}{l} + \frac{l}{\pi \cdot c} \cdot \cos \frac{\pi \cdot c}{l} \right) \right] = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Этот вариант принят за эталонный. Для сравнительного анализа влияния распределения сил инерции проведены расчеты железобетонной шарнирно опертой балки прямоугольного сечения пролетом 6 м, с размерами сечения 0.4 м × 0.25 м из бетона класса В25, с поперечным армированием класса А240, коэффициент поперечного армирования  $\mu_{sw} = 0.0023$ .

На рис. 2 отношения величин проекций расчетного наклонного сечения: кривая 1-(2), кривая 2-(4), кривая 3-(5) к эталонному значению (7), в зависимости от коэффициента пластичности  $k_y$ .

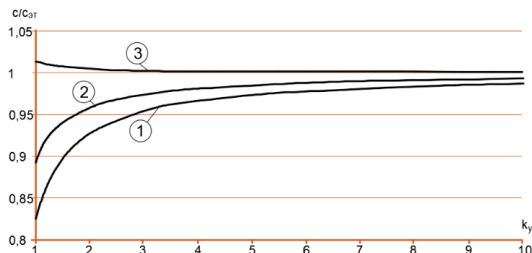


Рис. 2 Отношение расчетных проекций наклонного сечения к эталонному варианту для разных коэффициентов пластичности.

По результатам расчетов можно сделать следующие выводы:

1. В расчетах на динамические воздействия большой интенсивности необходимо учитывать влияние наклонной трещины на характер распределения инерционных сил.
2. Наибольшие различия в величинах проекции наклонного сечения имеют место в упругой стадии, а с увеличением коэффициента пластичности различия уменьшаются.
3. Предложены формулы для определения расчетной проекции наклонного сечения с учетом влияния наклонной трещины на распределение сил инерции.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. *СП 63.13330.2012* Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. -Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2), - Москва: НИИЖБ им. А. А. Гвоздева - институт ОАО "НИЦ "Строительство". 2013.-152 с.
2. *СП 88.13330.2014* «Защитные сооружения гражданской обороны Актуализированная редакция СНиП II-11-77\*» - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) и ОАО "ЦНИИПромзданий".
3. *Курнавина С.О.*, Динамический расчет железобетонных конструкций с учетом упругопластических деформаций арматуры и бетона по сечениям, совпадающим с полем направлений трещин: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - Москва, МГСУ. - 1999. - 21 с.
4. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.

## УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СКВОЗНЫХ ТРЕЩИН В ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПРИ МАЛОЦИКЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ БОЛЬШОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

В действующих нормах по сейсмостойкому строительству предусмотрены два возможных метода расчета зданий и сооружений: спектральный и расчет во временной области. Оба этих метода основаны на допущении пластических деформаций при сейсмических воздействиях. При этом пластическая работа конструкций не должна приводить к разрушению здания в целом или отдельных его частей.

Возникает проблема выработки критериев предельного состояния, оценивающих работу конструкций в пластической стадии при знакопеременных воздействиях. Для определения критерия предельного состояния, предотвращающего образование таких трещин, исследовалась работа нормального сечения изгибаемого железобетонного элемента с симметричным армированием при знакопеременном изменении кривизны. Блок-схема расчета представлена на рис. 1. На его основе разработана компьютерная программа.



Рис 1. Блок-схема расчета нормального сечения

По заданному значению кривизны сечения на каждом шаге счета в соответствии с геометрической гипотезой плоских сечений вычислялись продольные деформации бетона и арматуры в фиксированных точках, расположенных по высоте сечения с равным шагом. Положение нейтральной оси определялось как мгновенный центр тяжести сечения из упругого материала, имеющего переменный по высоте модуль упругости. Путем интегрирования напряжений по высоте сечения вычислялись изгибающие моменты, и по результатам расчета строились зависимости «момент-кривизна». По результатам анализа напряженно-деформированного состояния сечения на каждом шаге счета, можно

сделать вывод, что образование сквозной трещины происходит после достижения максимальной кривизны в первом же полуцикле обратного знака. По результатам расчета построена зависимость коэффициента пластичности по кривизне, при котором происходит образование сквозных трещин, от коэффициента армирования (рис. 3). Затем на основе циклических диаграмм « $\sigma$ - $\varepsilon$ » бетона и арматуры вычислялись напряжения в каждой точке по высоте сечения. Вид диаграмм представлен на рис. 2.

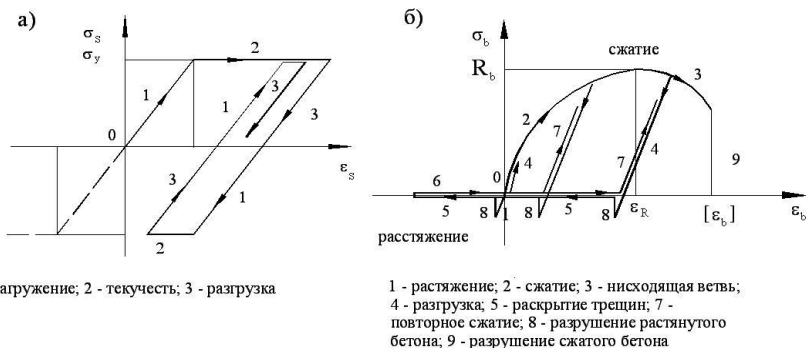


Рис 2. Диаграммы «напряжение-деформация» бетона и арматуры

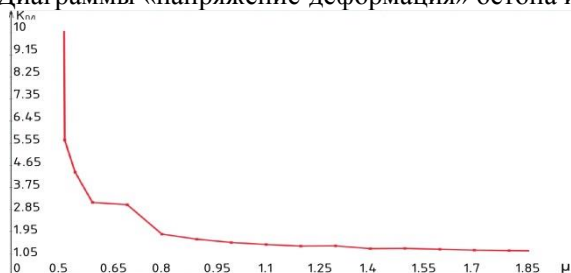
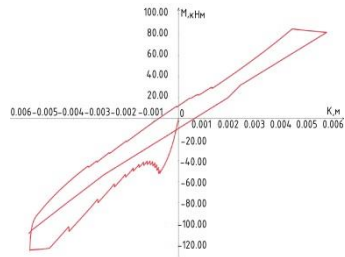
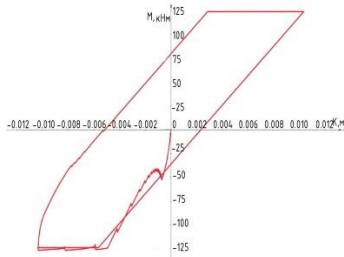


Рис 3. График зависимости коэффициента пластичности по кривизне от коэффициента армирования

По мере увеличения процента армирования происходит значительное снижение предельного коэффициента пластичности по кривизне, при котором происходит формирование сквозной трещины.

При коэффициенте армирования больше 1.5% образование сквозной трещины имеет место практически сразу после начала пластической стадии работы арматуры.



а) сквозная трещина раскрывается      б) сквозная трещина не раскрывается

Рис. 4. Вид зависимости «момент-кривизна» для первых полуциклов

На основании анализа полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Для оценки степени повреждений зданий и сооружений и возможности их разрушения необходимо использовать предельный коэффициент пластичности по кривизне сечения.
2. Построена зависимость предельного коэффициента пластичности от коэффициента армирования.
3. По результатам анализа полученных данных рекомендуется ограничить коэффициент армирования изгибаемых элементов в сейсмостойких зданиях в пределах от 0.5% до 1.5%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Курнавина С. О. Диссертация кандидата технических наук «Динамический расчет железобетонных конструкций с учетом упругопластических деформаций арматуры и бетона по сечениям, совпадающим с полем направлений трещин»: 05.23.10. - Москва, 1999. - 193 с. : ил.61 00-5/1438-7
2. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2).
3. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах") (с Изменением N 1).
4. Тамразян А.Г. «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЗОНЫ СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ ПРИ ВНЕЗАПНОМ РАЗРУШЕНИИ РАСТЯНУТОЙ БЕТОННОЙ МАТРИЦЫ

Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения на сегодняшний день является одной из наиболее актуальных проблем современной строительной науки не только у нас в стране, но и за ее пределами [1-3]. Одним из приоритетных направлений в рассматриваемой области является развитие методов расчета железобетонных статически неопределимых балочных и рамных конструкций в состояниях, когда в силу ряда непредусмотренных проектом воздействий силового и средового характера происходит выключение из работы узловых, вертикальных или других ключевых элементов. В результате выключения их работы какого – либо элемента образуется либо локальная зона разрушения, либо происходит прогрессирующее обрушение всей конструкции. Исследованием характера такого разрушения занимались известные научные школы, а результаты этих исследований отражены в работах Г.А. Гениева, В.И. Травуша, Г.И. Шапиро, В.М. Бондаренко, Э.Н. Кодыша, Н.Н. Трекина, В. И. Колчунова, Н. В. Федоровой и др. авторов. В этих и других работах отмечено, что при возникновении рассматриваемых аварийных ситуаций и образовании локальной зоны разрушения, значительно снижается ресурс силового сопротивления конструктивных элементов оставшейся не разрушенной части системы. Эти конструктивные элементы могут менять расчетную схему, в элементах конструкции развиваются большие деформации, снижается жесткость и т.п. Эти и другие процессы влияют на дальнейшую эксплуатацию конструктивной системы в целом. При оценке несущей способности конструкций железобетонных рамно-стержневых статически неопределимых конструктивных систем при внезапных воздействиях, не предусмотренных проектом, важной задачей является учет динамического эффекта, возникающего при внезапном выключении из работы ключевого элемента для более точной оценки остаточной несущей способности таких систем после указанного воздействия. В работах [4,5] приведена методика такой оценки применительно к балочным и рамным конструктивным системам их упругохрупкопластического материала типа железобетон. В этих работах показано, что, например, такие параметры как приращения деформаций сжатого бетона и перемещения конструкций железобетонных балок в статически неопределимых конструкциях,



находящихся при статическом нагружении, при мгновенном выключении из работы узлового соединения в разы превышали эти же параметры если бы выключение их работы рассматриваемого узлового соединения проходило не мгновенно, а медленно. Также показано, что при упругой работе по сравнению с неупругим деформированием данный эффект заметно выше. При рассмотрении работы элемента из двухкомпонентного материала после возникновения аварийной ситуации и мгновенном выключении из работы ключевого элемента важной задачей является учет динамического эффекта в сечении при трещинообразовании. В работе [6] показана методика определения приращения параметров деформирования железобетонного предварительно напряженного растянутого элемента затяжки в момент приложения внезапного воздействия и разрушения бетонной матрицы. Методика показывает, что при хрупком разрушении бетонной матрицы передача усилия на арматурный стержень происходит внезапно. При этом в арматурном стержне возникают продольные колебания, которые в свою очередь в течение первого полупериода становятся причиной возникновения динамического усилия в арматуре. Методику оценки величины рассматриваемого динамического усилия для уточнения деформационных параметров железобетонного элемента при внезапных, не предусмотренных проектом воздействиях в настоящей работе предложено рассмотреть применительно к изгибаемому элементу при хрупком разрушении бетонной матрицы в железобетонных статически неопределимых балочных конструкциях. В момент перед образованием трещин при статической нагрузке полное усилие, воспринимаемое растянутым бетоном и растянутой арматурой можно определить, как

$$N = N_{cr} = N_s + N_b \quad (1)$$

где  $N_{cr}$  – усилие трещинообразования,

$N_s$  – усилие, воспринимаемое растянутой арматурой,

$N_b$  – усилие, воспринимаемое растянутым бетоном.

При достижении напряжений в растянутом бетоне предельных значений происходит выключение из работы бетонной матрицы при неизменном внешнем усилии:

$$N_s^c = N_{cr} - N_s \quad (2)$$

где  $N_s^c$  – усилие, воспринимаемое арматурой в случае, когда образование трещины соответствует статическому нагружению конструкции, т.е. происходит плавно.

В рассматриваемом нами случае, когда разрушение бетонной матрицы в следствии внезапного запроектного воздействия происходит хрупко. В сечении возникают продольные колебания, первый полупериод кото-

рых влечет возникновение динамического эффекта. Тогда значение динамического усилия примет вид:

$$N_{\text{сгс}}^d - N_{\text{сгс}} = N_{\text{сгс}} - N_s \quad (3).$$

Подставив в выражение (3) значение  $N_{\text{сгс}}$  из выражения (1) получим:

$$N_s^d = N_s + 2N_b \quad (4).$$

Полученная зависимость (4) позволяет учесть в расчете напряженно-деформированного состояния конструктивной системы в выключающихся из работы ключевыми элементами динамический эффект от хрупкого разрушения растянутой бетонной матрицы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бондаренко В.М., Ключева Н.В., Колчунов В.И., Андросова Н.Б.* Некоторые результаты анализа и обобщения научных исследований по теории конструктивной безопасности и живучести//Строительство и реконструкция. 2012. № 4. С. 3-16.
2. *Бондаренко В.М., Колчунов В.И.* Экспозиция живучести железобетона//Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 5. С. 4-8.
3. *Travush V.I., Fedorova N.V.* Survivability parameter calculation for framed structural systems// Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2017. № 1 (33). С. 6-14.
4. *Гениев, Г.А.* Об оценке динамических эффектов в стержневых системах из хрупких материалов // Бетон и железобетон, 1992. - №9. – С. 25-27.
5. *Гордон В.А., Ключева Н.В., Потураева Т.В., Бухтиярова А.С.* Расчет динамических усилий в конструктивно-нелинейных элементах стержневых пространственных систем при внезапных структурных изменениях//Строительная механика и расчет сооружений. 2008. № 6. С. 26-30.
6. *Колчунов В.И, Ключева Н.В., Андросова Н.Б., Бухтиярова А.С.* Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях/ М.: Изд. – во АСВ. 2014, 208 с.

*Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Данилкив А.О.  
Научный руководитель – зав. кафедрой ЖБК, д-р. техн. наук, проф.  
А.Г. Тамразян*

## АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, РАССЧИТАННЫХ С УЧЁТОМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ

Каждое здание или сооружение, в зависимости от своего назначения, проектируется с тем условием, чтобы оно выполняло свои функции в течение срока службы. Иначе это называется надёжностью.

Изначально понятия надёжности и расчёта на надёжность были равносильны расчёту на прочность или устойчивость. Сейчас большой приоритет отдаётся расчёту железобетонных конструкций по первому предельному состоянию и по разрушающим усилиям; в меньшей степени – по второму. Специфика же теории надёжности состоит в том, что необходимо учитывать случайные свойства нагрузок, воздействий на сооружения, совместное действие случайных нагрузок на систему со случайными прочностными характеристиками [1, 2]. Ржаницын первым в своих работах предложил оценивать надёжность конструкций вероятностью события [2]:

$$S = R - F \geq 0,$$

где  $R$  и  $F$  - случайны величины соответственно приведенной прочности и приведённой нагрузки. Так стало возможным изучение влияния изменчивости нагрузок на прочность и надёжность, а также была поставлена задача об оптимизации.

В то же время было положено начало изучению явления перераспределения моментов. Суть его заключается в том, что при образовании пластических шарниров, трещин в бетоне и т.п. величина моментов в этих сечениях может быть найдена из зависимости:

$$M'_e = \sigma \times M_e,$$

где  $M_e$  и  $M'_e$  - значение изгибающих моментов до и после перераспределения соответственно, а  $\sigma$  – коэф., ограничивающий перераспределение моментов. Уже на основании одного из первых экспериментов [3] было доказано, что использование явления перераспределения снижает трудозатраты на изготовление конструкций, в частности, железобетонных балок. Разница между значениями моментов над опорами и в пролёте уменьшается, а значит - так удаётся избежать чрезмерных скоплений арматуры и затрат на неё. Безусловно, для более точного расчёта железобетонных балок на надёжность, необходим вероятностный метод с учётом перераспределения моментов, которые вместе учи-

тывали бы случайные свойства статически определимых и неопределимых балок для их дальнейшей рационализации.

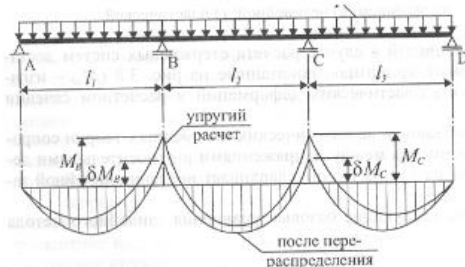


Рис. 1. Ограниченное перераспределение моментов в неразрезной балки

Так, существует логико-вероятностный метод предельного равновесия [4,5], выражаемый через формулу

$$R_c = \prod_{j=1}^m R_j \quad (1)$$

где  $R_c$  - надежность конструкции или системы;  $R_j$  - вероятность разрушения конструкции по  $j$ -й простейшей схеме;  $m$  - количество простейших схем разрушений. В сущности – он объединяет оценку надёжности методом предельного равновесия, но вместе с тем учитывает случайные свойства нагрузок, воздействий и материалов логико-вероятностным методом. Используя такое сочетание, расчёт статически неопределимой железобетонной балки будет выглядеть следующим образом:

- подбираются критические сечения, где возможно образование пластических шарниров, и определяются простейшие схемы разрушения балок;
- составляются уравнения виртуальных работ внутренних усилий и внешней нагрузки для каждой из схем;
- согласно СП 63.13330.2012 вычисляются предельные изгибающие моменты, работающие в критических сечениях;
- на основании уравнений виртуальных работ внутренних усилий и внешней нагрузки вычисляется обобщенная несущая способность балки. Начальные моменты определяются по формуле

$$m_k = \sum_i x_i^k \times P_i \quad (2)$$

где  $x_i$  - обобщенная несущая способность конструкции по схеме  $i$ .

- определяются центральные статические моменты с учётом перераспределение моментов, а по формулам теории вероятности находят статические моменты от 1-го до 4-го порядка случайной величины разности внутренних усилий и внешней нагрузки для каждой из схем

$$\mu_1 = 0; \mu_2 = m_2 - m_1^2; \mu_3 = m_3 - 3m_1m_2 + 2m_1^3;$$

$$\mu_4 = m_4 - 4m_1m_3 + 6m_1^2m_2 - 3m_1^4$$

- на основании статических моментов разности подбираются подходящие кривые распределения  $f(x)$ ;

- определяется надёжность конструкции по формуле

$$R = 1 - \int_{-\infty}^0 f(x) dx$$

- перечисленные вычисления повторяются для всех простейших схем;

- по формуле (1) определяется надёжность всей балки.

В результате мы получаем достаточно точное значение надёжности статически неопределимой железобетонной балки, рассчитанное с учётом перераспределения моментов. Стоит отметить, что такой результат даёт именно комплексность используемых методов, дополняющих друг друга. Именно это позволяет получать более точные данные по надёжности конструкции и оптимизировать этапы её проектирования и эксплуатации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тамразян А.Г.* Расчет элементов конструкций при заданной надёжности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности. Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 109-115.

2. *Ржаницын А.Р.* Теория расчёта строительных конструкций на надёжность.- М.:Стройиздат.- 1978.

3. *Крылов С. М., Икрамов С. И.* К вопросу о расчёте железобетонных балок с учётом перераспределения усилий. В кн.: Исследование по теории железобетона. -М.: Госстройиздат, 1960. - с. 154-177.

4. *Исайкин, А.Я.* Оценка надёжности статистически неопределимых железобетонных конструкций на основе метода предельного равновесия /А.Я. Исайкин. -Автореф. ... дис. докт. техн. наук. -Москва, 2000.

5. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.

## К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Оценка надежности железобетонных конструкций - актуальная задача, возникающая вследствие большого числа разрушающихся железобетонных конструкций, а также ускорения темпов износа и увеличения расходов на техническое обслуживание.

Одной из основных причин развития деградационных процессов в железобетонных элементах является коррозия. Прямым эффектом коррозии стали является сокращение поперечного сечения арматуры. Кроме того, объемное расширение продуктов коррозии может вызвать напряжение в бетоне и привести к растрескиванию бетона, а также отслаиванию бетонного слоя. Трещины и отслаивание бетонного слоя, в свою очередь, ускорят процесс коррозии стали [2].

В процессе коррозии образуется атомный водород. Он может легко проникать в сталь. Проникновение атомарного водорода в сталь может значительно снизить пластичность стали. При более низкой толщине стали и высоком напряжении, трещины могут начинаться и на поверхности стали, а рост трещин может в конечном итоге привести к ее разрушению [3].

Ухудшение железобетонных конструкций может привести к как техническим проблемам, так и к проблемам безопасности. С точки зрения удобства обслуживания, трещины и отколы бетонного покрытия могут влиять на внешний вид и повседневную работу.

На основании экспериментальных исследований получены уравнения определения глубины коррозионных повреждений арматуры и плотности коррозионного тока [5].

К параметрам, которые влияют на время инициирования коррозии, относятся материал и среда. Они включают: тип цемента, водоцементное соотношение, условия твердения, качество строительства, класс стали, температуру, уровень концентрации кислорода, влажность, временные варианты состояния стали и бетона (например, есть трещины или нет).

Время коррозионного растрескивания также связано с пористыми структурами бетона. Процесс коррозии можно разделить на несколько этапов: время начала коррозии, время до начала растрескивания, время до расслоения и время замены или ремонт. Для целей прогнозирования, управления или оценки, моделирования всех стадий коррозии необходимо глубокое понимание механизма коррозии.

Трещины в железобетонных элементах распространяются из арматурных стержней в трех направлениях: горизонтальном, вертикальном и диагональном направлениях. Эффект растяжения отвечает за трещины в горизонтальном и вертикальном направлениях, а диагональные трещины возникают при сдвиге.

Исследования показывают, что большая часть стальной коррозии расположена на верхней части стальной поверхности. Это может быть связано с более высоким содержанием влаги и меньшим содержанием кислорода в пространстве между верхней поверхностью стали и бетоном.

Связь между потерей массы стали и плотностью тока описывается законом Фарадея

$$m_i = r_{corr} t = \frac{i_{corr} a_w}{nF} t, \quad (1)$$

где  $m_i$  - потеря массы,  $r_{corr}$  - скорость коррозии,  $t$  - время,  $i_{corr}$  - плотность тока,  $n$  - количество замененных эквивалентов,  $a_w$  - атомный вес ( $a_w = 55,847$  г / моль), а  $F$  - постоянная Фарадея.

В работе [6] в ходе обследований железобетонных плит покрытий установлена динамика развития толщины слоя продуктов коррозии в стальной арматуре в зависимости от типа хранения материала, а также приведены результаты оценки надежности плит покрытия см. табл.1.

Таблица 1

Результаты оценки надежности полученные аналитическим и численными методами

Стадия эксплуатации	Результаты расчетов надежности	
	по несущей способности	по ширине раскрытия трещин
До начала эксплуатации	0.9999388	1.00
После коррозии арматуры	0.9186336	0.9814515

В работе [7], методом Монте-Карло и линеаризации определен индекс надежности железобетонного элемента. Предположено, что деградация бетона балки вызвана жидкими агрессивными средами, действующими по всем граням элемента.

Момент образования трещин в железобетонной балке с учетом воздействия агрессивной среды вычисляется по формуле:

$$M_{crc} = \left[ \frac{7}{24} h^2 - \frac{x_1}{12} (3h - 2x_1) + 2\alpha A_s \left( \frac{h}{2} - a \right) \right] (b - 2x_1) R_{bt}^0 \quad (2)$$

Момент трещинообразования, воспринимаемый сечением  $M_{crc}$  и создаваемый силовой нагрузкой, соответственно принимая сопротивление бетона равным  $R_{btn}$  и  $R_{btm}$ :

$$R_{bctn} = R_m(1 - 1,164 \cdot V_m), \quad (3)$$

где  $V_m$  – коэффициент вариации прочности бетона.

В заключении можно отметить, что наиболее точная оценка надежности железобетонных элементов может быть определена с учетом коррозионных повреждений. А статистические методы позволяют наиболее точно оценить влияние агрессивных сред на надежность железобетонных элементов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тамразян А.Г.* Расчет элементов конструкций при заданной надежности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности. Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 109-115.
2. *Тамразян А.Г., Попов Д.С.* Снижение несущей способности сжатых и изгибаемых коррозионно поврежденных железобетонных элементов: сборник научных статей XXI научно-методической конференции ВИТУ. Санкт-Петербург: ВИТУ, 2017. С. 286-294.
3. *Тамразян А.Г., Попов Д.С.* К расчету и усилению коррозионно поврежденных изгибаемых железобетонных элементов по наклонному сечению: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Москва: НИУ МГСУ, 2017. С. 369-371.
4. *Алексеев, С.Н.* Долговечность железобетона в агрессивных средах / *С.Н. Алексеев, Ф.М. Иванов, С. Модры, П. Шисль.* — М.: Стройиздат, 1990. — 320 с.
5. *Mangat P.S., Elgarf M.S.* Strength and Serviceability of Repaired Reinforced Concrete Beams Undergoing Reinforcement Corrosion/ *Pritpal S. Mangat, Mahmoud S. Elgarf* // Magazine of Concrete Research, V. 51(2), 1999. — pp. 97-112.
6. *Санакулов Ф.А.* Надежность железобетонных плит покрытий при реконструкции зданий и сооружений: дис. ... к-т техн. наук. Киев, 1995. 16 с.
7. *Соломатов В.И.* Химическое сопротивление композиционных строительных материалов [Текст] / *В.И. Соломатов, В.П. Селяев.* – М.: Стройиздат, 1987. – 264 с.



## ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОДВИЖНОСТИ БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ВЕЛИЧИНУ АНКЕРОВКИ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

С самого начала развития бетонных работ в России широко применялись жесткие бетонные смеси (или как их называли «трамбованные» бетоны). В настоящее время применение жестких бетонных смесей широко распространено в производстве сборных железобетонных изделий.

Различных типов конструкций, производимых из жестких бетонных смесей в настоящее время очень много:

1. Бортовой камень;
2. Канализационные трубы и колодцы;
3. Двух (четырёх) пустотные плиты;
4. Струнбетонные балки;
5. Ребристые плиты;
6. Лестничные марши;
7. Внешние слои жб панелей.

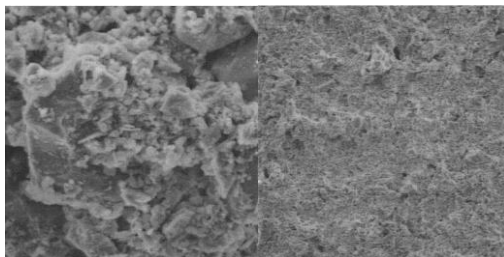


Рис. 1. Разрез конструкций в макросъемке из жестких (слева) и подвижных (справа) бетонных смесей.

Обратимся к расчёту величины базовой длины анкерки по действующим нормам (СП 52-101-2003 [3] п.п. 8.3.18-8.3.25) производящийся по формуле:

$$l_{0,an} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s}$$

Все величины, входящие в формулу, зависят только от физико-механических свойств арматуры и бетона, но не зависят от макроструктуры и макропористости бетона, напрямую связанной с подвижностью бетонной смеси.

Действующие положения СП и СНиПов, предшествующих расчёту величины прямой анкерки ненапрягаемой арматуры периодического профиля в бетоне, были основаны на технической теории сцепления арматуры с бетоном, которая была разработана ещё в 70-х годах про-

шлого столетия, а также на результатах многочисленных регулярно проводимых экспериментальных исследованиях о механическом взаимодействии бетона и арматуры. В основу данной теории положены следующие положения:

- Железобетон представляет трехслойную модель «бетонная оболочка – контактный слой – арматура»;
- Арматура заменяется гладким упругим стержнем, с продольной жесткостью равной реальной;
- Контактный слой, окружающий арматуру имеет бесконечно малую толщину;
- Бетон считается упругим материалом;
- В качестве характеристик контакта принимаются условные смещения арматуры относительно бетона  $g$  и условные напряжения сцепления  $\tau$ , между которыми устанавливается единая связь (закон сцепления)  $\tau = F(g)$ .

В технической теории сцепления арматуры с бетоном расчёт величины анкеровки арматуры периодического профиля опирается на «закон сцепления», представленный в виде зависимости между взаимным смещением  $g$  арматуры и бетона при выдёргивании, являющийся различным для сечений, взятых по длине заделки арматуры в бетон, и касательными напряжениями сцепления  $\tau$ . Все виды действующих сил и направление их действия можно видеть на рис. 2.

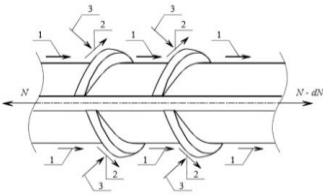


Рис. 2 Силы сцепления бетона с профилированной арматурой и их направление:

- Силы адгезии и трения;
- Силы трения;
- Расклинивающие силы.

Технические теории сцепления значительно упрощают реальное взаимодействие материалов арматуры и бетона, бетон в них рассматривается как совершенное вещество без пор и микротрещин, без которых бетон не может существовать.

Рассмотрим наиболее разработанную техническую теорию сцепления М.М. Холмянского, в её основу положен следующий закон сцепления:

$$\tau_{bs} = B \frac{\ln(1 + \alpha g)}{1 + \alpha g}$$

Все величины  $B$ ,  $\alpha$ ,  $g$ , входящие в выражение закона сцепления, где  $\tau$  – касательное напряжение сцепления;  $s$  – смещение арматуры относи-

тельно бетона;  $V$ ,  $a$  – параметры закона сцепления, зависящие от величины кубиковой прочности бетона, от типа и диаметра арматуры не учитывают характеристики бетонной смеси из которой получена железобетонная конструкция, такие как подвижность, пористость и т.д.

Несмотря на большой объем выполненных исследований в указанной области, вопрос теории взаимодействия основных материалов не учитывает влияние подвижности бетонной смеси на анкеровку арматуры и её сцепления с арматурой. Данный научный вопрос не отражен ни в научных публикациях, ни в действующих нормах. Поэтому необходимо провести комплексное исследование взаимодействия арматуры с бетоном, на основе экспериментальных методов, и методов математического и статистического моделирования.

Новая модель анкеровки арматуры должна учитывать сцепление арматуры с бетоном и удовлетворять следующим требованиям:

- пригодность для численной реализации;
- учет возможных физических и геометрических нелинейностей;
- простой алгоритм расчета величины анкеровки арматуры периодического профиля;
- хорошую точность расчёта, близкую к результатам, полученным экспериментальным путём.

Рациональный расчёт анкеровки будет направлен на снижение экономических расходов на арматурный стальной прокат.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М.: ГУП "НИИЖБ", ФГУП ЦПП, 2004.
2. *Холмянский М.М.* Контакт арматуры с бетоном / М.М. Холмянский // М.: *Стройиздат*. – 1981. – 184 с.
3. *Бедарев В.В.* Общая теория сцепления и анкеровки арматуры периодического профиля в бетоне: монография / В.В. Бедарев, Н.В. Бедарев, А.В. Бедарев // Новокузнецк, Изд. Центр СибГИУ, 2014. – 160 с..

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТОЙ ЖЕЛЕЗОБЕ- ТОННОЙ КОЛОННЫ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ УДАРЕ В УСЛОВИЯХ ОГНЕВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В последнее время участились случаи чрезвычайных ситуаций техногенного характера (аварийные взрывы и удары внутри здания, пожары, аварии и т.п.). Повышенные температуры вследствие пожара, которые достигают 800-900°С меняют не только статические, но и динамические прочностные и деформационные характеристики элементов несущих конструкций каркаса. Соответственно расчеты должны проводиться с учетом этих изменений. При решении задач, связанных с расчетами железобетонных конструкций при кратковременной динамической нагрузке, необходимо определить предельные прогибы, соответствующие началу разрушения бетона сжатой зоны, а также осредненные жесткости конструкций в интервале нагрузок от начала приложения до достижения напряжения в растянутой арматуре текучести.

$$f_T = \frac{1}{\rho_T} s l^2, \quad (1)$$

где  $s$  – коэффициент, учитывающий схему загрузки и оперения на концах.  $\frac{1}{\rho_T}$  – кривизна в момент достижения в растянутой арматуре напряжений, соответствующих пределу текучести.

$$\frac{1}{\rho_T} = \frac{\varepsilon_{aT} + \varepsilon_{бT}}{h_0} = \frac{\frac{R_a}{E_a} K_a + \frac{M_T}{M_{пр}} \varepsilon_{бпр}}{h_0}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_{бпр}$  – средняя предельная относительная деформация бетона сжатой грани, определяемая по СП 63.13330-2012;

$K_a$  – динамический коэффициент упрочнения арматурной стали;

$M_T$  и  $M_{пр}$  – предельный изгибающий момент и момент соответствующий началу текучести растянутой арматуры при динамическом нагружении, определены с учетом повышения прочностных характеристик арматуры и бетона.

Для определения предельных прогибов колонны при динамическом ударе в формулах должны учитываться прочностные характеристики бетона и арматуры с введением соответствующих температурных коэффициентов [1].

Таблица 1

Значения  $K_{dt}$  бетонных образцов в зависимости

Т (°С)	Бетонные кубики		Бетонные призмы	
	t=1.0сек.	t=0.4сек.	t=1.0сек.	t=0.4сек.
20	1.188	1.218	1.19	1.194
300	0.96	0.959	0.961	0.957
500	0.844	0.841	0.843	0.831
700	0.59	0.585	0.596	0.585
900	0.47	0.441	0.49	0.46

Кроме предельных прогибов для нахождения предельной динамической нагрузки необходимо определить осредненную динамическую жесткость конструкции в интервале нагрузок от начала приложения до начала текучести в растянутой арматуре по [2].

$$B_1 = \frac{D * K_0}{1 - \frac{N}{M_{np}} \left( \frac{D}{h_0 E_0 A_s} - 0.5h + a \right)}, \quad (3)$$

где D – статическая жесткость конструкции, определяемая по СП 63.13330-2012; K<sub>0</sub> – коэффициент равный 0,7.

Искомая величина M<sub>np</sub> определяется с учетом повышения прочностных характеристик бетона и арматуры при динамическом нагружении в нормальных условиях. А для случая пожара необходимо ввести соответствующие температурные коэффициенты.

Следующий этап – нахождение эффективной нагрузки, соответствующей началу достижения текучести растянутой арматуры:

$$P_3 = \frac{B_1 \pi^2}{l^2}, \quad (4)$$

Частоту собственных колебаний определяем по формуле:

$$\omega = \frac{\pi}{l} \sqrt{\frac{P_3 - N}{m}}, \quad (5)$$

где m – погонная масса колонны.

Время достижения арматуры текучести определяется:

$$t_0 = \frac{1}{\omega} \arccos \left( 1 - \frac{M_0 \pi^2 \left( 1 - \frac{N}{P_3} \right)}{P_3} \right), \quad (6)$$

Коэффициент динамичности определим из условия [3,4]:

$$K_d = \frac{t_0}{\theta} = \frac{\sin \omega t_0}{\omega \theta}, \quad (7)$$

В итоге предельную динамическую нагрузку находим по формуле:

$$P_d = \frac{2.85f_t(P_3 - N)}{K_d l}, \quad (8)$$

Получая значения ширины раскрытия пластического шарнира, сравниваем с предельной величиной по формуле из [1]:

$$\Psi_{pl} = (\chi_u - \chi_{el})l_{pl}, \quad (9)$$

Выводы: 1. Динамический расчет сжатых элементов при огневых воздействиях следует проводить с учетом изменения динамических характеристик материалов. 2. Изменение динамических характеристик материалов должны быть основаны на экспериментальных исследованиях. 3. Использование коэффициента динамической прочности в условиях огневых воздействий приводит к преждевременной потере несущей способности в зависимости от: температуры нагрева, характера приложения динамической нагрузки, места приложения нагрузки по высоте элемента.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аветисян Л.А.* Исследование коэффициента динамичности внецентренно сжатых железобетонных элементов при огневых воздействиях. НИУ МГСУ, 2014, 215 с.
2. *Пузанков Ю.И.* Прочность и деформированность сжатых железобетонных элементов при поперечной динамической нагрузке. 1979, 133 с.
3. *Levon Avetisyan.* Strength and stability of reinforced beam-column concrete elements under dynamic loading with fire exposure conditions. NZAAR-CCS-18-49, pp 60-69.
4. *Tamrazyan A.G.* Reduce the impact of dynamic strength of concrete under fire conditions on bearing capacity of reinforced concrete columns, ICSMIM 2013 2nd International. Conference on Sensors, Measurement and Intelligent Materials.
5. *Avetisyan L.A.* Strength and stability of reinforced beam column concrete elements under dynamic loading with fire exposure conditions. 4th NZAAR international event series on natural and built environment, cities, sustainability and advanced engineering, pp60-69.
6. *Avetisyan L.A.* Using of Plastic Hinges in the Calculation of Buildings against Progressive Collapse under Fire Exposure Applied Mechanics and Materials (Volume 878) 115-120.

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ, УСИЛЕННЫХ НАРАЩИВАНИЕМ СЕЧЕНИЯ.

На территории России существует 11686 промышленных предприятий, производств, фабрик и заводов. Большинство предприятий находятся на стадии технического переоснащения или реставрации. Изменение технологических процессов сопровождаются заменой оборудования более новыми моделями, что увеличивает полезную нагрузку на несущие элементы [1]. При переоснащении предприятия расширяют цеха, надстраивают этажи, создают смежные конструкции, на которые передается нагрузка. Монолитная плита перекрытия тоже воспринимает увеличенную нагрузку и не всегда справляется с ней. Существует два основных метода усиления плиты перекрытия: - без изменения первоначальной статистической схемы; - с изменением напряженного состояния [2]. Одним из широко применяемых способов усиления железобетонных плит перекрытий является одностороннее наращивание при одновременном добавочном армировании [3]. Данный вид усиления представляет собой совместную работу старого и нового бетона, а так же арматуры. В зависимости от того, насколько надежна будет связь старого и нового бетона зависит создание нового сечения плиты. Важно отметить, что чаще всего при наращивании бетона стараются принимать бетон того же класса, что и у усиливаемого элемента, вне зависимости когда здание было возведено.

Для определения напряженно-деформируемого состояния плиты, усиленной наращиванием, рассмотрим характеристики плиты до увеличения нагрузки и после ее увеличения в 1,5 раза. В приведенной таблице рассматривается плита толщиной 200 мм из бетона класса В25 с арматурой класса А400. В приведенной плите присутствует арматура как рабочая, так и конструктивная (табл. 1). С целью повышения несущей способности плиты, в связи с увеличением нагрузки, решено выполнить ее усиления методом наращивания сечения. Для этого выполняется расчет для определения высоты наращивания сечения.

Пролетная зона по оси X.  $\Sigma N = 0$

$$R_s * A_s - R_{sc} * A'_s = \gamma_{b1} * R_b * b * (a + a_1);$$
$$(a + a_1) = \frac{R_s * A_s - R_{sc} * A'_s}{\gamma_{b1} * R_b * b}; (a + a_1) = x$$

$$x = \frac{R_s * A_s - R_{sc} * A'_s}{\gamma_{b1} * R_b * b}; a_1 = a - x; EM = 0$$

$$M = R_{sc} * A'_s * Z_c + \gamma_{b1} * R_b * b * (a - a_1) * \left( h_{01} - \frac{a + a_1}{2} \right);$$

$$h_{01} - \frac{(a - a_1)}{2} = \frac{M - R_{sc} * A'_s * Z_c}{\gamma_{b1} * R_b * b * (a + a_1)};$$

$$h_{01} = \frac{M - R_{sc} * A'_s * Z_c}{\gamma_{b1} * R_b * b * (a + a_1)} + \frac{(a + a_1)}{2}; h_{01} = h_0 + a_1$$

Таблица 1

Результаты сравнения несущей способности плиты  
до и после усиления плиты

Вид	Пиковые значения по исходной плите	Пиковые значения в плите с увеличением нагрузки в 1,5 раза.
Mx	25,7(кН*м)/м	31,8(кН*м)/м
	-55(кН*м)/м	-68,4(кН*м)/м
My	18,6(кН*м)/м	23,2(кН*м)/м
	-36,7(кН*м)/м	-45,6(кН*м)/м
Qx	127кН/м	158 кН/м
	-127кН/м	158 кН/м
Qy	99 кН/м	121 кН/м
	-99 кН/м	-121 кН/м
Z(g)	-0,00188 мм	-0,00234 мм
	1,74 мм	2,33 мм

После определения высоты наращивания плиты, определяется сечение арматуры, установленной в наращенный слой бетона. Проектное положение арматуры усиления обеспечивается при помощи фиксаторов. Надколонная зона по оси X.  $\Sigma N = 0$

$$R_s * A_s + R_{s,нар} * A_{s,нар} - R_{sc} * A'_s = \gamma_{b1} * R_b * b * x;$$

$$x = \frac{R_s * A_s + R_{s,нар} * A_{s,нар} - R_{sc} * A'_s}{\gamma_{b1} * R_b * b}; \Sigma M = 0$$

$$M = R_{s,нар} * A_{s,нар} * a_1 + R_b * b * x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} * A'_s * h_0;$$

$$A_{s,нар} = \frac{R_b * b * x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} * A'_s * h_0 - M}{R_{s,нар} * a_1}$$

Приведенный расчет можно выполнять для любой высоты наращивания сечения и для разных классов бетона.



## ТРИБУНЫ И ПОДТРИБУННЫЕ КОНСТРУКЦИИ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР В ФОРМИРОВАНИИ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ СПОРТИВНЫХ СТАДИОНОВ

Физическая культура в общем и занятие спортом в частности были культивированы на протяжении многих тысяч лет в человеческой истории, а, следовательно, развитие стадионов шло «рука об руку» с развитием нашей цивилизации.

В современном мире спортивные объекты являются отчасти монументальными сооружениями, требующими весьма существенного финансирования как для возведения, так и для поддержания их в рабочем состоянии. Естественно, инвестор – частный или государственный, заинтересован в максимально выгодном и рациональном использовании пространства.

При изучении трибун и подтрибунных конструкций были рассмотрены варианты систематизации конструкций. Основной вывод, сделанный при исследовании заключается в том, что конструктивная схема трибун может быть систематизирована исключительно по количеству зрителей на стадионе. Это основной критерий. То есть, для начала, мы должны понимать, что в зависимости от вида спорта, его популярности и финансовой доступности для населения мы имеем различные технические задания на размеры стадиона. Логично, что при большем количестве зрительных мест мы имеем больший объем подтрибунного пространства, который экономически выгодно использовать, если это технически возможно.

Хотелось бы отметить: расположение трибун и их уклон проектируют предусматривая обеспечение беспрепятственной видимости наблюдаемой точки (расположенной непосредственно на поле) каждым из присутствующих зрителей. Зная уклон и количество мест можно рассчитать сами конструкции. Для данной работы – важными являются вертикальные элементы. Стараются подобрать такой шаг, чтобы была возможность свободно передвигаться между ними. В современных стадионах пролет стараются делать не меньше 6 метров.

Итак, если позволяет высота подтрибунных помещений (зависит от количества зрителей), а также расстояние между несущими вертикальными конструкциями - в описываемом пространстве могут размещать абсолютно любые по технологическому назначению

вспомогательные помещения: общие для всего комплекса, помещения для обслуживания зрителей, помещения для обслуживания занимающихся, для эксплуатации сооружения, а также для проведения соревнований. Для каждого вида помещений характерны свои особенности, взаимосвязи между группами и со спортивным ядром, поэтому решения по расположению того или иного помещения в конкретной части здания, должно быть согласовано не только с технической возможностью, но и с функционально-архитектурными планами. Необходимо отметить, что при неблагоприятных технических характеристиках, расположение вышеуказанных помещений переносят за пределы подтрибунного пространства. Такое решение увеличивает площадь занимаемого спортивного комплекса, что является негативной тенденцией, с экономической точки зрения.

В представленной статье была попытка весьма кратко и тезисно подтвердить факт влияния трибун и подтрибунных конструкций на облик стадиона. Приведенные примеры, должны убедить сомневающихся, в том, что данные конструкции могут существенно повлиять на экономическую и архитектурно-планировочную составляющую часть спортивных сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кистяковский А.Ю.* Проектирование спортивных сооружений – М.: Высшая школа, 1980.
2. *Гельфонд А.Л.* Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб. пособие – М.: Архитектура-С, 2007.
3. *Pietro Palvarini and Simone Tosi*, 2012. “Toward a new management of football: The new Juventus stadium as a private public policy,” Ninth European Association for Sociology of Sport (EASS) Conference (Berne, Switzerland, 20–23 June).



Рис. 1. Пример расположения под трибунами вестибюля и инженерных сооружений

## РАСЧЕТНЫЙ ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОСНОВАНИЯ

В Российском "Своде правил по проектированию и устройству оснований и фундаментов зданий и сооружений" (СП 50-101-2004) п.5.5.31 при определении осадок основания учитываются два модуля деформации:  $E_1$  - модуль деформации слоя грунта по ветви первичного нагружения (от веса здания),  $E_2$  - модуль деформации грунта по ветви вторичного нагружения (от веса грунта). Модуль  $E_2$  относится к такому коэффициенту, который не имеет остаточной деформации, так как грунт уплотнился от собственного веса за долги годы. В этих условиях  $E_1$  будет модулем общей деформации (10-15 МПа), а  $E_2$  следует условно считать модулем упругости (50-75 МПа). При отсутствии опытных данных упомянутый нормативный документ рекомендует принимать  $E_2=8E_1$ . При анализе расчетной схемы несущих конструкций в течение жизненного цикла сооружений можно выделить несколько основных режима работы конструкции:

- режим возведения;
- основной эксплуатационный режим с длительно действующими нагрузками;
- эксплуатационный режим с кратковременными нагрузками;
- режим демонтажа и реконструкции.

Сооружение на протяжении своего существования претерпевает многие изменения, а именно происходят изменения в расчетной схеме. Меняются свойства грунтового основания под влиянием длительного нагружения веса здания.

Режим основного эксплуатационного периода может быть охарактеризован как режим с полностью готовой системой несущих конструкций, геометрические и жесткостные параметры которой соответствуют проектному решению (с учетом корректив, вносимых на этапе возведения конструкции).

Однако, модель внешних связей, существенным образом, зависит от вида воздействия: для длительно действующих нагрузок деформационные свойства внешних связей здания с основанием определяются модулем деформации грунтов, для кратковременных воздействий (например, ветровых) – модулем упругости грунтов. Хорошо известно, что величины модулей деформации и упругости грунтов различаются в 5 и более раз.

К моменту формирования основных видов кратковременных нагрузок, т.е. в ситуации, соответствующей эксплуатационному периоду, длительно действующие нагрузки от собственного веса уже существуют и определяют деформированное состояние грунтового основания. При этом, жесткостные параметры основания соответствуют модулю деформации грунта, который учитывает, как упругую, так и остаточную деформацию. Остаточная деформация проявляется в полной мере в условиях большой длительности нагружения грунтового массива. Кратковременные нагрузки генерируют реакцию грунтового основания, определяемую модулем упругости грунта.

Таким образом, кратковременные нагрузки должны иметь иные деформационные характеристики основания, отличающиеся от деформационных характеристик, определяемых для длительно действующих нагрузок.

Ниже приведен обзор методов определения коэффициентов постели.

#### 1. Модель Фусса — Винклера.

Основная предпосылка этой теории – прямая пропорциональность между давлением и местной осадкой. Основание в данном случае может быть представлено в виде системы пружин, не связанных между собой (см. схему). В результате под загруженной поверхностью пружины будут испытывать сжатие, а за пределами поверхности – толща не воспринимает сжимающее воздействие.



Рис. 1. Схема модели основания для расчёта гибкой конструкции на упругом основании по методу местных упругих деформаций

Тогда давление основания под загруженной плоскостью, может быть определено из следующего выражения:

$$P_x = C_z \cdot Z_x,$$

где  $P_x$  – давление на подошве фундамента;

$C_z$  – коэффициент упругости основания (коэффициент постели);

$Z_x$  – упругая осадка грунта в месте приложения нагрузки.

Эта модель хорошо отражает работу конструкции, если основание представлено жидкостью. Поэтому чаще всего этот метод используется

при строительстве на слабых грунтах или в случае малой мощности слоя сжимаемого грунта.

## 2. Модель Федоровского.

Поле нагружения грунтовой поверхности то в результате осадки образуется криволинейная осадочная поверхность, а по мере удаления от нагруженного участка осадки поступенно затухают. Чем плотнее грунт, тем меньше осадки, но тем больше зона их распространения. Наблюдаемая криволинейность осадочной лунки приводит к мысли, что несущая способность грунта в вертикальном направлении обуславливается не только его сопротивлением вертикальным осадкам, но также и сопротивлением сдвигу. Упругие деформации и напряжения изотропного упругого тела и, в частности, упругие осадки полупространства, выражаются через модуль упругости и коэффициент Пуассона. Модель Пастернака подразумевает, что упругие характеристики неоднородной в разных направлениях среды, как естественные грунты, следует задавать не менее чем через 2 коэффициента постели.  $C_1$  – коэффициент сжатия, измеряемый в  $\text{кг/см}^3$ , связывает интенсивность вертикального отпора грунта с его осадкой и совершенно независимый от  $C_1$  второй коэффициент постели  $C_2$  – коэффициент сдвига, измеряемый в  $\text{кг/см}$ , дает возможность выразить интенсивность вертикальной силы сдвига  $M$  (или изгибающего момента) в виде произведения  $C_2$  на производную осадки в соответствующем направлении. Эти силы сдвига появляются и в сыпучих и в малосвязных грунтах вследствие зацепления и внутреннего трения между частицами грунта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*
2. *Перельмутр А.В., Кабанцев О.В.* Анализ конструкций с изменяющейся расчетной схемой. Учеб. пособие для технол. спец. строительств., 2015.
3. *Перельмутр А.В., Сливкер В.И.* Расчетные модели сооружения и возможность их анализа, 2002.
4. *Федоровский В.Г., Безволов С.Г.* Прогноз осадок фундаментов мелкого заложения и выбор модели основания для расчета плит, год изд. не укл.

## АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 12-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С АНТИСЕЙСМИЧЕСКИМИ ПОЯСАМИ

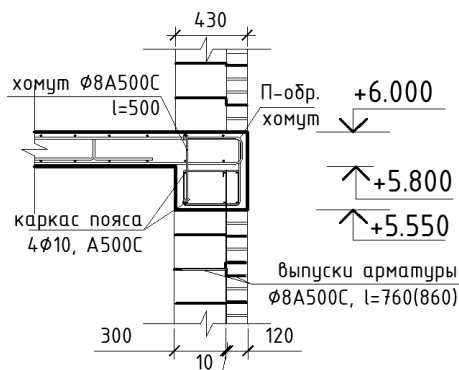


Рис. 1. Разрез по антисейсмическому поясу

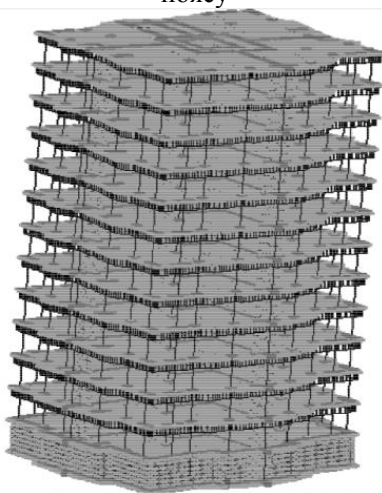


Рис. 2. Расчетная деформированная модель здания с антисейсмическими поясами.

местно с плитой перекрытия с заделкой выпусков арматуры в возводимые впоследствии каменные конструкции.

В целях анализа напряженно-деформированного состояния (далее – НДС) конструкций с антисейсмическими поясами проведено сравнение НДС каркасной системы с аналогичной конфигурацией несущих конструкций без антисейсмических поясов в условиях сейсмического воздействия в 8 баллов по шкале MSK-64.

Основная функция рассматриваемых поясов, в качестве которых приняты контурные балки, является воспрепятствование разрушению ограждающих конструкций или обрушению ее частей при землетрясении, что более всего проявляется в угловых стыках несущих наружных стен. [3,4].

Расчет железобетонных несущих конструкций осуществлен в программном комплексе ЛИРА САПР, основанном на методе конечных элементов. Расчетная модель представлена на рисунке 2.

Контурные балки выполняются монолитными сов-

Армирование контурных балок предварительно принимается в соответствии с минимальными конструктивными требованиями – 4Ø10 А500С, и уточняется по результатам расчета. [1, 2].

На рисунках 3 и 4 представлены изополя изгибающих моментов  $M_x$  в плитах перекрытия с антисейсмическими поясами и без поясов.

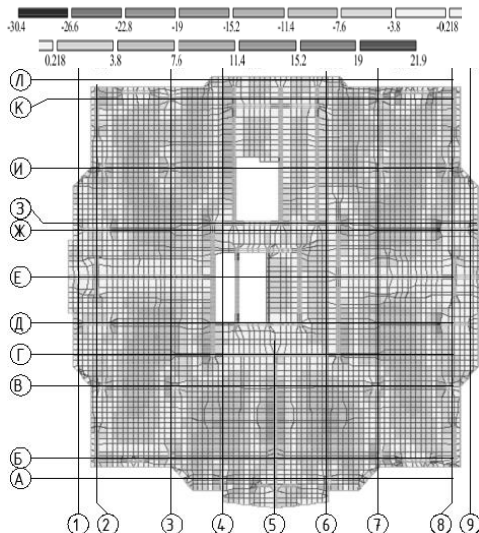


Рис. 3. Изополя  $M_x$  перекрытия типового этажа при варианте №1 (без поясов).

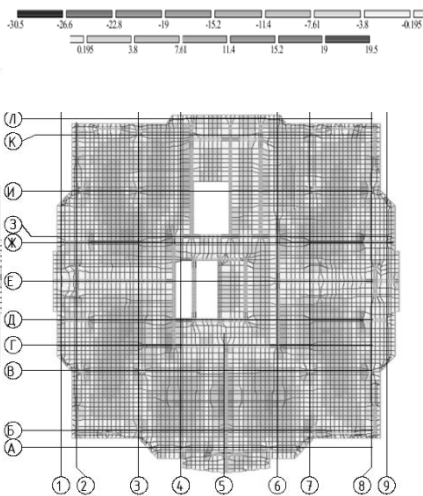


Рис. 4. Изополя  $M_x$  перекрытия типового этажа при варианте №2 (с поясами)

Сопоставление результатов расчетов и подбора армирования дано в табл. 1. Сравнивая полученные результаты расчета двух вариантов конструирования, следует отметить небольшое увеличение пролетных изгибающих моментов (на 1-3%) в варианте с антисейсмическими поясами и увеличение моментов на опорных участках перекрытия (на 0,2-8%) в зависимости от их расположения относительно ядра жесткости.

Данный факт можно объяснить увеличением нагрузки на перекрытие от собственного веса поясов.

Можно сделать вывод о том, что использование контурных балок не оказывают существенного влияния на величины изгибающих моментов в плитах перекрытия.

В дальнейшем исследование НДС несущих железобетонных конструкций зданий будет продолжено с целью уточнения и выявления наиболее рационального варианта конструктивного решения каркаса здания с учетом сейсмических нагрузок.

Таблица 1.

Сравниваемые параметры	Вариант №1: типовое конструктив- ное решение	Вариант №2: с антисей- смическими поясами	Разни- ца ре- зульта- тов, %
Максимальный изгибающий момент $M_x$ типового этажа в осях 7-8/В, кН·м	6,5	6,69	+2,8
Изгибающий момент $M_x$ типового этажа на опоре в осях 7/И, кН·м	13,2	14,3	+8,0
Максимальный изгибающий момент $M_x$ типового этажа в осях 2-3/В-Е, кН·м	7,6	7,7	+1,3
Изгибающий момент $M_x$ на опоре в осях 3/И, кН·м	12,9	12,94	+0,3
Максимальный прогиб в осях 3-5/Б-Г, мм	6,78	6,65	-2,0
Диаметр верхней и нижней фоновой арматуры по расчету, мм	6 / 6	6 / 6	-
Максимальные продольные усилия центральных и крайних колонн первого этажа, кН	1475,5/ 2140,2	1453,5 / 2172,9	-1,49/ +1,53

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330 – 2014. Строительство в сейсмических районах
2. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
3. *Мартемьянов А.И.* Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. М: Стройиздат, 1985, 253с.



## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ К РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ ПЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ

Расчет узла сопряжения колонны с плоской бескапитальной плитой на продавливание разработан недостаточно детально. Имеется большое количество моделей, построенных на принципе предельного равновесия и описывающих поведение плиты при продавливании, однако многие основаны на эмпирических или полуэмпирических зависимостях, которые часто не отражают физической сути работы бетона. Во многих из них не учитываются такие факторы, как изгибающий момент в колонне, масштабный эффект и учет продольного армирования, прочностные характеристики продольной арматуры. Вклад в несущую способность сечения стержней продольного армирования недооценен. Арматура, расположенная в сжатой зоне, повышает несущую способность сжатого бетона на срез.

В данной статье рассматривается расчет на основе нелинейной деформационной модели (НДМ). В начале расчета необходимо определить НДС нормальных сечений. Исходя из гипотезы плоских сечений, можно принять следующие выражения:

Деформации  $i$ -го участка бетона:  $\varepsilon_{bi} = \varepsilon_{b0}(x - y_{bi}) / x$ , где  $x$  – высота сжатой зоны,  $y_{bi}$  – координата центра тяжести,  $i$ -го участка по высоте интегрируемого сечения,  $\varepsilon_{b0}$  – деформации наиболее сжатого волокна

Деформации  $i$ -го стержня арматуры  $\varepsilon_{si} = \varepsilon_{b0}y_{si} / x$ , где  $y_{si}$  – координата центра тяжести арматурного стержня.

Для точного решения необходимо, чтобы были удовлетворены условия равновесия сил:

$$\sum \sigma_{bi} A_{bi} + \sum \sigma_{si} A_{si} + \sum \sigma_{sci} A_{sci} = 0.$$
$$M = \sum \sigma_{bi} A_{bi} \cdot y_{bi} + \sum \sigma_{si} A_{si} \cdot y_{si} + \sum \sigma_{sci} A_{sci} \cdot y_{sci}$$

Для нахождения действующих напряжений воспользуемся диаграммами арматуры и бетона  $\sigma - \varepsilon$  для одноосного НДС. В общем виде зависимость описывается функцией  $\sigma_m = f(\varepsilon_m)$ . Для перехода от диаграммы для одноосного НДС к трехосному воспользуемся теорией прочности Гениева для железобетона [1], которая в общем виде описывает выпуклую поверхность, заданную следующим выражением (растя-

гивающие напряжения приняты отрицательными, сжимающие - положительными как и в первоисточнике):

$$\sigma_r^2 + \sigma_\theta^2 + \sigma_z^2 - (R_b - R_{bt})(\sigma_r + \sigma_\theta + \sigma_z) - (\sigma_r \sigma_\theta + \sigma_r \sigma_z + \sigma_z \sigma_\theta) + 3\tau_{r\theta}^2 + 3\tau_{rz}^2 + 3\tau_{\theta z}^2 - R_b \cdot R_{bt} = 0$$

Из условия прочности можно получить следующие уравнения для пределов прочности:

$$R_b = \frac{(R_b - R_{bt} - \sigma_z)(1+k)}{2(1-k+k^2)} - \frac{1}{2} \sqrt{\left( \frac{(R_b - R_{bt} - \sigma_z)(1+k)}{1-k+k^2} \right)^2 + \frac{4R_b R_{bt} + (R_b - R_{bt})\sigma_z - \sigma_z^2}{1-k+k^2}};$$

$$R_{bt} = \frac{(R_b - R_{bt} - \sigma_z)(1+k)}{2(1-k+k^2)} + \frac{1}{2} \sqrt{\left( \frac{(R_b - R_{bt} - \sigma_z)(1+k)}{1-k+k^2} \right)^2 + \frac{4R_b R_{bt} + (R_b - R_{bt})\sigma_z - \sigma_z^2}{1-k+k^2}},$$

Где  $k = \frac{\sigma_\theta}{\sigma_r}$ ,  $\sigma_z$  - напряжения под опорой, которые определяются по формуле из [2]:

$$\sigma_z = \frac{Q_{act}}{\pi d_{col} / n_c \cdot (2.5 \cdot y)} \left( 1 - \frac{y}{h} \right).$$

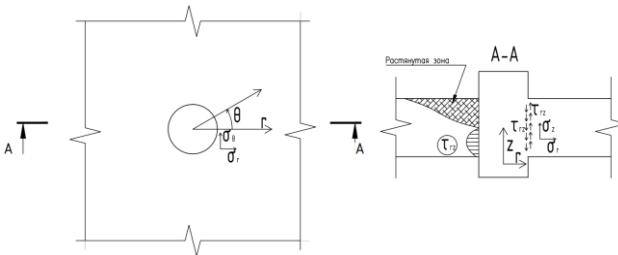


Рис. 1. Схема действующих напряжений и система координат.

В сечении действуют следующие усилия: нормальные напряжения в радиальном, тангенциальном и вертикальном направлениях, и касательные напряжения в плоскости сечения (рис.1). Из теории прочности выразим предельные касательные напряжения в сечении:

$$\tau_{rz,ult} = \sqrt{\frac{1}{3} \left( -\sigma_r^2 - \sigma_\theta^2 - \sigma_z^2 + (R_b - R_{bt})(\sigma_r + \sigma_\theta + \sigma_z) + (\sigma_r \sigma_\theta + \sigma_r \sigma_z + \sigma_z \sigma_\theta) + R_b \cdot R_{bt} \right)},$$

Исходя из этого, определяем предельные деформации сдвига:

$$\Gamma_{ult} = \frac{2\tau_{rz,ult}}{G_0}, \text{ где } G_0 \text{ – начальный модуль сдвига.}$$

Определяющим критерием разрушения принято равенства предельных и максимальных деформаций сдвига на одном из участков интегрирования. Определим действующие деформации сдвига по формуле Журавского:

$$\Gamma_{act} = \frac{12Q_{act}}{G_0 \cdot b \cdot y_c^3} \left( \frac{y_c^2}{4} - \left( Y - \frac{y_c}{2} \right)^2 \right)$$

Вклад армирования можно учесть с помощью уравнений, выведенных для расчета балки по наклонным сечениям [3]. Учет сжатого армирования производится коэффициентом коррективы  $\Gamma_{act}$ :

$$k_b = 1 + \frac{12G_s}{G_0 \cdot b \cdot y_c^3} \left( \frac{y_c^2}{4} - \left( a_{sc} - \frac{y_c}{2} \right)^2 \right),$$

растянутое армирование учитывается посредством коррективы силы, воспринимаемой бетоном:

$$Q_b = \frac{1}{2} (Q_{act} + \sqrt{Q_{act}^2 - \frac{G_0 \cdot b \cdot y_c \cdot W_s \cdot n_s}{E_s \cdot d_s} \cdot 0.75^2 (R_s - \sigma_s)^2}).$$

Таким образом, данная методика учитывает сложное НДС бетона в узле, влияние продольного сжатого и растянутого армирования и влияние изгибающего момента в плите на несущую способность узла на продавливание.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А.* Теория пластичности бетона и железобетона. - М., Стройиздат, 1974
2. *Залесов А.С.* Сопротивление железобетонных элементов при действии поперечных сил. Теория и новые методы расчета прочности. Дисс. ... докт. техн. наук. - М., НИИЖБ, 1979
3. *Силантьев А. С.* Сопротивление изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям с учетом влияния продольного армирования. Дисс. ... канд. техн. наук – М., МГСУ, 2012

Студентка магистратуры 2 курса 1 группы ИСА Лушникова В.Ю.  
 Научный руководитель – зав. кафедрой ЖБК, д-р.техн. наук, проф.  
 А.Г. Тамразян

## ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

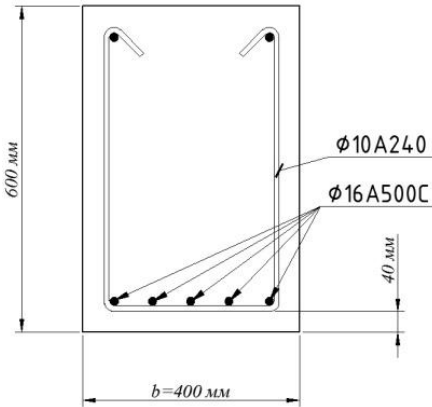


Рис. 6. Поперечное сечение балки

Большинство конструктивных элементов, которые применяются на практике, подвергаются напряжениям. Они, в свою очередь, вызываются изгибающими моментами [1]. Предположим, что железобетонная балка ( $w/c = 0.42$ ) рассчитана на срок службы 70 лет. Армированные балки 5 $\phi$ 16A500C ( $d_b = 16$ мм); ширина балки,  $b = 40$  см; а толщина защитного слоя,  $c = 40$  мм. Прочность на сжатие бетона,  $R_b = 30$  МПа; прочность на сжатие арматуры,  $R_{sc} = 400$

МПа; с концентрацией поверхностного хлорида 6%; хлоридный порог считается равным 0.4% (Cl<sup>-</sup>) по массе цемента; предполагается, что длина анкеровки составляет  $l_d = 30d_b$ .

$d = 600 - 40 - 10 - 16/2 = 542$  мм – эффективная глубина (расстояние от крайнего сжатого волокна до центра тяжести продольной растянутой арматуры).

Были введены коэффициенты сопротивления  $\phi_s$  для арматуры и  $\phi_b$  для бетона для целей проектирования [2]. Прочность связи определяется по формуле:

$$u = \phi_b \left( 0.35 + 0.3 \frac{c}{d_b} \right) \sqrt{1.425 R_b} - 0.34 (ML) =$$

$$0.6 \left( 0.35 + 0.3 \frac{40}{16} \right) \sqrt{1.425 \times 30} - 0.34 (ML) \quad (1)$$

Проскальзывание арматуры не происходит, когда сила сцепления не превышает предельное растягивающее усилие арматуры [3]. Здесь критический уровень коррозии рассчитывается следующим образом:

$$u \times l_d \times \pi \times d_b = \phi_s R_{sc} \pi \left( \frac{d_b}{2} \right)^2$$

$$u = \phi_s R_{sc} \frac{d_b}{4l_d} \quad (2)$$

Подставляя уравнение (1) в (2):

$$ML_{critical} = \frac{\left[ \phi_b \left( 0.35 + 0.3 \frac{c}{d_b} \right) \sqrt{1.425R_b} - \phi_s R_{sc} \frac{d_b}{4l_d} \right]}{0.34} =$$

$$\frac{\left[ 0.6 \left( 0.35 + 0.3 \frac{40}{16} \right) \sqrt{1.425 \times 30} - 0.85 \times 400 \frac{1}{4 \times 30} \right]}{0.34} = 4.359\%$$

Когда потеря массы превышает  $ML_{critical}$ , растягивающее усилие [4,5] в арматуре зависит от силы сцепления между арматурой и бетоном.

Сила растяжения в арматурных стержнях при разных уровнях коррозии:

$$T = u \times l_d \times \pi \times d_b \quad (3)$$

Подставляя из уравнения (1) в уравнение (3), получаем:

$$T = \left[ 0.6 \left( 0.35 + 0.3 \frac{c}{d_b} \right) \sqrt{1.425R_b} - 0.34(ML) \right] \times l_d \times \pi \times d_b$$

Момент сопротивления бетонного сечения без коэффициентов сопротивления материала:

$$W_r = T \times \left( d - \frac{x_b}{2} \right) = u \times l_d \times \pi \times d_b \times \left( d - \frac{x_b}{2} \right)$$

Сжатая зона бетона балки:

$$x_b = \frac{u \times l_d \times \pi \times d_b}{\alpha_1 R_b \times b}$$

Фактор блокировки стрессов:

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015R_b \geq 0.67$$

Результаты расчета момента сопротивления при разных уровнях коррозии суммированы на рис.2. На рисунке 2 показана зависимость между заданной прочностью при изгибе и уровнем коррозии. Когда уровень коррозии меньше критического уровня, арматура имеет достаточную прочность сцепления с бетоном, а прочность на изгиб немного уменьшится с увеличением уровня коррозии. Когда уровень коррозии превышает критический, прочность на изгиб значительно уменьшится из-за разрывов между армированием и бетоном.

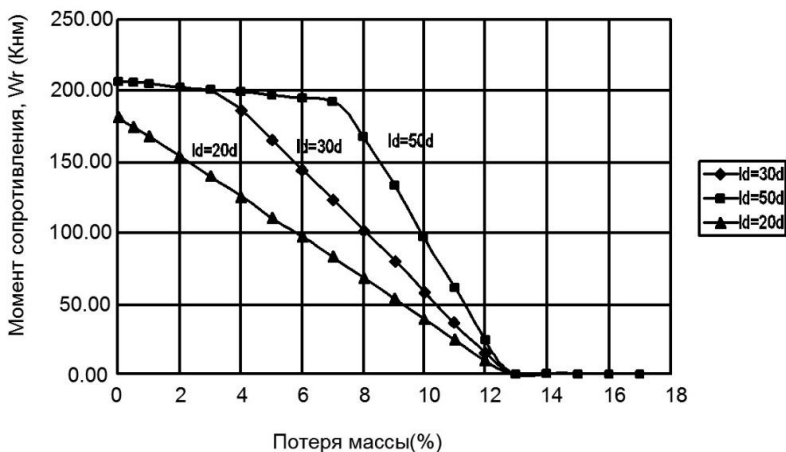


Рис. 2 Момент сопротивление арматуры при разных уровнях коррозии для разных длин анкеровки ( $l_d = 20 d_b, 30 d_b, 50 d_b$ )

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Издательство «Высшая школа», 1979 .
2. *Чирков В.П., Шавыкина М.В.* Метод расчета сроков службы железобетонных конструкций при коррозии арматуры. Учебное пособие. – М.: МИИТ, 1998.-74с
3. *Тамразян А.Г.* К оценке риска чрезвычайных ситуаций по основным признакам его проявления на сооружение. Бетон и железобетон. 2001. № 5. с. 8-10.
4. *Клюева, Н.В.* Критерий прочности коррозионно повреждаемого бетона при сложном напряженном состоянии/Н.В.Клюева, Н.Б. Андросова, М.С.Губанова// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №1. С. 38-42.
5. *Тамразян А.Г., Попов Д.С.* Reduce of bearing strength of the bent reinforced concrete elements on a sloping section with the corrosive damage of transversal armature. (2017) MATEC Web of Conferences, 117, № 00162.

## УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ ИЗ УГЛЕВОЛОКНА

Целью данной работы является усиление железобетонных конструкций системой внешнего армирования из углеволокна. Усиление железобетона структуры могут быть необходимы в случае, когда требуется расширение вверх по этажу. Структурные элементы, такие как колонны, должны быть усилены для поддержки дополнительной нагрузки, иначе здание разрушится в результате дополнительной нагрузки. При усилении структуры элементы с помощью углеволокна, основным преимуществом является то, что его легко транспортировать и установить композитов [3]. Системы внешнего армирования композитными материалами определяется как система, состоящая из клеевого слоя, образованного отверждением термореактивный клей, однослойного или многослойного композитного материала и, кроме того, защитный слой может быть использован. Защитный слой защищает систему от воздействия высоких температур, ультрафиолетового излучения и механических повреждений [2]. Расчетные значения удельного сопротивления сжатия в осевом направлении получают по формуле:

$$R_{b3} = R_b + k_{ef} k_e R_{\mu f}, \quad (1)$$

где  $k_{ef}$  - коэффициент эффективности и равен :

- для элементов круглого сечения  $k_{ef} = 1,0$ ;

- для элементов прямоугольного сечения с соотношением сторон  $h/b \leq$

- для элементов прямоугольного сечения с соотношением сторон  $h/b > 1,5$  или при  $h > 900$  мм, а также при эксцентриситете приложения сжимающей силы более  $0,1D$  (для круглых сечений диаметром  $D$ ) или более  $0,1h$  (для прямоугольных сечений) следует принимать  $k_{ef} = 0$ ; [2]

Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов, армированных полимерных композитов, полученных из;

$$M \leq M_{ult}, \quad (2)$$

где  $M_{ult}$  - предельный изгибающий момент, который может быть воспринят сечением усиленного элемента.

В предельное состояние упругих элементов напряжений в зоне сжатия сопротивление бетона и сжатой стержневой арматурой, а в растянутой - стержневой арматурой и внешней композитной арматурой.

Для изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения (рис 1), усиленных СВА на грани элемента из полимерных композитов, значение  $M_{ult}$  определяют по формуле:

$$M_{ult} = N_b z_b, \quad (3)$$

где  $N_b$  - равнодействующая нормальных усилий в сжатой зоне бетона (предельное усилие бетона сжатой зоны);

$z_b$  - расстояние между предельным усилием бетона сжатой зоны и равнодействующей усилий в растянутой арматуре и внешнем армировании.

Предельное усилие бетона сжатой зоны  $N_b$  определяется исходя из условия равновесия внутренних усилий и внешних сил по формуле:

$$N_b - R_s A_s - R_{fu} A_f = 0. \quad (4)$$

Расстояние  $z_b$  определяется в зависимости от высоты сжатой зоны бетона:

$$z_b = (h - a_p - 0.5X), \quad (5)$$

где  $a_p$  - расстояние от края бетонной поверхности усиливаемого элемента до равнодействующей усилий в растянутой арматуре и внешнем армировании.[1]

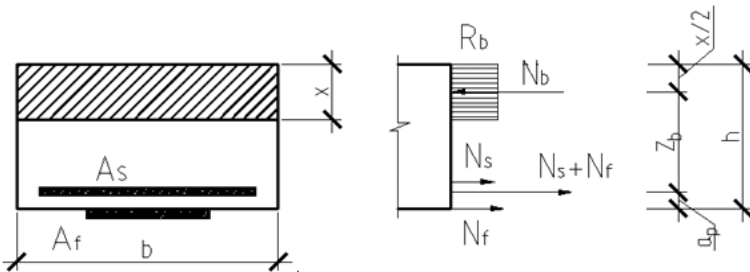


Рис. 1. Расчетная схема усиливаемого сечения

### Вывод

Усиление железобетонных конструкций с помощью углеволокна является более эффективным. Последние исследования показали, что несущая способность балок, усиленных системой внешнего армирования из композитных материалов на основе углеродного волокна FibArm увеличивается в среднем на 35-64%.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тамразян А.Г. «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.



## ПЕРЕКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТОНКИХ ОБОЛОЧЕК – ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА

История сводчатых конструкций насчитывает не одно тысячелетие. Однако до конца XIXв, до появления железобетона, своды выполнялись из камня и кирпича, что накладывало серьезные ограничения на конструктивные и архитектурные решения. Кроме ограничений, обусловленных особенностями материалов, существовали сложности с расчетом и прогнозированием работы оболочечных конструкций. Методы расчета, позволяющие с достаточной точностью рассчитывать оболочечные конструкции, сформировались только к середине XXв.

В XX веке оболочки получили самое широкое распространение – от покрытий производственных и сельскохозяйственных зданий и сооружений до уникальных архитектурных общественных зданий, и сооружений, театров, стадионов и т.д. При всем разнообразии применения оболочек, практически отсутствуют исследования, посвященные применению оболочек в качестве перекрытий. Тем не менее использование параболических и сферических оболочек - перекрытий открывает широкие горизонты для расширения архитектурных возможностей, особенно общественных зданий и сооружений: спортивные комплексы, стадионы, здания и сооружения коммерческого и культурного назначения пр. Нераспространенность оболочечных перекрытий связана, в первую очередь, со сложностью и объемностью математических расчетов. Современные аналитические методы расчета оболочек сводятся к трем основным: безмоментная теория оболочек, применимая к оболочкам вращения и оболочкам со значительной стрелой подъема. Чем меньше стрела подъема, тем больше опорные изгибающие моменты и поперечные усилия. Для расчета таких конструкций существует моментная теория оболочек. Для практических расчетов рекомендуется метод предельного равновесия и учет физической нелинейности, т.к. образование и развитие трещин в оболочках оказывает существенное влияние на НДС оболочки. В целом сложилась следующая тенденция: существует ряд теорий и исследований, посвященных расчету тонких оболочек, но практические расчеты оказываются довольно далеки от чистой теории в силу чрезмерной сложности расчета с учетом всех особенностей конструкции. К преимуществам перекрытий на основе тонких оболочек можно отнести: значительное увеличение пролетов, увеличение полезной площади, большие свободные площади по сравнению с традиционными перекрытиями; большие возможности для архитек-

турного выражения; уменьшение собственного веса конструкций, снижение затрат на материалы.

Из недостатков следует выделить: сложность расчета, проектирования и конструирования; уменьшение полезного объема здания; существенные изгибающие моменты в вертикальных конструкциях вследствие действия распора; технологические сложности при возведении, увеличение затрат на опалубочные и бетонные работы.

Современные практические методы расчета в различных САПР методом конечных элементов позволяют достаточно быстро и точно рассчитать НДС оболочек с учетом всех особенностей конструкции, включая отверстия, нелинейность работы железобетона, трещины и перемещения.

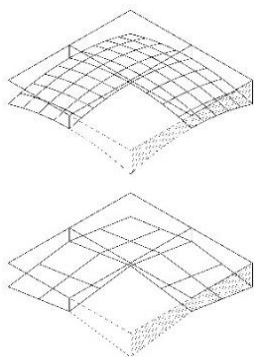


Рис. 2. Схема конструктивной ячейки

В результате взаимного действия усилий, действующих в горизонтальных и вертикальных конструкциях. Разработка оболочечных перекрытий требует детальной проработки всех особенностей работы конструкции, включая технологические и конструктивные особенности. Наибольший интерес представляют сферические, гипаровые, параболические оболочки вращения и оболочки в виде эллиптических параболоидов на круглом, прямоугольном и эллиптическом плане. В качестве примера был выполнен приближенный расчет ряда сферических и складчатых гипаровых оболочек переменной толщины на квадратном плане проле-

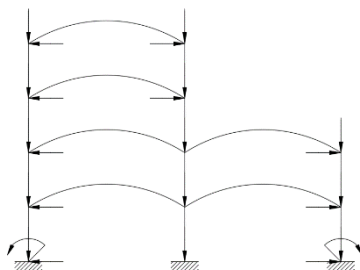


Рис. 1. Схема усилий в вертикальных конструкциях сооружения с перекрытиями-оболочками

В рамках решения комплексной задачи по разработке методики расчета и определению возможности применения оболочек в качестве перекрытий зданий и сооружений необходимо выполнить ряд сравнительных расчетов разными методами и сравнить с результатами экспериментов.

Основными особенностями работы оболочки в качестве перекрытия по сравнению с покрытием: -многоярусное действие горизонтальных усилий распора, что дает существенные изгибающие моменты в вертикальных конструкциях; в опорных точках перекрытий возникает сложное НДС опорного узла вследствие

том 6 и 12м, различающихся стрелой подъема. Расчет был выполнен в ЛИРА-САПР по методу конечных элементов в упругой постановке. Анализ результатов показал, что использование перекрытий переменной толщины (с горизонтальной верхней поверхностью) не целесообразно, особенно при значительных пролетах однако даже такое решение дает до 20% экономии бетона и до 25% экономии арматуры.

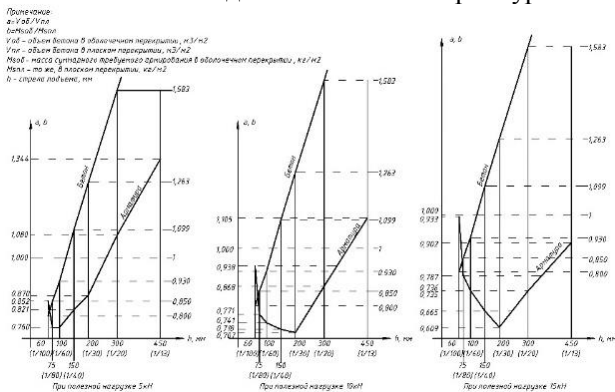


Рис. 4. Графики зависимости объема бетона и арматуры от стрелы подъема

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 52-117-2008\*. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Методы расчета и конструирование: - М.: [б.и.] 2008. - 322с.
2. Ржаницын А.Р. Предельное равновесие пластинок и оболочек. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. - 288с.
3. Силантьев А.С., Мазуров И.Н. К вопросу оценки экономической эффективности плит перекрытий на основе тонких оболочек с малой стрелой подъема/Мазуров И.Н// Промышленное и гражданское строительство. 2017. №6. С.45-49.

*Студент магистратуры 1 года обучения 2 группы ИСА*

**Мингазетдинов А.О.**

*Научный руководитель - д-р техн. наук, проф. Н.Н.Трекин.*

## ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Удельный вес монолитного железобетона в общем объеме железобетонных конструкций особенно высок в гражданских зданиях, сооружениях черной и цветной металлургии, горнорудной, химической и некоторых других отраслей промышленности. Использование устаревших методик расчета изгибаемых конструкций приводит к наличию существенного недогруза конструкций из-за подобранных с большим запасом поперечных сечений. При устройстве монолитных железобетонных конструкций 35-45% трудозатрат падает на устройство и разборку опалубки. Необоснованно большие сечения приводят к значительному удорожанию таких конструкций и увеличению сроков их возведения.

Спроектированные здания и сооружения по методике расчета недействующего в настоящее время нормативного документа СНиП 2.03.01-84 оправдывали себя более 30 лет. И как показала практика, в истории не было сомнений надежности и безопасности расчета по данному документу.

В 2003 г. взамен СНиП 2.03.01-84\* были утверждены и введены в действие новые Нормы проектирования бетонных и железобетонных конструкций – СНиП 52-01-2003. А на сегодняшний день действует новый Свод Правил: СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» с новой методикой расчета по деформациям.

В первую очередь встает вопрос об адекватности данной методики, так как при расчете по СНиПу не было прецедентов крупных аварий и катастроф. Так же сомнения представляют финансовые и экономические стороны расчетов по данному документу.

Изменения, отраженные в новых нормах, были вызваны в первую очередь прогрессом в железобетонной отрасли: внедрением новых конструкций, совершенствованием технологии с одновременным появлением дополнительных требований к конструкциям, повсеместным использованием монолита, появлением и распространением высокопрочных бетонов и арматурных сталей.

Вторая причина изменения норм – это развитие теории железобетона. В результате работы современных исследователей мы получили новые методы расчета, которые ведут, во-первых, к снижению

расхода бетона и арматуры в железобетонных конструкциях, во-вторых, к увеличению долговечности конструкций.

Недостатки старых методик расчета:

- плохая взаимная увязка методик расчета по разным предельным состояниям;
- ограниченная область применения эмпирических формул;
- недостоверные результаты для ряда частных случаев;
- затруднения при переводе методик на языки программирования в качестве основы расчетных комплексов.

Изменения коснулись как деформаций, так и расчета по трещиностойкости. Усложненные расчеты ранее действовавших нормативных документов не обеспечивали повышения надежности и затрудняли понимание физической стороны происходящих процессов.

Подход к определению деформаций (вторая группа предельных состояний) претерпел некоторые изменения по сравнению с принципами расчета, принятыми в предыдущих нормах. Основание расчетов лежит в идее применения нелинейной деформационной модели.

#### ***Учет нелинейности***

Реальные материалы работают так, что при их нагружении наблюдается нелинейный характер зависимости между напряжением и деформацией. В расчете конструкций учет данной особенности деформирования материалов позволяет приблизить теоретическое прогнозирование к реальному поведению конструкций в работе.

Практика проектирования железобетонных конструкций показывает, что условно можно различать физическую, геометрическую и конструктивную нелинейности.

Целью расчета за пределом работы конструкции в зоне упругости является поиск возможности уменьшения расхода материала, закладываемого расчетом упругой стадии, имея следствием этого существенную экономию. В этом и заключается требование обновленных строительных норм и правил, говорящее о том, что расчетные схемы конструкций должны учитывать пластические свойства материалов и их физическую нелинейность.

В новом нормативе деформативные характеристики материалов были затронуты существеннее всего. Среди новых нормативных понятий появились, например, «диаграммы состояния» бетона (диаграммы сжатия) и арматуры (диаграммы растяжения). В старых нормах их не было, так как отсутствовала сама необходимость в них.

Существуют некоторые достоинства и недостатки использования нелинейной деформационной модели:

- нелинейная деформационная модель позволяет с приемлемой для практических целей точностью определять прочность железобетон-

ных элементов, а при некотором уточнении и деформационных характеристик.

– нелинейная деформационная модель дает хорошее совпадение результатов с действующими строительными нормами при соблюдении принятых в данных нормах предпосылок.

– нелинейная деформационная модель позволяет производить расчет практически любых железобетонных элементов, при любом содержании арматуры в сечениях, в том числе с предварительно напряженной арматурой и сталежелезобетонных элементов.

– существенным недостатком модели является тот факт, что методика позволяет производить анализ отдельных сечений, а не элемента в целом.

### ***Вывод***

Уточнение результатов расчетов, полученных при использовании методик СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции», соотнесенное с результатами расчетов, полученных при использовании методик СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» на основе нелинейной деформационной модели даст возможность получить наглядное представление о целесообразности расчетов, проведенных по той или иной методикам, и в целом о конечных результатах расчетов.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Тамразян А.Г.* Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс: учебное пособие. - М-во образования и науки Рос.Федерации, Нац. Исследоват. Моск. Гос. Строит. Ун-т. Москва: Изд-во Моск. Гос. строит. ун-та, 2017. – 73 с.
2. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры. М.: ЦНИИПромзданий, 2005, 212 с.

## АНАЛИЗ СХЕМ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ ПРИ ВНЕЗАПНОМ ВЫКЛЮЧЕНИИ ИЗ РАБОТЫ ОДНОГО ИЗ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Прогрессирующее разрушение железобетонных конструкций зданий или сооружений может произойти при выключении из работы одного из несущих элементов в результате техногенных, природных или других особых воздействий [1]. При анализе НДС в несущих элементах здания после приложения такого воздействия можно наблюдать процесс перераспределения действующих в элементах конструктивной системы усилий. Такое перераспределение ведет к догрузению оставшихся неразрушенными элементов, что, в свою очередь, может стать причиной лавинообразного разрушения здания в целом. Поиск методов расчета и проектирования защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения является сегодня одной из приоритетных задач строительной науки не только в РФ но и во всем мире.

Задачей анализа возможных схем разрушения конструктивной системы при внезапном выключении из работы несущего элемента является предотвращение распространения начального локального отказа от элемента к элементу. В конечном счете необходимо не допустить прогрессирующего разрушения всей структуры или непропорционально большей ее части. Решение такой задачи не представляется возможным без понимания физической стороны процесса прогрессирующего обрушения для конкретных типов конструктивных систем. Согласно [2], прогрессирующее обрушение - это «разрушение нескольких отсеков или этажей конструктивной системы, вызванных изолированным структурным разрушением из-за цепной реакции или эффекта домино». Несмотря на то, что прогрессирующее обрушение обозначается в правилах и нормах проектирования как одно событие, его можно разделить на несколько частей в зависимости от схемы обрушения.

Рассмотрим возможные варианты схем обрушения зданий в результате возникновения особого воздействия и разрушения одного из несущих элементов конструктивной системы. При выключении из работы вертикального элемента, например, колоны или панели здания, в верхней части поврежденной несущей системы происходит резкое изменение силового потока и накопление кинетической энергии при движении этой части здания (рис. 1). Сила удара от падения части конструктивной системы, запроектированной без учета такого воздействия, обычно пре-

вышает расчетную нагрузку, которую готовы воспринимать несущие конструкции здания. Таким образом происходит продвижение отказа несущих конструкций в рассматриваемом вертикальном направлении.

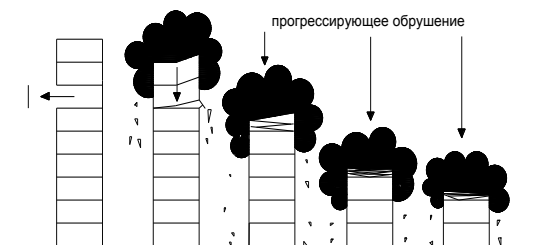


Рис. 1 Иллюстрация механизма прогрессирующего обрушения

Следующая возможная схема разрушения может возникнуть при перераспределении усилия на горизонтальные элементы, расположенные поперек направления отказа. Если несущая способность оставшихся элементов превышена, из-за дополнительно возникающего динамического догружения, то вероятность увеличения площади возможного разрушения будет увеличиваться. Возможна схема выключения из работы ключевого элемента вследствие потери устойчивости этого элемента, что также приведет к перераспределению усилий в горизонтальном направлении. Согласно [3, с. 16-17], высота элемента теряющего устойчивость в результате его опрокидывания должна быть больше, чем расстояние до следующего элемента, или элементы должны быть соединены друг с другом с помощью некоторой горизонтальной связи.

Эти и другие возможные схемы разрушения железобетонных элементов показывают многообразие вариантов разрушения конструктивных систем зданий и сооружений. Поэтому, для предотвращения лавинообразного обрушения необходимо дальнейшее развитие методов прямого проектирования, с помощью которых должна обеспечиваться защита конструктивных систем от прогрессирующего обрушения. Безусловно такие методы проектирования требуют более сложного анализа учитывающего возможное перераспределение и динамический характер усилий в конструктивной системе (4), по сравнению с проектным расчетом, традиционно используемым в расчетах по первой и второй группе предельных состояний. При реализации этой задачи возможно использование двух подходов к предотвращению прогрессирующего обрушения: альтернативный путь (метод, который допускает локальный сбой, но требует предоставления альтернативных путей перераспределения и восприятия усилий оставшимися неразрушенными элементами



системы, предложенный, например, в работе [5]). Второй, так называемый метод местного сопротивления, т.е. метод, который направлен на создание такой зарезервированной прочности, чтобы противостоять отказу при возможных о аварийных воздействиях.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия». – 2017. – М.: 24 с.
2. Progressive collapse analysis of an rc structure subjected to seismic loads in sloping ground, Shilpa Shree G C1, Syed Ahamed Raza2
3. Starossek Uwe. 2009. Progressive collapse of structures. London: Thomas Telford Limited.
4. *Федорова, Н.В.* Исследование динамических догрузений в железобетонных конструктивных системах при внезапных структурных перестройках [Текст]/Н.В. Федорова, Т.А. Халина//Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 5. С. 32-36
5. *Колчунов В.И., Ключева Н.В., Андросова Н.Б., Бухтиярова А.С.* Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях/ М.: Изд. – во АСВ. 2014, 208 с.
6. *Tamrazyan A.G., Avetisyan L.A.* Comparative analysis of analytical and experimental results of the strength of compressed reinforced concrete columns under special combinations of loads. 5th International Scientific Conference “Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education” Volume 86,
7. *Аветисян Л.А.* Использование шарниров пластичности при расчете зданий на прогрессирующее обрушение в условиях огневых воздействий. Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. № 2 - 2017

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ БЕЗБАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ АРМАТУРОЙ БЕЗ СЦЕПЛЕНИЯ С БЕТОНОМ

В общем случае для определения усилий и деформаций в конструкции от предварительного напряжения с натяжением на бетон усилие предварительного напряжения прикладывается к конструкции как *внешнее силовое воздействие*. Воздействие предварительного напряжения зависит от типа конструкции и геометрической формы раскладки канатной арматуры. Расчет усилий и деформаций конструкции от предварительного напряжения основывается на следующих принципах и допущениях: 1) обжатие бетона; 2) разгружающие усилия; 3) разгружающие моменты.

*Обжатие бетона.* При натяжении канатной арматуры в бетонных элементах возникают сжимающие усилия. В элементах относительно небольшого по протяженности сечения, а также равномернообжатых элементах при отсутствии жестких связей обжатие принимается равномерно распределенным по сечению элемента и вычисляется как

$$\sigma_{об} = \frac{P}{A}; \text{ где } P - \text{усилие преднапряжения, действующее в данном эле-}$$

мента;  $A$  - площадь обжимаемого бетона. При использовании системы без сцепления с бетоном сечение принимается, как правило, центрально обжатым независимо от расположения канатной арматуры.

### *Разгружающие усилия и моменты*

В статически неопределимых конструкциях напрягаемая арматура раскладывается в форме приближенной к эпюрам изгибающих моментов от равномерно распределенной нагрузки. Данный тип раскладки напрягаемой арматуры для плит позволяет добиваться оптимального распределения вертикальных составляющих предварительного напряжения, возникающие при перегибах напрягаемой арматуры

$$P_y = P \cdot \operatorname{tg} \alpha; P_x = \sqrt{P^2 - (P \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha)} \approx P. \text{ При определении усилий в кон-}$$

струкции от предварительного напряжения следует учитывать тот фактор, что при анкеровке напрягаемой арматуры на торце конструкции с эксцентриситетом относительно центра тяжести сечения за счет эксцентриситета возникают моменты, равные  $M = Pe$ . Данный эффект зачастую применяется для снижения усилий и деформаций консолей.

В большинстве случаев, при расчетах фактическая раскладка в конструкции заменяется на идеализированную. Наиболее распространен-

ная форма идеализированной раскладки подразумевает замену фактической геометрии каната в последовательность направленных вверх парабол и прямолинейных участков. Участок каната над колонной, где парабола направлена вниз, заменяется точечной сосредоточенной силой. Впервые подобная модель была предложена в середине 1950-х гг. американским ученым Т.И. Лином и получила название модель Лина.

Данный подход позволяет чрезвычайно просто и с высокой точностью моделировать преднапряжение в конструкции, загружая ее равномерно распределенными нагрузками и сосредоточенными силами. Разгружающая нагрузка от преднапряжения моделируется при помощи равномерно распределенной нагрузки  $w_b$ . Относительно моделирования преднапряжения при помощи распределенных нагрузок, отражающих фактическую раскладку напрягаемой арматуры, интенсивность равномерно распределенных нагрузок несколько меньше и значения деформаций и усилий от предварительного напряжения получаются несколько «в запас».  $w_b = \frac{2Pe}{l}$ ; где  $e$ -эксцентриситет (для средних пролетов, как правило, больше),  $l$ -участок длины полупараболы.

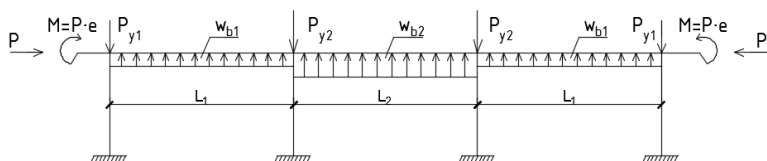


Рис.1 Нагрузки по идеализированной модели Лина.

Как правило, величина отпора  $w_b$  назначается не более 120% от собственного веса конструкции. Данное ограничение накладывалось с целью минимизации неупругих деформаций в период эксплуатации конструкции, а также исключения появления трещин в растянутых при загрузке полезной нагрузкой зонах плит и балок и исключает необходимость установки арматуры в данных зонах. В отдельных случаях, например, в перераспределительных конструкциях и тяжело нагруженных перекрытиях, величина  $w_b$  может существенно превышать 120% собственного веса. В этих случаях возможно применение дополнительного армирования на период возведения конструкции. Необходимо также отметить, что преднапряжение является постоянной нагрузкой для конструкции и деформации от осевых и вертикальных составляющих пред напряжения должны быть вычислены с учетом снижения модуля упругости бетона за счет ползучести.

При любой форме раскладки напрягаемой арматуры обязательно должно выполняться условие:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0, P_{x1} + P_{x2} + \dots + P_{xm} = 0; \\ \Sigma F_y = 0, P_{y1} + P_{y2} + \dots + P_{yn} + w_{b1} l_1 + w_{b2} l_2 + \dots + w_{bn} l_n = 0; \\ \Sigma M = 0, M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0; \end{cases}$$

Зачастую при расчете приходится сталкиваться с задачами, где необходимо учитывать изменение напряжений в напрягаемой арматуре в процессе нагружения или разгрузки конструкции. В данном случае преднапряженная арматура может быть смоделирована напрямую при помощи стержневых элементов. Сечения стержневых элементов задаются соответствующими сечениям напрягаемой арматуры, подбирается соответствующий модуль упругости элемента. Узлы конструкции объединяются с узлами стержневого элемента путем объединения перемещений узлов, одной вертикальной связью при использовании системы перемещения без сцепления с бетоном. Точки анкеровки фиксируются путем объединения перемещений по всем координатам. Предварительное напряжение моделируется путем приложения к стержневым элементам температурной нагрузки.

$$\Delta t = \frac{\varepsilon_0}{\alpha}, \quad \text{где } \varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{E_p},$$

$E_p$  – модуль упругости напрягаемой арматуры;

$\sigma_0$  – контролируемое натяжение напрягаемой арматуры;

$\alpha$  – коэффициент линейного расширения арматурной стали.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шапошникова Ю. А. «Прочность монолитных безбалочных перекрытий с предварительно напряженной диагональной арматурой без сцепления с бетоном. - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, МГСУ, 2016.

## ВОЗМОЖНОСТЬ УЧЕТА СТАДИИ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

При эксплуатации зданий и сооружений в обычных условиях, расчет конструкций выполняют на основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных нагрузок [5]. Однако, для сооружений, имеющих специальное назначение (взрывоопасные производства, убежища) определяющим является расчет на особое сочетание нагрузок, включающий в себя помимо вышеперечисленных кратковременные динамические нагрузки. Как правило, кратковременные динамические нагрузки возникают в результате воздействия на конструкцию взрывных волн, образующихся вследствие взрыва газо-, пылевоздушных и других горючих смесей. Интенсивность воздействия таких нагрузок может значительно превышать нормируемые эксплуатационные статические нагрузки, что может непременно привести конструкцию к обрушению. Применение в каркасных зданиях колонн с высокопрочной арматурой в сочетании с сетками косвенного армирования является одним из способов увеличения несущей способности сооружений за счет возможности конструкции работать без разрушения на стадии больших пластических деформаций. В своей работе [1] авторы экспериментально доказали, что наличие поперечных сеток обеспечивает плавное падение сопротивления колонн на стадии разрушения до уровня нагрузки  $0,7N_R$ .

В данном расчете будет рассматриваться центрально нагруженная колонна в виде одномассовой системы, основная масса которой (все вышележащие конструкции) сосредоточена сверху и намного превышает собственный вес колонны (рис. 1).

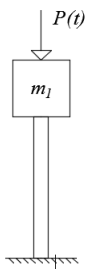


Рис. 1. Расчетная схема колонны

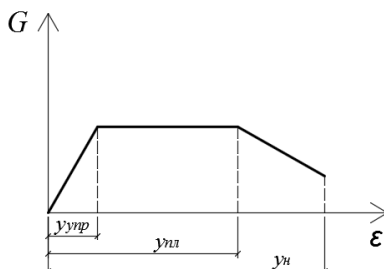


Рис. 2. Идеализированная диаграмма деформирования материала

Рассмотрим случай, когда нагрузка изменяется по закону как мгновенно возрастающая (рис. 3). Аналитическое выражение изменения мгновенно возрастающей нагрузки имеет вид:

$$P(t) = P_0 \left(1 - \frac{t}{\theta}\right) \quad (1)$$

Уравнения динамического равновесия для упругой и пластической стадии, а также уравнение движения системы на нисходящем участке деформирования в таком случае запишутся как (2), (3) и (4) соответственно:

$$m \frac{d^2 y_1}{dt^2} + c y_1 = P(t) \quad (2)$$

$$m \frac{d^2 y_2}{dt^2} + R_0 = P(t) \quad (3)$$

$$m \frac{d^2 y_3}{dt^2} + R_0 - c_1 y_3 = P(t) \quad (4)$$

Решение уравнений динамического равновесия для каждой стадии деформирования материала (рис. 2) записывается отдельно, с учетом сопряжения их в концах и началах каждого участка и при нулевых начальных условиях. Так, в момент достижения системой перемещений, равных

$$y_0 = \frac{R_0}{c} \quad (5)$$

определяется время конца упругой и начала пластической стадии деформирования материала. Время работы системы в пластической стадии и начальные условия для стадии разрушения определяются из условия предельных пластических деформаций.

Так, при неизменном времени действия мгновенно возрастающей нагрузки были рассмотрены два случая работы конструкции:

- а) с остановкой системы в пластической стадии
- б) с остановкой системы в стадии разрушения (на нисходящем участке)

В результате расчета были получены следующие результаты:

а) при максимальном значении мгновенно возрастающей нагрузки  $P(t) = 3255,5$  кН и времени ее действия  $\theta = 0,082$  с, система остановилась в конце пластической стадии с максимальным перемещением  $u_{\max} = 3,8$  см

б) при максимальном значении мгновенно возрастающей нагрузки  $P(t) = 3501,8$  кН и времени ее действия  $\theta = 0,082$  с, система остановилась на нисходящем участке в стадии разрушения с максимальным переме-

щением  $y_{\max} = 4,6$  см. При этом сопротивление колонны на стадии разрушения упало до  $0,85N_R$ .

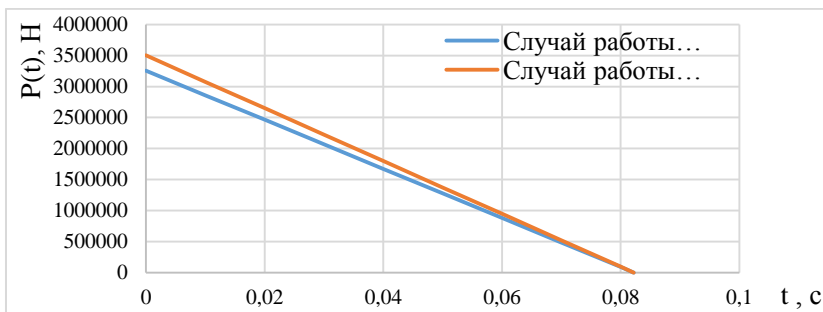


Рис. 3. График изменения динамической мгновенно возрастающей нагрузки

Опираясь на предыдущие исследования, заложенные в работах [1,2,3,4] в результате расчета удалось подтвердить эффективность применения в зданиях колонн с высокопрочной арматурой в сочетании с сетками косвенного армирования, как способ повышения несущей способности и безопасности сооружения при воздействии на конструкции кратковременной динамической нагрузки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попов Н.Н., Трекин Н.Н., Матков Н.Г.* Влияние косвенного армирования на деформативность бетона//Бетон и железобетон.- 1986. - № II.
2. *Попов Н.Н., Расторгуев Б.С.* Динамический расчет железобетонных конструкций. - М.: Стройиздат, 1974.
3. *Попов Н.Н., Расторгуев Б.С.* Вопросы расчета и конструирования специальных сооружений: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1980. – 190 с., ил.
4. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.
5. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОЛОНН С ПОВЫШЕННОЙ ДЕФОРМАТИВНОСТЬЮ ПРИ ЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

Последствия прогрессирующее обрушение несут большие экономическими и общественными последствиями. Сегодня вопрос предотвращения прогрессирующего обрушения гражданских зданий различных классов ответственности приобретает все большее значение, чтобы обеспечить, в первую очередь, безопасность жизни человека.

Для защита зданий от прогрессирующего обрушения должно соблюдаться условие для всех элементов  $F < S$ , где  $F$  - усилия в конструкциях или их соединениях, определенные по расчету,  $S$  - несущая способность конструкций.

Конструкции, в которых условия по первому предельному состоянию не удовлетворяются, необходимо усилить, либо следует принять другие меры, повышающие сопротивление конструкций прогрессирующему разрушению [1-3].

Был выполнен статический расчет 15-ти этажного жилого комплекса, в результате, которого были подобраны колонны сечение 1500x300 с процентом армирования равным 3%. Размеры здания в плане 52 x 20 м, высота 60 м. Здания имеет подвал высотой 4,5 м, 13 этажей высотой 4 м и технический этаж высотой 3,5 м. Здание включает ядра жесткости, выполненных из железобетонных стен толщиной 200 мм. Шаг колонн принят переменным.

Несущая способность колонны:

$$N = R_n \cdot b \cdot x + R_{s,n} \cdot A_s = 22 \cdot 1,5 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,0129 = 16350 \text{ кН}$$

Эквивалентно колонне с продольным армирование была подобрана колонна с косвенным армированием сечением 1000 x 300, сетки косвенного армирования приняты с шагом 100мм, диаметр стержней сетки 8мм, размер ячейки сетки 50x50:  $R_{b,red} = R_b + \varphi \cdot \mu_{xy} \cdot R_{s,xy}$ , где  $\mu_{xy} = 0,012$ -коэффициент объемного армирования;  $\varphi = 2,89$ ;  $\alpha_{red} = 0,116$ -коэффициент

$$22 + 2,89 \cdot 0,012 \cdot 300 = 32760 \text{ кН}$$

Несущая способность колонны:

$$N = 32,76 \cdot 1 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,004 = 11830 \text{ кН}$$

Предельные деформации:  $\varepsilon_{b0,red} = \varepsilon_{b0} + 0,002 \cdot \alpha_{red} = 0,0057$

$$\varepsilon_{b2,red} = \varepsilon_{b2} \cdot \frac{\varepsilon_{b0,red}}{\varepsilon_{b0}} = 0,0059$$



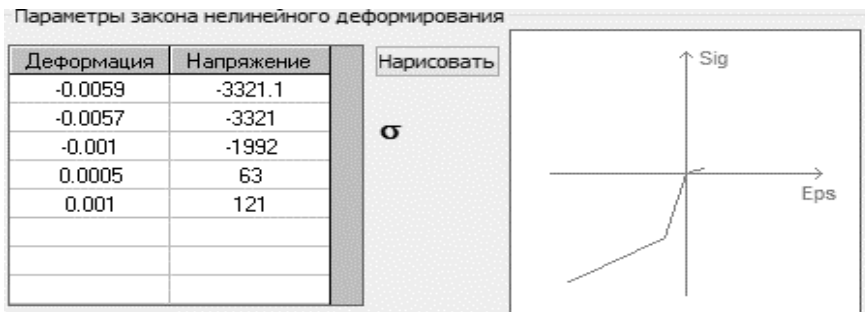


Рис.1 Закон нелинейного деформирования бетона с косвенным армированием

Расчет на прогрессирующее разрушение производился в соответствии с «Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения», по результатам статического расчета была определена наиболее нагруженная колонна, при расчете на прогрессирующее разрушение удалялась наиболее нагруженная колонна.

Расчет производился в нелинейной постановке, назначены типы конечных элементов, учитывающие их физическую и геометрическую нелинейность. Для задания жесткостей элементам с учетом физической нелинейности указываются следующие параметры материала:

Основной материал:

- закон нелинейного деформирования – 21 (нормативная прочность);
- класс бетона – В25 горизонтальные несущие конструкции/ В30 вертикальные несущие конструкции;
- тип бетона – ТБ (тяжелый бетон);

Армирующий материал:

- закон нелинейного деформирования – 15.

Из результата расчета на прогрессирующее разрушение можно сделать вывод, что происходит разрушение колонн в осях А/6 и В/6 соседних с удаляемой колонной.

Основные выводы:

- в здании с косвенно армированными колоннами не происходит разрушение соседних колонн, что позволяет предотвратить большие деформации плиты перекрытий и сохранить проектное положение остальных конструкций.

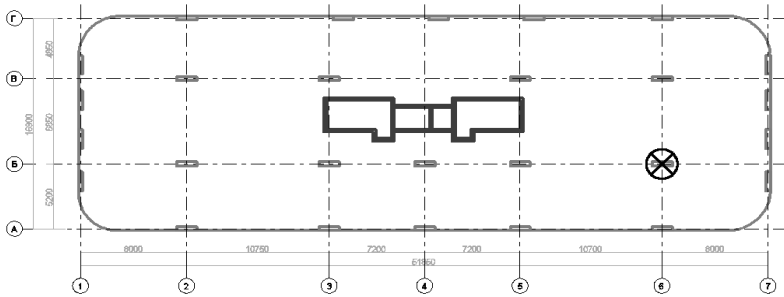


Рис.2. Расположение несущих конструкций и местоположение удаленной колонны

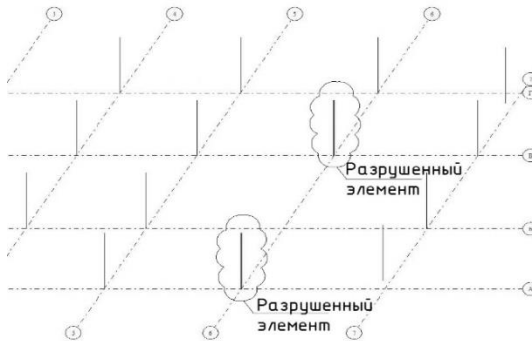


Рис.3. Результат расчета продольно армированных элементов, местоположение разрушенных элементов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попов Н.Н., Трекин Н.Н., Матков Н.Г.* Влияние косвенного армирования на деформативность бетона//Бетон и железобетон.- 1986. - № II
2. *Бондаренко В.М. Суворкин Д.Г.* Железобетонные и каменные конструкции. 1987
3. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.

## ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ НА РАСЧЕТНУЮ МОДЕЛЬ ЗДАНИЙ В РЕЖИМЕ ВОЗВЕДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Анализ деформационных состояний многоэтажных зданий и сооружений показали, что наиболее опасные состояния вызывает неравномерность осадок их фундаментов. Это вертикальные перемещения подошвы фундамент, вызываемые уплотнением грунтов без коренного изменения их структуры. Основным фактором подобных перемещений являются воздействие внешних нагрузок от сооружения, передающихся через фундамент, так же от воздействия других близкорасположенных фундаментов и собственного веса грунта. В зависимости от развития неравномерных осадок основания и жесткости конструкции различают такие формы деформаций сооружений как крен, прогиб, выгиб, перекос и кручение. Основными деформациями фундаментных плит, следующими за осадкой основания, являются прогиб и выгиб. Они связаны с искривлением основания. При погibe наиболее опасная зона находится в нижней части сооружения, при выгибе – в верхней. Деформация той или иной зоны фундаментной конструкции зависит от неравномерности осадки основания и от жесткости сооружения и определяет напряжения в ней, а соответственно требует усиления конструкции (армирования) в соответствующей зоне[1]. Фундаменты в виде сплошных железобетонных плит устраиваются под всем зданием или сооружением и представляют собой ребристую, плоскую или коробчатую плиту. В плане эти фундаменты имеют прямоугольное, круглое или кольцевое сечение. Данный фундамент имеет способность изгибаться под действием внешних нагрузок, поэтому армируется как в нижней, так и в верхней зоне сечения[2]. Повышение жесткости основания позволит снизить количество нижнего армирования. Так же заметим, что армирование в примыкании фундаментной плиты к стенам или колоннам требует наличия опорной арматуры для предотвращения растрескивания плиты в пристенной зоне. Увеличивая жесткость здания, можно добиться снижения или полностью устранить неравномерность осадок. Однако многие здания и сооружения выполняют конструктивно не из монолитного железобетона, а из кирпича и сборных железобетонных элементов. Поэтому жесткость таких зданий значительно меньше, и они не могут погасить неравномерность деформаций. Просадка - также перемещение, происходящее под воздействием внешних нагрузок и ве-

са грунта, но при этом так же происходит изменение структуры грунта. Усадка - понижение поверхности при высыхании грунта. Горизонтальные перемещения происходят под воздействием наклонных нагрузок, при размещении сооружения вблизи откосов, вследствие подземных подработок. Любое смещение сооружений происходит во времени, что тесно связано с временным развитием деформаций грунтов основания, обусловленным либо свойством ползучести скелета грунта, либо длительностью фильтрационных процессов отжатия воды из пор водонасыщенного грунта при его уплотнении. Основным объектом разработки в строительстве являются песчаные и глинистые грунты, покрывающие большую часть земной поверхности. Так, для основания в составе которого преобладают в основном глинистые грунты, развитие осадок происходит в течении длительного периода времени и продолжается, как правило, несколько лет. В свою очередь осадки песчаных грунтов происходят большей частью в период возведения здания (рис. 1).

При определенных условиях осадки фундаментов можно представить, как сумму следующих составляющих:

- осадка уплотнения (Осадки уплотнения возникают в следствии уменьшения объема пор от давлений, передаваемых на основание через его подошву);

- осадка разуплотнения (Разуплотнение проявляется при разработке котлованов и выражается в поднятии их дна);

- осадка неупругого деформирования (Эта осадка появляется при возникновении в грунте сдвигов);

- осадка расструктуривания (Данное явление наблюдается при разработке котлованов тяжелыми механизмами, при промерзании и оттаивании грунтов, их набухании и замачивании. Разрушение структурных связей увеличивает сжимаемость грунтов, что и является причиной возникновения осадки расструктуривания) [3].

Анализируя простейшие конструктивные схемы можно прийти к выводу о том, что история формирования НДС конструкции важна при расчетном прогнозировании. Можно выделить несколько основных временных периодов работы сооружения:

- этап возведения
- этап основного эксплуатационного периода
- этап особых условий эксплуатационного периода (сейсмические и другие аварийные воздействия)[4].

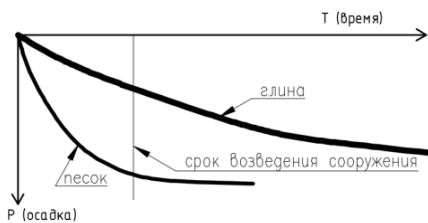


Рис. 1. Осадки грунтов во времени

Деформации грунтов основания (пластическая фаза) протекают в течение каждого из периодов с определенными особенностями, что определяет и разную величину деформаций фундаментных конструкций как в рамках режима возведения, так и в основной эксплуатационный период. В песчаных грунтах время консолидации мало и деформации происходят достаточно быстро, что позволяет рассчитывать осадки фундаментов с поэтапной величиной коэффициента постели, определяемой на основе изменяющихся нагрузок на основание. Такой метод моделирования условий взаимодействия грунтового основания и фундаментных конструкций позволяет существенно уменьшить расчетную величину осадки фундаментной плиты на песчаных грунтах, а это в свою очередь позволит снизить величину армирования фундаментных конструкций. В сложившейся практике считается допустимым не учитывать влияние времени упругопластического деформирования грунтов основания на НДС железобетонных фундаментных плит, однако это может привести к менее качественному результату расчета. Следовательно, данные процессы являются актуальными и требуют реализации и для расчетов фундаментов зданий и сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Далматов Б.И.* Механика грунтов, основания и фундаменты 2-е изд. Переработанное и дополненное – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988 – 415 с.
2. *Kabantsev O.V., Gorbatov S.V., Pesin K.O.* Estimation of local defects of loaded floors considering design model stepping. Vestnik of tomsk state university of architecture and building. English version appendix. 2015. – 11-25 с.
3. *Пьянков С.А.* Механика грунтов: учебное пособие. Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 103 с.
4. *Кабанцев О.В., Тамразян А.Г.* Учет изменений расчетной схемы при анализе работы конструкции. Инженерно-строительный журнал, №5, 2014

## СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ 14-ТИ ЭТАЖНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ ПО ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

Основным документом, регламентирующим расчёт на сейсмостойкость в Европе, является EN 1998-1 [1].

В соответствие с EN было рассчитано 14-ти этажное железобетонное каркасное здание. Расчётная схема модели рассчитываемого здания представлена на рисунке 1.

Высота этажа 3.3 м, ширина пролёта 6 м. Размеры вертикальных несущих конструкций 700X500 мм, 950X500 мм. Толщина плиты перекрытия 200 мм Толщина диафрагм жёсткости лестничной клетки и лифтовой шахты 200 мм. Расчёт производился с помощью программного комплекса ПК ЛИРА-САПР.

После присвоения жёсткостных характеристик всем несущим конструкциям, для них назначаются материалы. В соответствии с нормами Европы, сопротивление сжатию бетона определяется на основании испытаний образцов в форме цилиндра. Класс бетона по Европейским нормам соответствует своему обозначению, в отличие от СП, где нормативное сопротивление сжатия бетона составляет  $(0.72...0.76)R_{bn}$ . Всем несущим конструкциям был назначен класс бетона C25, что соответствует В30 по Российским нормативным документам. Арматуру принимаем А500.

После задания геометрической схемы, присвоения жёсткостей, материалов и связей, задаются нагружения в соответствии с нормативными рекомендациями [2].

Еврокодом не предусмотрены таблицы РСУ, поэтому рассчитываем по РСН. В таблице коэффициент надёжности для постоянных нагрузок равен 1.35, а для временных – 1.50.

Коэффициент надёжности по EN [3] для материалов также отличаются от СП 20.13330.2017, для бетона это 1.5, а для арматуры 1.15.

Задаётся таблица динамических нагружений:

Поправочный коэффициент для сейсмических сил – 1;

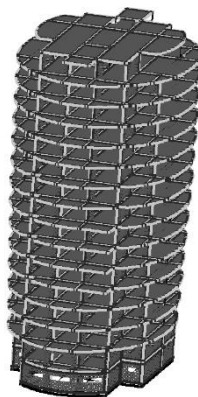


Рис. 1. Геометрическая модель рассчитываемого здания

Ускорение –  $2.8 \text{ м/с}^2$ , что соответствует интенсивности сейсмического воздействия в 8 баллов согласно [4];

Тип спектра – 1;

Фактор поведения, или коэффициент влияния  $q$  – коэффициент, снижающий уровень сейсмических нагрузок за счёт учёта нелинейных свойств материалов и локальных повреждений и принимаемый равным  $q = q_0 \cdot k_w$ , но не менее 1.5. В нашем случае  $q = 3.9$  ;

Фактор региона – 1;

Фактор нижней границы спектра – 1.

Основным критерием оценки сейсмостойкости является прочностной критерий. Должны выполняться все проверки несущих элементов по 1-й группе предельных состояний в соответствии с действующими нормативными документами.

Также рассчитываемое здание проверяется на максимальный прогиб и максимальное смещение:

$$f \leq \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24 \text{ мм,}$$

$$\Delta u_i \leq \frac{\Delta H}{300} = \frac{3300}{300} = 11 \text{ мм,}$$

где  $f$  – прогиб,  $l$  – длина пролёта,  $\Delta H$  – высота этажа,  $\Delta u_i$  – поперечное смещение по высоте этажа  $H_i$ .

По результатам расчёта здание проходит проверки по 1-й группе предельных состояний.

Предельные значения прогибов и перемещений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Максимальные значения перемещений здания

		По высоте здания [мм]	В пределах этажа [мм]
Максимальный прогиб		19.9	19.9
Перемещение	По X	152	2.35
	По Y	190	6.5

Как видно из результатов, максимальные прогибы и перемещения не превышают свои допустимые значения, однако перемещения по высоте здания крайне велики, если сравнить с СП 20.13330.2017.

Расчёт на сейсмостойкость по Еврокоду, также как и по СП основан на спектральной теории. Спектральная теория вводит в обращение спектральные кривые, показывающие зависимость спектра упругой реакции (аналог коэффициента динамичности по СП) от периода колебаний. По результатам расчёта получены формы и периоды собственных

колебаний, по которым можно построить спектральную кривую представленную на рисунке 2.

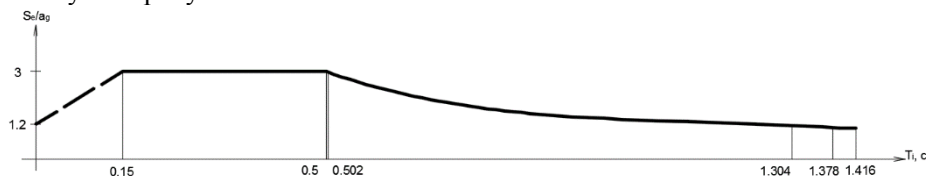


Рис. 2. Спектральная кривая

Таким образом, в результате расчета 14-ти этажного каркасного здания на сейсмостойкость было получено:

1. Рассчитываемое здание удовлетворяет требованиям сейсмостойкости;
2. Процент армирования колонн достигает 3%;
3. EN 1998-1 имеет ряд особенностей интересных для изучения и сопоставления с Российскими нормами, что открывает возможности для дальнейших исследований.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. EN 1998 - 1 Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций. 1998. 252с.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*, 2017г/
3. EN 1991 – 1 Еврокод 1. Воздействия на сооружение, 1991. 50с.
4. ГОСТ 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. Москва. 32с.
5. *Кабанцев О. В., Тонких Г. П.* Оценка сейсмостойкости существующих зданий. Текст. 18 с.
6. *Тамразян, А.Г., Аветисян Л.А.* Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов на кратковременную динамическую нагрузку// Строительство: наука и образование.- 2013.- № 4.- С. 2.



Студентка магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА

**Станкевич Ю.С.**

Научные руководители - проф., д-р техн. наук, проф. **Трекин Н.Н.**, аспирант АО «ЦНИИПромзданий» **Терехов И.А.**

## МНОГОЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ СО СВОБОДНОЙ ПЛАНИРОВКОЙ ЭТАЖЕЙ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С МОНОЛИТНЫМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ ПО ПРОФИЛИРОВАННОМУ НАСТИЛУ

### Описание конструктивного решения

Конструктивное решение позволяет использовать межферменное пространство в качестве полноценного этажа, а на смежных этажах организовывать большепролетное пространство, которое можно использовать для различного функционального назначения, например: для торговых залов, устройства катков для катания на роликах, коньках или офисов типа «open space» [1].

Главная особенность рассматриваемого конструктивного решения состоит в том, что пространственная жесткость каркаса обеспечивается за счет совместной работы металлических ферм и сталежелезобетонных перекрытий (рис. 1).

Монолитное перекрытие выполняется по профилированному настилу, который имеет специальные Z-образные выштамповки на боковой поверхности, с помощью которых он участвует в работе перекрытия, образуя сталежелезобетонную конструкцию. Сечения поясов в данном варианте выполняют из двутавра колонного типа, а стойки и раскосы фермы - из гнутосварных профилей прямоугольного сечения.

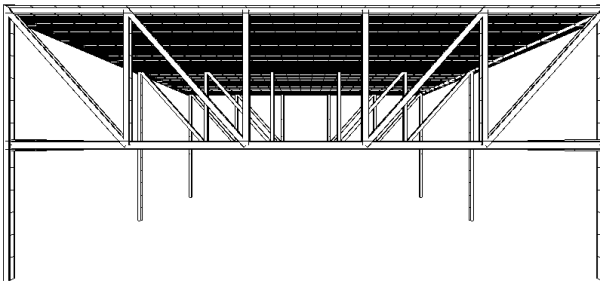


Рис. 1. Фрагмент здания с этажами свободной планировки

### Конструктивные решения общественных зданий

Ширина средней панели фермы определяется согласно пункту 7.24 СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные

пути и выходы». Для зданий с торговой площадью более  $400 \text{ м}^2$  ширину основного эвакуационного пути принимают не менее 2500 мм.

Высоту этажа в чистоте согласно пункту 4.5 СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» принимают не менее 3000 мм.

По результатам проведения расчетов и сравнений в [2] металлоемкости ферм было принято решение использовать следующий тип решетки фермы (рис. 2).

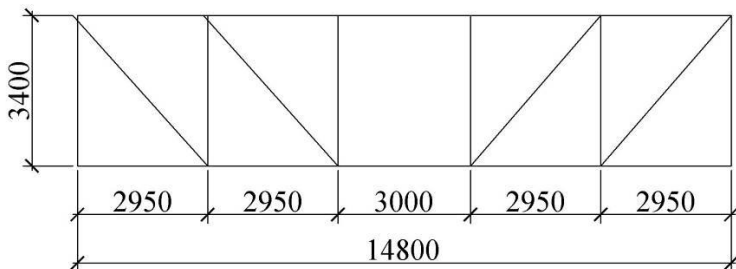


Рис. 2. Расчетная схема фермы для общественного здания

### **Выбор рационального конструктивного решения перекрытия общественных зданий**

Для выбора рациональной конструкции монолитного перекрытия было произведено сравнение трех типовых ячеек здания с профилированным настилом типа СКН 60Z-750-1,2, СКН 90Z-750-1,2, СКН 114Z-750-1,2. При этом приведенные толщины перекрытия составляют 180 мм, 170 мм и 150 мм соответственно. Временная нагрузка принята следующая: 1,5 кПа; 2 кПа; 4 кПа; 6 кПа; 8 кПа и 10 кПа.

Расчет перекрытия выполнен по I и II группам предельных состояний с учетом физической и геометрической нелинейности.

Принятый шаг ферм 6м, поэтому на стадии бетонирования необходима установка дополнительных стоек.

Рассмотрены варианты перекрытий с различными классами бетона и арматуры. Так как изменение данных параметров не значительно повлияло на результаты расчетов, то в данной работе приведены графики для классов бетона В30 и арматуры А500.

По мере увеличения нагрузок, в части перекрытий не выполнялись условия по II предельному состоянию. Сравнительные графики представлены на рисунке 2.

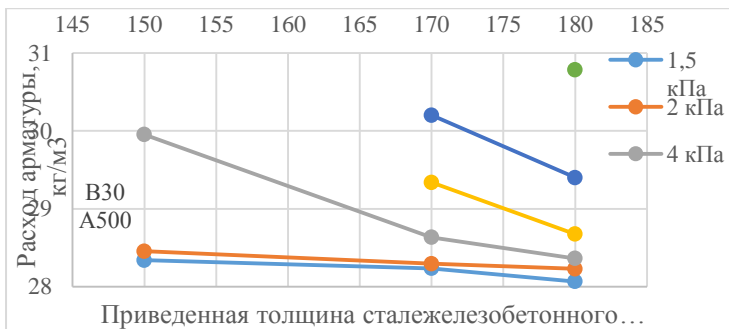


Рис. 2. Зависимость расхода арматуры от приведенной толщины перекрытия

Полученные результаты позволяют осуществить подбор высоты профилированного настила и толщину перекрытия в зависимости от нагрузки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Н.Н. Трекин, Э.Н. Кодыш, И.А. Терехов, Станкевич Ю.С.* Конструктивные решения на основе сталежелезобетонных конструкций для многоэтажных зданий с гибкой конструктивной системой // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектура НИУ МГСУ (13-17 марта 2017 г.). 2017. С. 713-715.
2. *Терехов И.А., Станкевич Ю.С.* Объемно-планировочные и конструктивные решения многоэтажных зданий со свободной планировкой этажей различного функционального назначения с монолитным железобетонным перекрытием // «Инновации в строительстве-2017»: материалы международной научно-практической конференции (Брянск, 20-22 нояб. 2017 г. Т.1/ Брян. гос. инже-нер.-технол. ун-т; ред. кол.: Н.П. Лукутцова, И.Н. Серпик, С.Г. Парфенов. – Брянск, 2017. – С 303-311.
3. *Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К.* Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом / Монография. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 352 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В ИЗГИБАЕМЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Современные нормы расчета и проектирования железобетонных конструкций построены на базе деформационных моделей материалов (бетон и арматура). Использование деформационных критериев позволяет выявить основные закономерности совместной работы различных материалов, а также пронаблюдать нелинейное изменение напряженно-деформированного состояния сечений элементов на всех стадиях работы конструкции.

Согласно СП 63.13330.2012 [1] для расчета по прочности железобетонной изгибаемой балки с арматурой с физическим пределом текучести (класса А400, А500) используются двухлинейные диаграммы работы материала, как для бетона, так и для арматуры (рис.1.).

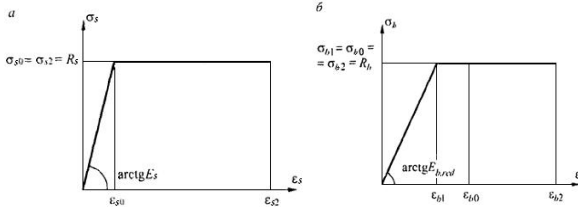


Рис.1. Диаграммы деформирования арматуры (а) и бетона (б) для расчета прочности изгибаемой железобетонной балки.

Потеря несущей способности балки при достижении бетоном сжатой зоны предельных относительных деформаций описывается зависимостью:

$$\varepsilon_h = \varepsilon_{h0}, \quad \varepsilon_s < \varepsilon_{s0} (\sigma_s < R_s)$$

Распределение деформаций и схема распределения напряжений в сечении балки представлена на рис.2 [2].

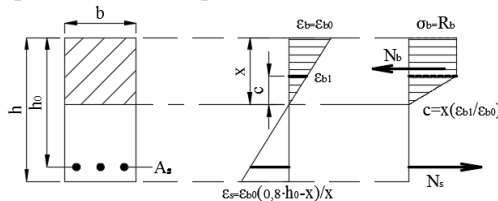


Рис.2. Распределение напряжений в бетоне на основе расчетных двухлинейных диаграмм.

Составим уравнения равновесия продольных сил  $\Sigma N = 0$  и изгибающих моментов  $\Sigma M = 0$ :

$$\Sigma N = R_b b(x - c) + \frac{1}{2} R_b b c - R_s A_s = 0$$

$$M = R_b b(x - c) \left( h_0 - \frac{x - c}{2} \right) + \frac{1}{2} R_b b c \left( h_0 - (x - c) - \frac{c}{3} \right)$$

$$c = x \frac{\varepsilon_{b1,red}}{\varepsilon_{b0}}$$

Согласно СП 295.1325800.2017, при расчете по прочности нормальных сечений на основе нелинейной деформационной модели усилия и деформации в бетоне с композитной арматурой определяются так же, как в случае со стальной арматурой, а к композитной арматуре применяются следующие положения:

Связь между осевыми напряжениями и относительными деформациями композитной полимерной арматуры принимают линейной (рис.3.)

Предельное значение относительной деформации удлинения композитной полимерной арматуры:

$$\varepsilon_{f,ult} = \frac{R_f}{E_f}; R_f = \frac{\gamma_{f1} * R_{f,n}}{\gamma_f}$$

Из уравнений (2) - (4) получим:

$$A_f = \left( R_b b * \frac{5}{8} x \right) / R_f$$

После подбора площади поперечного сечения композитной арматуры и вычисления высоты сжатой зоны бетона следует вычислить величину деформаций, получаемых композитной арматурой и долю использования её деформационного потенциала по следующим формулам:

$$\varepsilon_f = \varepsilon_{b0} \frac{(0,8 \cdot h_0 - x)}{x}; k_f = \frac{\varepsilon_f}{\varepsilon_{f,ult}} * 100\%$$

Для балки из тяжелого бетона класса В30 со стеклопластиковой арматурой ( $R_{f,n} = 1,2$  ГПа,  $E_f = 55$  ГПа) длиной 6,6 м, сечением 40\*60 см при влиянии непродолжительных нагрузок получим:

	$M$ , кНм	$d_f$	$A_f$ , см <sup>2</sup>	$x$ , см	$\varepsilon_f$	$k_f$ , %
Балка 1	223,4325	4Ø14	6.16	11,595	0,005589	38,43
Балка 2	260,9115	4Ø16	8.04	15,134	0,003815	26,23
Балка 3	332,698	4Ø18	10.18	19,162	0,002592	17,82
Балка 4	401,890	4Ø20	12.57	23,661	0,001719	11,82

Если в расчете по прочности исходить из предположения, что бетон сжатой зоны работает только в упругой стадии, получим (рис.4.):

$$\Sigma N = R_b b c - R_f A_f = 0; M = R_b b c \left( h_0 - \frac{c}{2} \right)$$

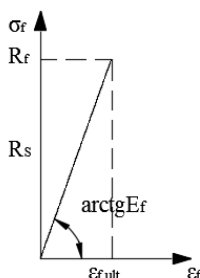


Рис.3. Диаграмма состояния растянутой композитной арматуры

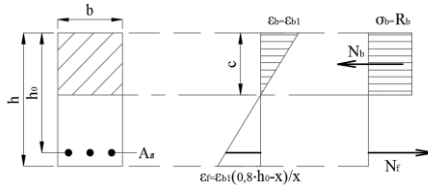


Рис.4. Распределение напряжений в бетоне, работающем только в упругой стадии.

	$M$ , кНм	$d_f$	$A_f$ , см <sup>2</sup>	$c$ , см	$\varepsilon_f$	$k_f$ , %
Балка 1	223,4325	4Ø14	6,16	7,247	0,009884	67,95
Балка 2	260,9115	4Ø16	8,04	9,459	0,007222	49,65
Балка 3	332,698	4Ø18	10,18	11,976	0,005389	37,05
Балка 4	401,890	4Ø20	12,57	14,788	0,004079	28,04

Высота сжатой зоны бетона в обоих случаях превышает величину граничной высоты сжатой зоны  $x_r$  – это означает, что разрушение балки происходит по бетону сжатой зоны.

На основании результатов оценки напряженно-деформированного состояния изгибаемой балки, армированной композитной арматурой, можно сформулировать следующие выводы:

1. Композитная арматура имеет высокий потенциал прочности и деформативности, что определяет вид исчерпания несущей способности нормального сечения изгибаемых элементов по критерию разрушения бетона сжатой зоны. При этом и прочность и деформативность композитной арматуры используются в объемах, не превышающих 50%.

2. Расчет нормальных сечений изгибаемых элементов следует выполнять в рамках условий работы бетона сжатой зоны в пределах упругой стадии.

3. Для композитной арматуры следует определить и обосновать предельные величины деформативности, основанные на характеристиках работы сжатой зоны бетона изгибаемых элементов.

## ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЗАМОРАЖИВАНИЙ И ОТТАИВАНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Сегодня при проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать вероятность развития чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся динамическим воздействием на строительные конструкции [1,2]. Большая часть территории РФ расположена в суровых климатических условиях. При этом работа железобетонных элементов в условиях совместного динамического нагружения, низкотемпературного и знакопеременного воздействия не исследована. В связи с этим разработана программа исследований поведения внецентренно-сжатых элементов с малыми эксцентриситетами при кратковременном динамическом нагружении в условиях циклических замораживаний и оттаиваний (ЦЗО). На первом этапе работ предусматривается обобщение и анализ ранее выполненных в МГСУ исследований работы внецентренно-сжатых элементов с малыми эксцентриситетами при кратковременном статическом нагружении в условиях ЦЗО [3]. На втором этапе работ предусматривается проведение экспериментально-теоретических исследований таких же элементов при кратковременном динамическом нагружении в условиях ЦЗО.

Ранее в МГСУ проводились исследования, в которых в качестве опытных принимались железобетонные стойки длиной 80 см и размерами поперечного сечения  $b \times h = 18 \times 12$  см. Сечение развивалось из плоскости изгиба, чтобы исключить возможность косоугольного сжатия. Все элементы армировались вязанными объемными каркасами, которые включали четыре продольных стержня  $\varnothing 10$  А400 и хомуты из проволоки  $\varnothing 5$  В500. В опорных зонах устанавливались дополнительные четыре сетки из проволоки  $\varnothing 5$  В500. Для передачи сжимающего усилия на железобетонный образец, по его торцам стержней устанавливались закладные детали из пластин толщиной 20 мм. Толщина защитного слоя бетона для рабочей арматуры составляла 20 мм. Для замера средних деформаций арматуры, к ней приваривались втулки с внутренней резьбой, изготовленные из арматурного стержня  $\varnothing 12$  мм, на расстоянии 400 мм друг от друга. Такие же втулки для замера деформаций бетона закреплялись в стенках формы до бетонирования образцов. Испытание на сжатие железобетонных элементов осуществлялось на образцах с малыми эксцентриситетами приложения нагрузки

$e_0 = 0,292 \cdot h = 3,5 \text{ см}$ . Эксцентриситет назначался из условия, чтобы он удовлетворял случаю малых эксцентриситетов, т.е.  $\xi > \xi_R$  и был близок к граничному значению между расчетными случаями 1 и 2 внецентренного сжатия.

Испытание образцов осуществлялось на 100 тонном гидравлическом прессе. Нагружение производилось ступенями по 5...10% от разрушающей нагрузки  $N_{des}$ , с выдержкой на каждом ступени 20 минут для замера деформаций и прогибов испытываемого элемента.

Перед испытанием железобетонные образцы-стойки делились на четыре серии в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания: Ст1-0ц, Ст2-20ц, Ст2-40ц, Ст2-60ц.

Принципиальная схема испытаний железобетонного элемента на сжатие представлена на рис. 1

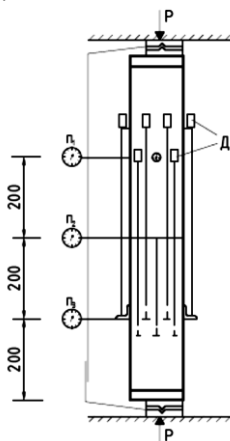


Рис.1. Схема испытания образца на внецентренное сжатие: П – прогибомеры, Д – деформометры.

Для определения деформативно-прочностных свойств бетона одновременно с железобетонными образцами изготавливались бетонные призмы  $10 \times 10 \times 40$  см и кубы  $10 \times 10 \times 10$  см. Состав бетонной смеси был по весу принят следующим Ц/Ц:П/Ц:Щ/Ц = 1:2,2:4,7 при водоцементном отношении равным В/Ц = 0,6. Возраст образцов к моменту испытаний составлял 180 суток. До начала испытаний все бетонные и железобетонные образцы водонасыщались.

На рис. 2 представлены экспериментальные данные по изменению прочности коротких внецентренно-сжатых стоек с малыми эксцентриситетами при кратковременном статическом нагружении.



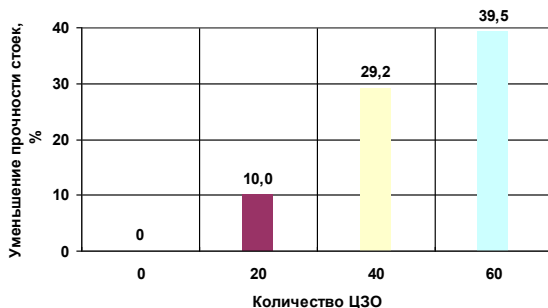


Рис.1. Изменение прочности внецентренно-сжатых стоек

Из анализа представленных на рис.2 результатов видно, что с увеличением количества циклов замораживания и оттаивания наблюдается уменьшение прочности стоек по сравнению с прочностью образцов, испытанных до ЦЗО. Максимальная скорость уменьшения прочности наблюдается интервале 20...40 циклов замораживания-оттаивания. При 60 циклах замораживания прочность железобетонных стоек при кратковременном статическом нагружении уменьшилась на 39,5%. Разрушение железобетонных образцов происходило по бетону сжатой зоны. В момент разрушения стоек напряжение в растянутой арматуре составляло в среднем 50% от ее предела текучести. Количество циклов замораживания-оттаивания приводит к повышенной деформативности железобетонных образцов при внецентренном сжатии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аветисян Л.А., Тамразян А.Г.* Влияние динамического эффекта на несущую способность железобетонных колонн, работающих в условиях огневых воздействий // Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 14-23.
2. *Белов Н.Н., Кабанцев О.В., Копаница Д.Г., Югов Н.Т.* Расчетно-экспериментальный метод анализа динамической прочности элементов железобетонных конструкций. Томск: STT, 2008. – 292с.

## ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИНАМИЧНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АФГАНИСТАН

Сейсмические воздействия относятся к нагрузкам, имеющим ярко выраженный динамический характер с неопределенной зависимостью изменения нагрузки во времени и вызывающим случайные нестационарные колебания основания. Между тем проведенный во многих работах анализ многочисленных акселерограмм реальных землетрясений позволил выделить ряд общих основных характеристик и закономерностей, присущих практически всем землетрясениям, несмотря на все их разнообразия по ускорениям, скорости, перемещению, направлению, количеству и характеру колебаний грунта.

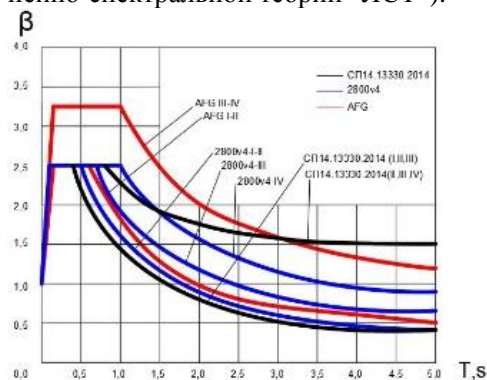
Землетрясение вызывается динамически распространяющимся разрывом в толще земных недр, который возникает в результате внезапной разрядки существующих в Земле механических напряжений, обусловленных постоянно протекающими неравновесными процессами (рис. 1а). При этом выделенная за короткий промежуток времени значительная энергия генерирует сейсмические волны, которые через несколько секунд достигают земной поверхности и приводят ее в движение (рис. 1б). В результате многократного последовательного отражения волн от поверхности Земли и расположенных на глубине границ раздела сред возникает очень сложная картина движения грунта, землетрясения, вызванные на территории Афганистана происходят в результате столкновением плиты в глубины до 300 км от поверхности земли.



Рис. 1: а) Результат внезапного разрыва сплошного вещества Земли и смещения отдельных участков земной коры. б) Распространение сейсмические волны на поверхности земле

Движение грунта вблизи поверхности (на уровне оснований сооружений) при прохождении сейсмических волн носит сложный характер.

Землетрясения происходящих вблизи поверхности земли очень опасно считаются для малоэтажных домов, большинства землетрясения, происходящих на территории Афганистана, находятся в глубине ниже 100 км, как называемые глубокими землетрясениями, хотя несколько раз произошли землетрясение на низком уровне, вызвали финансовые проблемы и погибли народ. Один из лучших способов вызывает узнать верную реакцию зданий при прохождении сейсмических волн это динамический анализ зданий и сооружений спомощью коэффициентом динамичности (расчетные сейсмические воздействия при применении линейно-спектральной теории ”ЛСТ”).



СП14.13330.2014) действующий норм РФ, 2800v4) Сейсмический норм Ирана, AFG) Динамический кривой на территории Афганистана

основания принимаем в виде единого жесткого полупространства, чтобы все точки опора фундамента двигались равномерно и поступательно по одиноковому закону движения. При использовании коэффициент динамичности, конструкции здания считаются условно упругими.

Для территории Афганистана график динамичности (Рис.2) разработан нам в МГСУ на основе результата исседовании (USGS) [2]:

-для категории нрунта I и II с ускорением (0,25;0,30;0,35;0,40) g% период ускорения 0,6 секунд, с 10% вероятности, повторяемость 9-ти балльное землетрясение в будущий 50 лет.

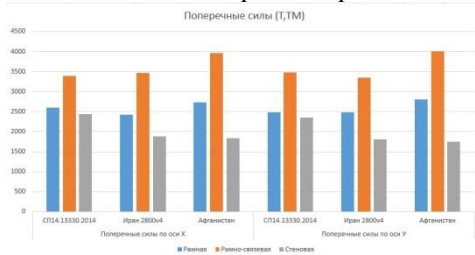
-для III и IV категории нрунта с ускорением (0,25;0,30;0,35;0,40) g% период ускорения 1,0 секунд с тоже самые % вероятности и поветоряемость.

Расчет по линейно-спектральному методу состоит в определении сейсмической нагрузки с использованием спектра коэффициента динамичности  $\beta(T)$ , а так же значений собственных частот и форм колебаний здания [1]. Расчетные графики коэффициента динамичности в зависимости от периода и коэффициента затухания могут быть приняты из норм или рассчитаны по реальным записям ускорений землетрясений или искусственных акселерограмм[1]. Грунт

*примечание:*  $g\%$  зависит от местоположение зданий, насколько близко находятся здания к местопрохождения землетрясения настолько увеличивается  $g\%$ .

Для проверки динамического графика сравниваем с СП14.13330.2014 [3] и норм Ирана 2800v4[4], который очень похож на ASCE-7(Рис.2).

Сравнительный анализ данных кривых проводим в СКАД ОФИС 21



Выводы: в настоящее время строительство развивается в Афганистане, высотные здания строятся, для динамических анализов используются зарубежные нормы, таких как ASCE-7, СП, и IS, что представляет собой серьезную угрозу будущему строительству Афганистана, эти нормы не разработаны изучая территории Афганистана, например. Единственный выход и решить проблему:

1- Афганистан находится в зоне действия глубоких ("коровых") землетрясений - необходимы коэффициенты динамичности, которые отличаются от принятых в РФ, Европе и США.

2- В связи с особенностями сейсмического воздействия наиболее экономичными и надежными являются (на основании расчетного анализа по региональным графикам динамичности) здания со стеновой несущей системой.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом; Я.М.Айзенберг, Э.Н. Кодыш, Н.Н. Трекин, В.И. Смирнов
2. СП14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах
3. Нормы Сейсмостойкости Ирана 2800v4

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕЙ АРМАТУРЫ А600-А800 В СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Целью исследования является выявление эффективности в работе высокопрочной арматуры по сравнению с традиционной при тех же расчетных параметрах.

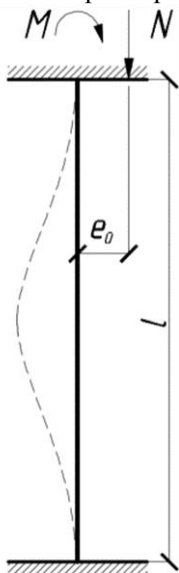


Рис. 1. Расчетная схема элемента

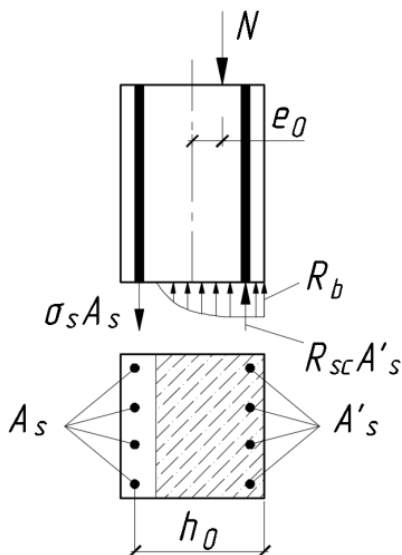


Рис. 2. Расчетная схема сечения внецентренно сжатого элемента

Исходными данными для исследования служат:

- Продольная сила  $N = 600, 700$  и  $800$  т с эксцентриситетом  $e_0$ ;
- Изгибающий момент  $M = 10$  тм;
- Высота колонны 3 м.
- Габариты  $400 \times 400$  мм.

Элемент:

- Традиционная арматура А400;
- Высокопрочная арматура А600 и А800; Бетон В30.

Результаты численных исследований приведены в таблице 1.

Схема армирования для всех расчетных случаев одна – симметричное армирование, по 4 стержня в сжатой и растянутой зонах соответственно (рис. 2).

Таблица 1

		A400	A600	A800
Изгибающий момент $M$ , тм	Продольная сила $N$ , т	Диаметр (площадь арматуры, мм <sup>2</sup> )		
		10	600	8ø28 (4863)
700	8ø32 (5918)		8ø28 (4812)	8ø25 (3556)
800	8ø36 (7211)		8ø32 (6011)	8ø28 (4127)
15	600	8ø32 (5401)	8ø25 (4153)	8ø25 (3107)
	700	8ø32 (6389)	8ø32 (5206)	8ø25 (3895)
	800	8ø36 (8078)	8ø32 (6214)	8ø28 (4649)

В связи с вышеизложенным целесообразно сделать вывод о том, что путем повышения класса прочности арматуры до А600 и А800, достигается существенное снижение процента армирования и как следствие экономия стали. В работе [1] была предложена методика выражения кривизны железобетонного элемента через деформацию бетона и растянутой арматуры. Пользуясь данной методикой были получены кривизны для различных классов арматурной стали при одинаковой схеме армирования. При использовании арматуры до полной величины предельной относительной деформации ( $\epsilon_{s2}$ ) следует учитывать состояние бетона в сжатой зоне.

При одинаковой схеме армирования (коэф. армирования 0,025), описанной выше, получены следующие результаты:

- Для А400: При  $\bar{\epsilon}_b^{np} = 0,002$  и  $\bar{\epsilon}_s^{np} = 0,025$  – кривизна сечения сжатого железобетонного элемента составила 1,863.
- Для А600: При  $\bar{\epsilon}_b^{np} = 0,002$  и  $\bar{\epsilon}_s^{np} = 0,025$  – кривизна сечения сжатого железобетонного элемента составила 1,433.
- Для А800: При  $\bar{\epsilon}_b^{np} = 0,002$  и  $\bar{\epsilon}_s^{np} = 0,025$  – кривизна сечения сжатого железобетонного элемента составила 1,207.

Кривизна сечения элемента армированного высокопрочной арматурой меньше, это обусловлено тем, что высокопрочная арматура по сравнению с традиционной обладает чрезвычайно малой величиной пластичности. Но при большей величине упругой фазы высокопрочной ар-

матуры могут быть превышены допустимые пластические деформации сжатой зоны бетона.

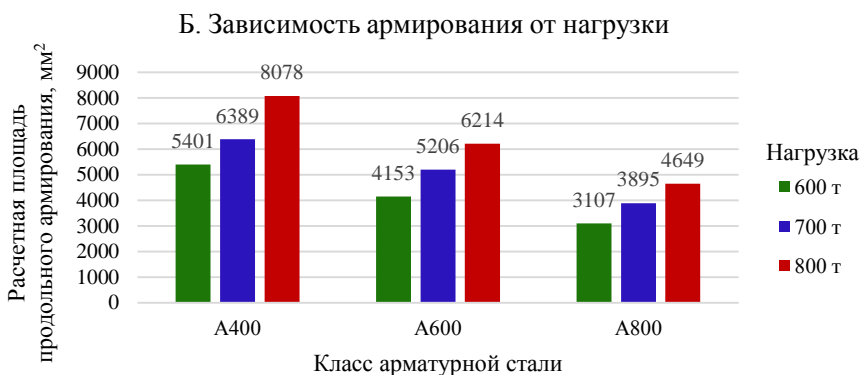
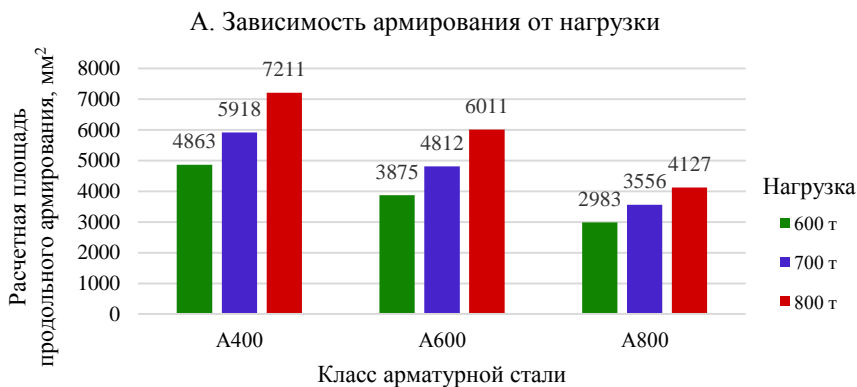


Рис. 3. Гистограммы зависимости армирования от нагрузки при: А)  $M = 10$  тм, Б)  $M = 15$  тм

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жарницкий В.И.* «Развитие теории расчета упругопластических железобетонных конструкций на особые динамические воздействия», дисс. докт. техн. наук, МИСИ, - 1988 г.

## АНАЛИЗ НДС 12-ТИ ЭТАЖНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ ПРИ ОГНЕВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В статье приводится оценка огнестойкости железобетонных конструкций многоэтажного железобетонного каркасного здания.

Целью исследования является установление достоверных результатов численного моделирования и применения их для параметрического расчета огнестойкости железобетонных конструкций, а именно моделирование работы каркаса здания при огневом воздействии.

Для достижения поставленной цели, определяются следующие задачи:

1. Провести анализ несущих конструкций при огневом воздействии
2. На основе проведенного анализа, провести сравнение с нормативной базой предела огнестойкости железобетонных конструкций
3. Определить критические деформации

Рассматривается сценарий, когда пожар возникает на втором этаже здания, подвергая несущие элементы здания высокотемпературному воздействию. Расчет проводился в промежутке от 0-240 мин., по ISO-834-11:2014- «Fire resistance tests-Elements of building construction ».

Как показывает практика продолжительность огневого воздействия, а именно пожара, может колебаться в пределе от 2 до 3 часов.

Международная организация по стандартизации в 1966 г. рекомендовала стандартную температурную кривую на рис. 2., которая применяется в качестве температурного режима для испытания конструкций в условиях огневых воздействий, принята многими странами и регламентирована Строительными нормами и правилами (СНиП), нормами пожарной безопасности (НПБ), основной документ который характеризует стандартную кривую температуру пожара представлен в ISO 834-11:2014- «Fire resistance tests-Elements of building construction »

Перед началом расчета на огневое воздействие рассмотрим здание в нормальных условиях, без учета огневого воздействия, расчет на статическое нагружение здания в программном комплексе Ansys представлен на рис. 1.



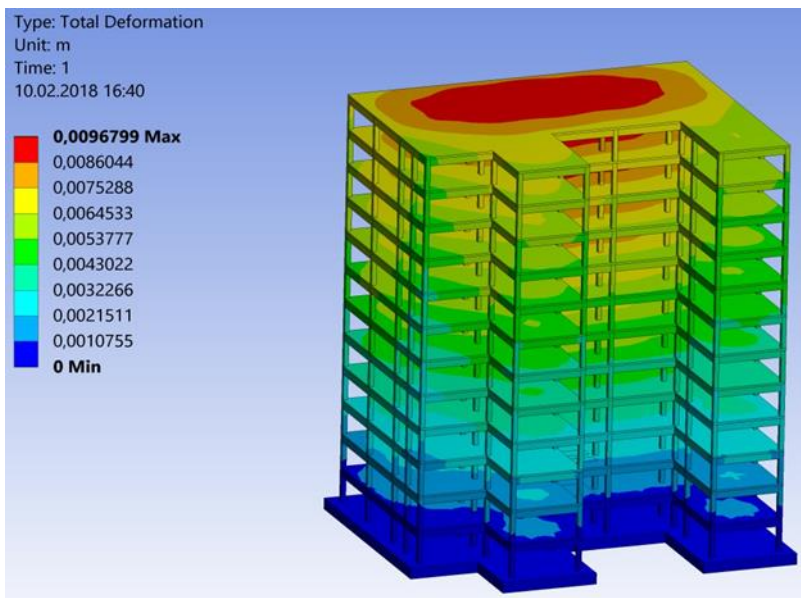


Рис. 1. Результат расчета до огневого воздействия

Из расчета видно, что максимальная деформация по плите перекрытия достигает 0,9 см.

Следующий этап расчета, задание огневого воздействия на конструкция, моделирование и задание пожарной нагрузки производим в Ansys, расчетное время 240 минут.

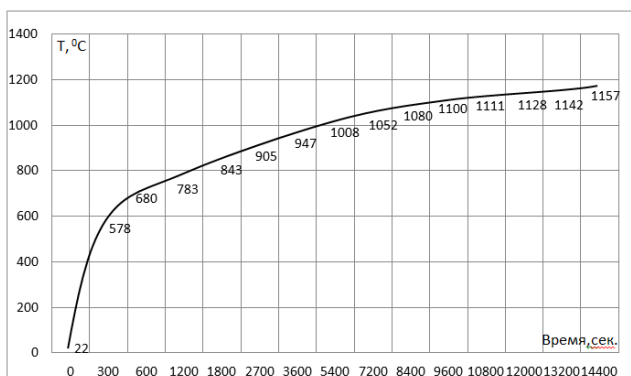


Рис. 2. Зависимость температуры пожара от времени по ISO-834

Согласно ISO 834, температура стандартного температурного режима определяется по следующей логарифмической зависимости:

$$T=3451g(8 \tau +1)+t_e$$

где Т-температура среды, в градусах Цельсия;

$\tau$  -время нагрева,мин.;

$t_e$ -начальная температура, в градусах Цельсия;

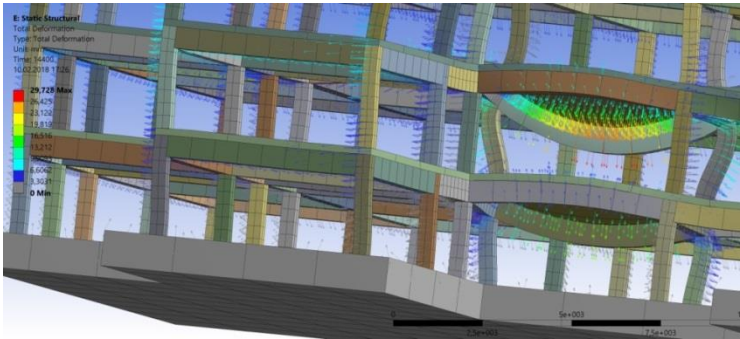


Рис. 3. Деформация здания при огневом воздействии 240 мин.

По итогу расчета численного моделирования было получено, что деформация через 4 часа составит 29,728 мм, рис. 3., самой критичной деформацией подверглась балка ее прогиб составил 29,728мм, но уже при 225 минуте было 28 мм, что превышает предельный прогиб по расчету [2].

В следствии огневого воздействия на конструкции здания, наблюдается перемещение соседних элементов по оси х,у.

Потеря несущей способности балки наступит через 225 при температуре 1200 градусов по Цельсию, что вызовет прогрессирующее обрушение.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Курлапов, Д.В.* Воздействие высоких температур пожара на строительные конструкции // Инженерно-строительный журнал, №4,-М.,2009
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*
3. *Тамразян, А.Г., Гильмутдинова Л.Р.* Оценка надежности железобетонной многослойной плиты перекрытия после огневого воздействия // Сборник трудов конференции.-Москва. 2017.- С. 273-276

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

С конца 1990-х годов началось массовое строительство зданий с наружными облегченными стенами с лицевым слоем из кирпичной кладки. Многослойные ограждающие конструкции из каменной кладки нашли свое применение в связи с ужесточением требований теплотехнических свойств ограждающих конструкций.

Эксплуатация слоистых стен в первые годы выявила ряд проблем, связанных в том числе с особенностями работы облицовочного слоя из кирпича, которые в некоторых случаях приводили к нарушению целостности конструкции и аварийному состоянию стенового ограждения [1].

Опыт проектирования и возведения облегченных стен при строительстве многих зданий практически отсутствовал. В связи с этим, были допущены и продолжают допускаться ошибки. Среди них следует отметить:

- непроектное положение гибких связей и/или полное их отсутствие на отдельных участках наружных стен.
- нарушение глубины опирания лицевой кирпичной стенки на железобетонные перекрытия или стальные уголки.
- отсутствие или некачественное исполнение горизонтальных и вертикальных деформационных швов.
- отсутствие армирования горизонтальных рядов кладки в лицевом слое.
- низкое качество применяемых материалов, а также неудовлетворительное качество строительных работ [2], [3].

Напряженно – деформированное состояние облицовочного слоя кладки зависит от температуры окружающего воздуха и солнечной радиации и изменяется в течение года. В зависимости от положения солн-

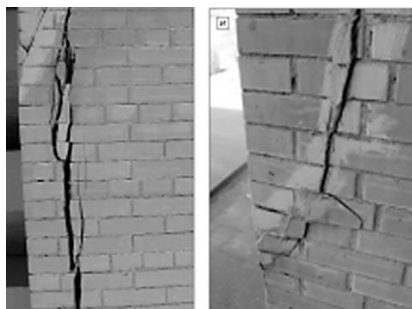


Рис. 1. Трещины в кирпичной кладке угловых зон зданий

ца в течение дня наружные стены по периметру здания, постепенно нагреваясь, будут испытывать температурные деформации относительно друг друга.

При этом определяющим является период замыкания конструкции, совпадающий со временем возведения кладки наружного слоя. Изменение температуры конструкций с момента возведения кладки наружного слоя приводит к изменению его напряженно - деформированного состояния.

При возведении кирпичной кладки зимой ее максимальная относительная деформация растяжения будет характерна для летнего периода. При нагреве кирпич лицевого слоя будет стремиться расшириться, но из-за взаимного отсутствия свободы горизонтальных перемещений стен, напряжения в зоне угла здания будут расти.

Кирпичная кладка, возведенная в летний период, при понижении температуры зимой будет испытывать растягивающие деформации в угловых зонах от места пересечения стен. На фоне отсутствия свободы горизонтальных перемещений и низкой прочности кладки на растяжение, а также высокой податливости анкерных связей, скопившиеся напряжения приведут к разрыву облицовочного слоя и образованию вертикальных трещин [2].

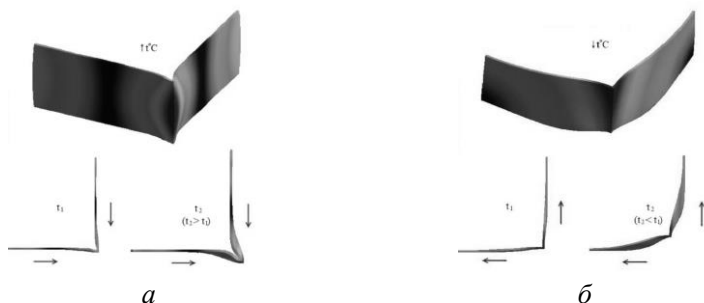


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние кладки: а) в летний период, б) в зимний период

В настоящее время продолжается разработка методики расчета таких стен исследовательскими институтами. Даны рекомендации по выполнению расчета на температурные воздействия, в том числе по назначению температур слоев кладки в зависимости от температуры замыкания конструкции. Регламентируется устройство вертикальных температурно-усадочных швов в стенах каменных зданий в местах возможной концентрации температурных и усадочных деформаций, которые могут вызвать недопустимые по условиям эксплуатации разрывы кладки, трещины, перекосы и сдвиги кладки по швам. Расстояния меж-

ду температурно-усадочными швами должны устанавливаться расчетом.

Согласно [4] назначение расстояний между вертикальными деформационными швами в лицевом слое кладки и места их расположения могут назначаться из соблюдения следующих условий:

- не превышение прочности кладки лицевого слоя на растяжение;

- не превышение прочности связей и анкерных узлов на растяжение.

При назначении мест расположения вертикальных температурных швов рекомендуется придерживаться конструктивных требований, приведенных в [5].

Для предотвращения деструкций проанализированы закономерности их образования, предложен аналитический аппарат для расчета на воздействие температуры. В случае, если качество работ по возведению, проектированию и расчету стен из многослойной кладки не улучшится, нас ожидают массовые аварии таких зданий. Число их будет возрастать по мере увеличения объемов строительства [2].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зимин С.С., Романов Н.П., Романова О.В.* Механизмы образования вертикальных трещин в угловой зоне на пересечении наружных стен // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №9(36). С. 33-43
2. *Ищук М.К.* Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М.: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2008. С. 353.
3. *Давидюк А.А.* Анализ результатов обследования многослойных наружных стен многоэтажных каркасных зданий // Жилищное строительство. - 2010. - № 6. - С. 21-26.
4. СТО 36554501-013-2008. Методы расчета лицевого слоя из кирпичной кладки наружных облегченных стен с учетом температурно-влажностных воздействий. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2008. - 19 с.
5. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. – М.: 2013. – 86 с.

## СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В АРХИТЕКТУРЕ

Студентка 4 курса 26 группы ИСА **Бибарцева Д.С.**  
Научные руководители – доц., канд. арх. **Попов А.В.**,  
ст. преп. **Т.В. Сорокоумова**

### ВНЕДРЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКИНГОВ

Идея внедрения многофункциональных паркингов не получила в России широкого применения в строительстве жилых комплексов и микрорайонов. Проблема в том, что застройщики, начинают строительство с максимально прибыльных объектов, откладывая на самую последнюю очередь такие как паркинг. Данная политика является не выгодной ни для застройщиков, ни для правительства, ни для жителей микрорайона. На данный момент жилых комплексов и микрорайонов без паркингов постоянного хранения достаточно много (социальные конфликты и т.д.). Строительные компании теряют коммерческую прибыль, а среди населения растёт массовое недовольство. Данную проблему поможет решить именно внедрение многофункциональных паркингов в уже отстроенные и заселённые микрорайоны. В рамках исследования проблемы со строительством паркинга, объектами стали кварталы, находящиеся за пределами МКАД, которые объединяет несколько факторов: отсутствие пешеходной доступности от метро, необходимость в использовании личного автотранспорта. Характеристика объектов исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1

	Население	Потребность в м/м
Мкрн. «Авиаторов» г.Балашиха	30 000 чел.	10 300 м/м
Жилой комплекс «Бутово-Парк 1»	15 000 чел.	5250 м/м
Мкрн. «Мортоноград» дер. Путилково	8 000 чел.	2800 м/м

Количество жителей рассчитано исходя из жилой площади, 30 кв. м. на чел., потребность в машиноместах - 350 м/м на тыс. жителей, исходя из норм [1]. Учитывались только дома уже введённые в эксплуатацию, так как процессе заселения происходит увеличение автомобилизации усугубляя проблему. Для выявления и внедрения функций в паркинг, чтобы он действительно стал прибыльным для застройщика и полезным для населения, был проведён градостроительный анализ данных объектов. Было выявлено какие социальные объекты уже существуют, а какие отсутствуют на данный момент. С помощью интерактивной карты

2GIS были проанализированы жилые территории на предмет наличия необходимых для комфортного пребывания социальных объектов, (таблица 2).

Таблица 2

	Микрорайон «Авиаторов»	Жилой комплекс «Бутово-Парк 1»	Микрорайон «Мортоноград»
Школы	2900 чел.	825 чел.	1100 чел.
Детские сады	420 чел.	365 чел.	470 чел.
Магазины и супермаркеты	8 орг.	20 орг.	12 орг.
Кафе и рестораны	1 орг.	2 орг.	1 орг.
Аптеки	5 орг.	8 орг.	3 орг.
Больницы и поликлиники	2 орг.	1 орг.	-
Салоны красоты	8 орг.	8 орг.	8 орг.
Почта	Ближайшая на расстоянии 1,1 км	Ближайшая на расстоянии 2 км	Ближайшая на расстоянии 3,8 км
Спорт	-	1 орг.	-
Театры и кинотеатры	-	-	-
Автостоянки и места для гостевого паркинга	950 м/м	380 м/м	300 м/м

Выявлено, что наиболее удачные варианты для совмещения с паркингом:

Объект 1: Мкр. Авиаторов: магазины спортивного назначения, стадион, фитнес-клуб, спортзал, кинотеатр, библиотека, почтовое отделение.

Объект 2: ЖК «Бутово Парк 1»: ресторан, спортзал, стадион, кинотеатр.

Объект 3: Микрорайон «Мортоноград»: пункт здравоохранения, кафе, спортзал, фитнес клуб, стадион, библиотека, почтовое отделения.

По данным исследования были выявлены критерии для формирования многофункционального паркинга:

1. Машинместа для продажи или аренды
2. Наличие объекта общественного питания
3. Наличие спортивного зала
4. Наличие бытовых помещений для аренды
5. Наличие почтового отделения
6. Наличие культурно-образовательного объекта

Для проведения проектного эксперимента была выбрана площадка в мкр. Авиаторов на которой будет устроен паркинг на 620 м/м. Для совмещения выбрано спортивное назначение, строительство фитнес клуба. Так как в микрорайоне проживает около 30 тыс., а ближайший спортивный объект находится в 1,7 км от микрорайона, он станет эффективным. Также будет выделено место под бытовые помещения для индивидуального хранения, т.к. в жилых домах они отсутствуют.

Окупаемость многоуровневой стоянки может быть обоснована введением коммерческих помещений, которые будут приносить активный доход в дополнении к пассивному от продажи машиномест.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». М: Т.У.Д.С. 2011. С.34-41
2. *Романов И.А.* Факторы динамики рыночной стоимости недвижимости в России. // Н.Э.Б. «Киберленинка» – 2013. С.1-4.
3. *Рябкова Е.Б.* «Проектирование многоэтажных гаражей и стоянок». М: 2014. С.33-56
4. *Дуванова И.А., Симанкина Т.Л.* «Оптимизация организации парковочного пространства в условиях жилой застройки». // С.У.З.С. 2016. С.109-113
5. *Роров А.В.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures // Advanced Materials Research. 2014. Vols. 869 - 870 Pp. 162-166.
6. *Алексеев Ю.В., Сомов Г.Ю., Старостина Н.Г., Попов А.В.* Проблема функционально-планировочной организации зданий московских общежитий и пути их решения // Жилищное строительство. 2013. №4. С. 8-11.
7. *Сорокоумова Т.В.* Организация детско-рекреационных пространств на территории транспортно-пересадочных узлов // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С. 45.



## АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ «ДВОР БЕЗ МАШИН»

О том, что дворы даже в спальных районах крупных городов и мегаполисов обременены наличием машин, известно всем. Данное архитектурное пространство не комфортно для родителей с колясками и маленькими детьми, для пенсионеров, вынужденных обходить стихийно брошенные машины, в том числе и для самих автовладельцев, которые часто не могут найти место для парковки своего автотранспорта. Учитывая эти сложности, стали возникать проекты, где транспортные и пешеходные потоки дифференцируются друг от друга. Ведь застройщику современного жилого комплекса необходимо предоставить своему покупателю не только комфортное жилище, но и хорошо организованное дворовое архитектурное пространство.

Концепция «Двор без машин», часто реализуемая при современном строительстве, является одним из новых и функциональных решений благоустройства придомового пространства.

Суть данной концепции заключается в организации внутренней территории без учета парковочных мест и автомобильных дорог (рис. 1). Парковка автомобилей осуществляется только в подземном паркинге либо на специально организованном наземном многоэтажном паркинге. Двор представляет собой единое пространство, разделенное на функциональные зоны, где также предусматривается однополосное движение с «карманами» для разъезда автомобилей. На территории комплекса обеспечен доступ машин служб экстренной помощи. А вокруг жилых домов запроектирована круговая дорога с подъездами к каждому сектору для проезда личного автомобиля. Жильцам предоставляется право пользования подземной или полностью закрытой наземной парковкой. В случае с подземной парковкой зачастую обеспечен доступ к дому без выхода на улицу.

Впервые идея «Двор без Машин» была разработана в СССР, в 70-х годах, для микрорайона северное Чертаново, но, к сожалению, не была осуществлена на практике. Через десятилетия концепцию стали рассматривать для проектирования домов элитного и премиум-класса. И только недавно ее стали применять для строительства жилищ сегментах бизнес и комфорт. На практике используется несколько вариантов разведения пешеходных и автомобильных потоков, самый очевидный их них – так называемое горизонтальное зонирование, когда квартал проектируется с ограничением въезда на внутреннюю территорию.

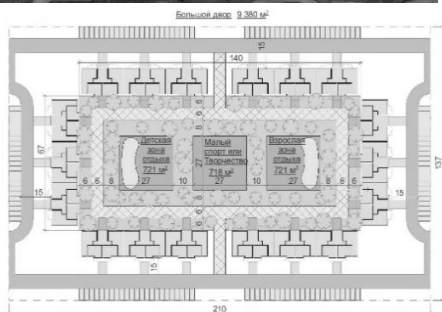
Основные преимущества и недостатки данной концепции [1,2].

Плюсы:

- Собственная охраняемая придомовая территория;
- Удобная организация придомового пространства;
- Больше возможностей для архитекторов реализовать идеи по улучшению качества жизни жильцов и предоставлению им различных вариантов времяпрепровождения;
- Отсутствие стихийных парковок на газонах;
- Безопасность детского досуга на придомовой территории, т.к. детские площадки не граничат с проезжей частью;
- Создание безбарьерной среды для маломобильных групп населения посредством отсутствия бордюров и тротуаров;
- Улучшение характеристик воздуха данной территории вследствие отсутствия загазованности;
- Избавление от лишнего шума;
- Двор выглядит более ухоженным, престижным. Значительно лучше прослеживается ландшафтный дизайн. Появляется место для зон рекреаций с зелеными насаждениями, площадок для спорта и дорожек для бега и прогулок (рис. 1).



а) ЖК «LIFE-  
Митинская»



б) Концепция “Двор  
без машин” от Vesco  
Group

Рис. 1 Пример реализации концепции «Двор без машин».

Минусы:

- Увеличение количества личных автомобилей.

В некоторых странах Европы отказываются от данной концепции по причине того, что жизнь в домах с подземными паркингами и с дворами без машин мотивирует покупателей данных квартир приобрести транс-

портное средство, что приводит к повышению нагрузки на дорогах, что, в свою очередь, изменяет дорожную ситуацию в городе в худшую сторону.

- Высокие затраты на организацию подземного паркинга в структуре жилого дома.

- Высокие цены на подземное парковочное место. В Москве стоимость машиноместа начинается от 1 млн. руб, поэтому, в целях экономии средств многие жильцы бросают свои машины стихийно, в местах где это можно сделать бесплатно, например, в соседних дворах.

- Если для двора без машин организовывается паркинг наземный, то, в большинстве случаев, он отстоит на значительном расстоянии, и дорога домой займет некоторое время.

Таким образом, рассматриваемая концепция «Двор без машин» обеспечивает лучшее благоустройство внутреннего пространства, но из-за больших затрат застройщика реализация данной идеи до недавних пор была оправдана только в сегменте «премиум», «комфорт плюс» и «бизнес». По мнению экспертов, в ближайшем будущем дворы без машин будут успешно проникать и в массовое строительство.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Московские «дворы без машин» [Сетевой ресурс]. – URL: <https://www.cian.ru/stati-moskovskie-dvory-bez-mashin-218331/> (дата обращения 28.01.18)

2. Инновации Двор без машин [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.pioneer.ru/innovations/outdoors> (дата обращения 28.01.18)

## ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ПЛАСТИКА В АРХИТЕКТУРЕ ЗАХИ ХАДИД

В данной статье рассматривается возникновение и формирование уникального стиля Захи Хадид, архитектора, выступающего в первую очередь в роли художника, чьи полотна обрели реальную оболочку в архитектуре, а также методы и подходы к проектированию, используемые в ее работах. В начале своей творческой пути З. Хадид обращается к произведениям русского авангарда, что можно заметить на примере дипломной работы «Тектоник Малевича» - проекта жилого моста на Темзе. Именно в этом проекте архитектор предлагает свою первую «революцию» в прочтении архитектурного замысла: Заха Хадид использует живопись как основной метод проектирования, подкрепляя рисунки перспективными фрагментарными чертежами, отказавшись от «школярских» проекций, таких как планы, разрезы, фасады. К каждому проекту архитектор прилагает несколько сотен каллиграфических эскизов, выполненных рукой, являющихся главным источником и визуализатором концепции постройки, в основном отказываясь от компьютерной графики. Такой метод работы Заха применяет на протяжении всей своей творческой деятельности. Вдохновляясь работами Ле Корбюзье, Э. Лисицким, Я. Черниховым, З. Хадид предпринимает попытку уйти от влияния ортогональной структуры организации пространства. Она выполняет работы, применяя острые углы, плавные дугообразные, пластичные поверхности в формообразовании как альтернативу практичности и эффективности прямого угла. Наряду с другими методами проектирования, мастер использует так называемый «кинематографический прием». Этим методом архитектор «монтирует» из «кадров» траекторию осмотра зрителем интерьера, посредством организации неожиданных искривлений поверхностей, возведенных перегородок, острых углов, направляя взгляд зрителя в наиболее выгодные точки, тем самым организуя сценарий восприятия внутреннего пространства. Для создания такой логики освоения пространства Заха вы-



Рис. 1. «Тектоник Малевича». Дипломная работа  
З. Хадид

бирает фокусные точки, которые впоследствии становятся отправными для возведения стен и создания притягивающего внимание интерьера. Подобно панорамированию в фотокамере, интерьер ведет за собой взгляд зрителя, увлекая вдаль, заставляет повернуть или поднять голову, чтобы потом вновь «скатиться» и рассмотреть что-то совсем рядом с собой. Главное свойство работы с использованием метода кадрирования – наличие динамики, которая достигается путем смены «кадров», то есть элементов интерьера и их сочетаний. Этот метод применен при проектировании «KURFURSTENDAMM 70» в Берлине (рис. 2.).

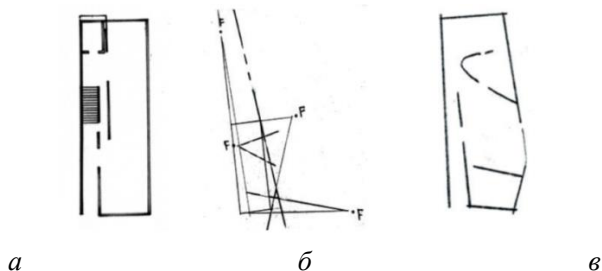
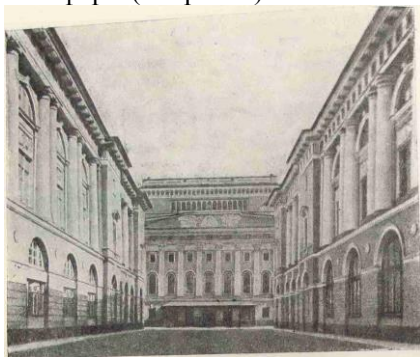


Рис. 2. Схема формирования интерьера с учетом фокусных точек, где F - фокусная точка. а) - исходный план; б) - выбор фокусных точек; в) - окончательный план

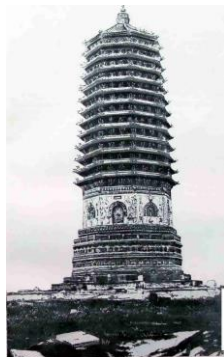
Для создания уникальной пластики формы, концентрирующей “энергию” всего здания в конкретной точке и организующей внутри интерьера “пространственный вихрь”, З.Хаидид моделирует все элементы планировочной структуры: разворачиваются и гнутся во всех плоскостях стены, подстраивая под их изгибы лестницы, перегородки и ограждения. В конечном итоге Заха упорядочивает все элементы в сложное математическое уравнение, подтверждающее и уточняющее безупречность изгибов и форм. З. Хаидид можно смело назвать художником-архитектором. Она отталкивается от образа, который отображает рукой на бумаге, и лишь после – укладывает в конструктивную систему. Таким образом, в работах Захи Хаидид используются ее собственные инновационные приемы и методы проектирования, позволяющие реализовать не только сухую функцию, но и дать материальную жизнь своей фантазии.

## СТАТИКА И ДИНАМИКА, КАК КАТЕГОРИИ КОМПОЗИЦИИ SIGNATURE TOWERS

‘Композиция’- происходит от латинского слова (compositio) – сочинение, построение, система. [1] Под композицией мы понимаем такую организацию элементов и свойств формы в целостную систему, которая объединяет все элементы в единое целое и помогает выявить идею произведения искусства и архитектуры. Архитектурная композиция это закономерное и оптимальное сочетание объектов в пространстве в единую гармоничную архитектурную форму, отвечающую функциональным, конструктивно-техническим, художественным требованиям. Цель архитектурной композиции – это достижение единства форм и содержания. Для создания гармоничного единства архитектурных объектов применяются методы объемно-пространственных композиций, такие как пропорции, ритм и метр, контраст и нюанс симметрия и асимметрия масштабность. Одним из категорий является статика и динамика. Рассмотрим особенности формообразования, целью которого является создание динамичных структур. Равенство или нюанс отношений величин по трем координатам пространства характеризует относительную статичность формы. Контраст в отношениях величин создает динамику как зрительное движение в направлении преобладающей величины. Это характерно. как для пространственных, так и для объемных форм (см. рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Динамика в пространственных и объемных формах зданий  
а) Улица Росси. Ленинград. Арх. К.И. Росси (1775-1849гг)  
б) Пагода Ба-ли-чжуан. Китай 1578г

В слабой степени динамика выражается при сопоставлении форм. При изменении отношений в объемных формах наряду с изменением их динамики происходит изменение их массивности. Массивность рассматривается как свойство архитектурной формы. В статической объемной форме массивность выражена сильнее, а при том же количестве массы расположенной в линейной форме слабее. Динамика возникает также при сопоставлении различных цветов одного и того же тона, а также при совместном воздействии различных элементов, вследствие чего возникает зрительное ощущение движения в сторону более активно воздействующего элемента.[2] Архитектурная динамика, как явление, выражается в художественной имитации и создании к реальному движению зданий. Если в динамике присутствуют диагональные линии и свободное пространство динамики есть диагональные линии и свободное пространство, то в статике нет диагоналей и свободного пространства. В такой композиции все подчинено симметрии и уравновешенно, композиция вписана в простую геометрическую форму.

Благодаря пластике и гармонии органических форм, известный современный архитектор Заха Хадид в своем творчестве талантливо передавала ощущение динамики.

Проведем анализ формообразования в архитектуре на примере одной из самых значимых архитектурных произведений Захи Хадид – комплексе Signature Towers.

Название комплекса Signature Towers (см. рис. 2) (с англ. уникальные, значимые башни) говорит само за себя.

Целью возведения многофункционального комплекса является формирование нового городского облика. В трех башнях комплекса будут находиться многочисленные офисы, гостиницы и апартаменты. Это здание, как и многие постройки Захи Хадид, отличает революционность форм и невероятный, ни с чем несравнимый силуэт.

Благодаря текучей плавной форме и асимметричной структуре, создается впечатление, будто комплекс находится в постоянном движении. Вырываясь из горизонтального положения в вертикальное, архитектура стремится ввысь в полном динамичном движении из-за ломаных и плавных диагональных линий. Ощущение динамичности форм усиливается цветоощущением в передаче материала конструкции. Проведенный анализ показал, что одной из самых характерных свойств современной архитектуры является динамичность и легкость форм, что наглядно выражено в работах выдающегося архитектора Захи Хадид.

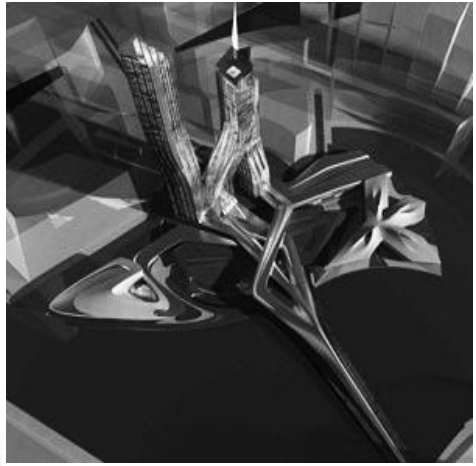
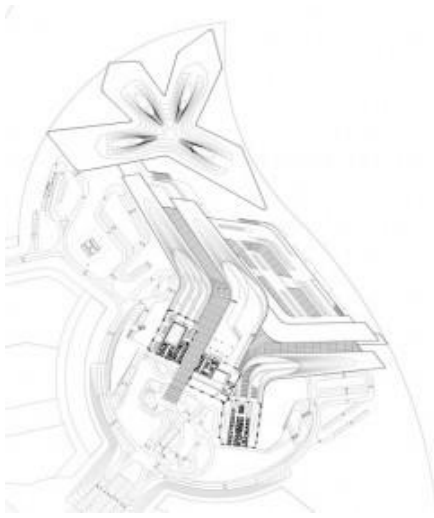


Рис.2. Пространственный вид здания Signature Towers

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Степанов А.В. (ред.), Малыгин В.И., Иванова Г.И., Объемно-пространственная композиция, Архитектура-С. Москва. 2007. 256 стр.*
2. *Ламцов И.В., Туркус М.А. - Элементы архитектурной композиции, Москва-Ленинград, Главная редакция строительной литературы, 1938 г. 167 стр.*



## ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В АРХИТЕКТУРЕ АКТИВНОГО ДОМА

Архитектура всегда являлась неотъемлемой частью человеческой жизни на протяжении многих веков. С появлением новых технологий изменился облик зданий, созданы невероятные архитектурные решения. В истории появление новых материалов и технологий способствовало прогрессу в архитектуре. Так появление бетона в Древнем Риме привело к возникновению большепролетных купольных конструкций, а цветного стекла к полихромии витражей эпохи Возрождения.

В 21 веке особо остро встал вопрос экологии. Большие выбросы CO<sub>2</sub> загрязняют окружающую среду, способствуют изменению климата на планете. Истощаются запасы традиционных видов топлива таких, как уголь и природный газ. Поэтому начали развиваться альтернативные источники энергии.

Благодаря смелым энтузиастам-предпринимателям таких, как Илон Маск, Марк Цукенберг и Бил Гейтс, эта индустрия начала интенсивно развиваться. Большинство стран мира начали активно продвигать идею отказа от углеводородов. Норвегия к 2025г откажется от машин с ДВС, Великобритания и Франция к 2040. Китай, Индия, США и ряд других стран так же рассматривают запрет двигателей ДВС начиная уже с 2020г.

Энергоэффективные технологии в гражданском строительстве стали внедряться с начала 90-ых годов в Германии. На данный момент Германия и Дания лидируют по числу пассивных и активных домов. В Германии сосредоточены ведущие специалисты и новейшие разработки. В Дании идёт строительство целых автономных городов., часть из которых уже успешно реализованы и прекрасно функционируют более десятка лет. Норвегия с 2017 года начала полномасштабную застройку типовыми активными домам.

В настоящее время применяется множество типов активных и пассивных домов. Чаще всего пытаются строить активные дома. Разница между активным и пассивным домом очень проста. В пассивном доме основной задачей является удержание энергии в виде тепла в жилище и всячески препятствовать его потере. В активном доме помимо задачи удержания энергии еще стоит задача выработки энергии из окружающей среды наиболее удобными способами.

Во всём этом процессе особую роль занимают архитекторы, которым под силу решить эти задачи. Новые технологии диктуют новый стиль, новые принципы и ставят новые задачи.

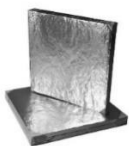


Рис. 1. Вакуумный утеплитель

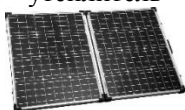


Рис. 2. Солнечная панель



Рис. 3. Солнечный коллектор



Рис. 4. Тепловой насос



Рис. 5. Тепловой аккумулятор



Рис. 6. Ветряк

К большому сожалению далеко не все архитекторы увидели перспективы развития. Одним сложно и непривычно работать с менее выразительными и простыми формами, без которых невозможно будет использовать технологии активного жилища. Другими эстетически не приемлемы формы, диктуемые этим направлением.

Для большего понимания устройства активного дома рассмотрим технологии, применяемые в этом сегменте, и их достоинства или недостатки.

1) Новейшие утеплители. Уже существуют материалы с технологией вакуума. Невероятно тонкие и теплопроводные, 1см новейшего утеплителя равен по теплоизолирующей способности 50см высокоэффективного утеплителя. Однако стоимость его в 3 раза больше, чем высокоэффективного утеплителя. Можно применять в частных проектах, где превалирует эстетическая составляющая.

2) Солнечные панели, коллекторы и их гибрид. Процент улавливания солнечной радиации составляет в среднем 22%. Установка и эксплуатация в среднем дешевле на 10-20% по отношению к газу. Срок окупаемости 10 лет. При продаже излишков энергии срок окупаемости значительно сокращается. Солнечные коллекторы могут нагреваться до 70 градусов С. Более дорогие модели могут доходить вплоть до 270 С. Мы же рассматриваем самые обычные и дешевые коллекторы для обогрева воды в бытовых целях. Недостатком таких систем является более долгая окупаемость. В свою очередь гибрид этих 2-ух систем имеет все их преимущества, но пока является достаточно дорогим решением.

3) Тепловой насос способен выкачивать энергию из земли при разнице температур всего в 3 градуса. Способен затрачивать 1Дж вырабатывая 3Дж. При правильной плани-

ровки жилища один лишь тепловой насос способен поддерживать температуру помещений в районе +20, при температуре на улице -20. Весьма эффективное и незаменимое оборудование для любого активного дома.

4) Тепловые аккумуляторы способны накапливать энергию при помощи прямого воздействия солнца или иными способами, которые способны преобразовывать электрический ток в тепло. Чаще всего представляют собой емкости любых размеров.

5) Ветряки. Весьма эффективные при низкой себестоимости. Самые быстро окупаемый способ. Однако, весьма сложно применять в архитектуре без ущерба эстетики. Все выше перечисленные механизмы могут сделать дом автономным практически в любом уголке света. Они открывают большие перспективы, которые увидели архитекторы по всему миру и начали применять и развивать это направление. К сожалению, в Российской Федерации данные технологии не применяются и не развиваются, как хотелось – бы... Только недавно в Московской области в 2011г реализован «первый активный дом, когда в Европе активные дома начали активно строить уже в начале нулевых. Несмотря на это у нас есть ряд архитекторов, поддерживающих это направление. К примеру очень интересные работы Павла Казанцева. Наиболее популярные работы, как Solar-5 и Solar- выходят в поисковых запросах на уровне с зарубежными проектами, что говорит само за себя.

В нашей стране есть огромные ресурсы, как материальные, так и кадровые. Совершенно пуст рынок активных домов с возобновляемой энергетикой. Однако активно развивая энергоэффективные технологии мы можем показать всему миру, что наши архитекторы одни из лучших и конкурентоспособных на международном уровне. В заключении хотелось бы спросить: Вы верите в светлое будущее и способны ли вы идти по непроторенному пути, невзирая на все проблемы, возникающее на вашем пути?

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. От Китая до Германии: Какие страны откажутся от бензиновых двигателей. [Электронный ресурс] URL://ru.insider.pro/analytics/2017-09-12/kakie-strany-otkazhutsya-ot-benzinovyh-dvigatlej/ (дата обращения 15.02.2018).

## АРХИТЕКТУРНАЯ БИОНИКА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ЗАХИ ХАДИД

Заха Хадид - женщина-архитектор, выдающаяся личность в мире современной архитектуры. Ее упорство, постоянный труд, воля и четко поставленные жизненные цели привели ее к мировой известности и заслуженной любви. Ее многочисленные проекты, построенные по всему миру, не перестают удивлять. Ее уникальный подход к архитектуре, к организации пространства не может остаться незамеченным. Она – «современный Гауди» в мире архитектуры.

Начиная свой творческий путь с деконструктивизма, Заха постепенно отходит от этого стиля и начинает применять в своих работах все больше органических форм и плавных линий. [2].

Как показал анализ произведений во многих своих проектах она применяла формообразование на основе методов биомиметики., которые наиболее четко используют связь природы и зодчества. Рассмотрим некоторые из них.

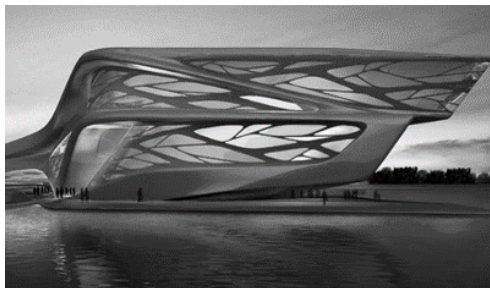


Рис. 1. Центр искусств в Абу-Даби

**Центр искусств в Абу-Даби, ОАЭ.** Бионическая по своей природе структура будущего Центра искусств довольно динамична. Внешне он напоминает ветвь, протянувшуюся к морю и состоящую из сложной и запутанной системы путей. Этот проект создан для острова Саади-

ят, который является не только туристической достопримечательностью, но и экологическим объектом. Важно было учесть эти особенности. Применяя методы бионической архитектуры в частности принцип ветвления [3], Захе удалось спроектировать современный объект, который естественным образом сливается с окружающей территорией, буквально вырастая из земли. Заха описывала дизайн как: «скульптурная форма, которая вытекает из линейного пересечения пешеходных дорожек внутри культурного центра, постепенно развиваясь в растущий организм, который прорастает в сплетение последовательных ветвей. Об-

виваясь вокруг пространства, архитектура возрастает в сложности, наращивая высоту и глубину... Архитектура приобретает очертания ветви лозы или фруктового дерева, тянущегося к воде.» [1]. Витраж в виде листьев подчеркивает органичность архитектуры.

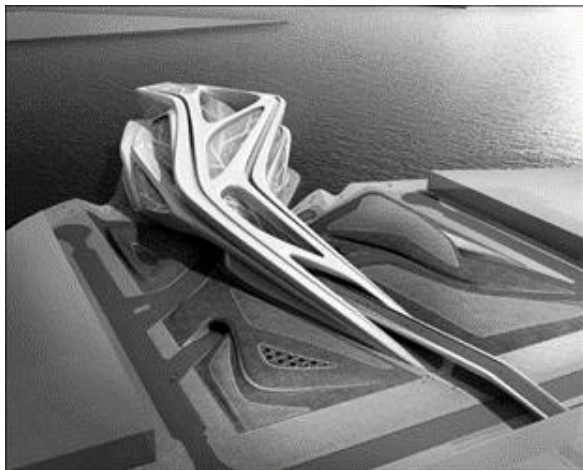


Рис.2. Центр искусств в Абу-Даби, вид сверху

**Лилиум тауэр в Варшаве, Польша.**

Название проекта вытекает из природных форм. План здания очерчивает форму цветка. Структура башни во многом схожа со строением биоаналога через наличие главного ядра. Оно является не только композиционным, но и конструктивным центром, на котором держится формообразующая идея автора. К центру симметрично присоединены четыре части башни, принимающую плавную обтекаемую форму лепестков. Выбор в пользу именно этой конфигурации позволит зданию выдержать большие ветровые нагрузки. Чтобы подчеркнуть идею, архитектор вводит дополнительные элементы в виде лепестков, которые выполняют второстепенную функцию.

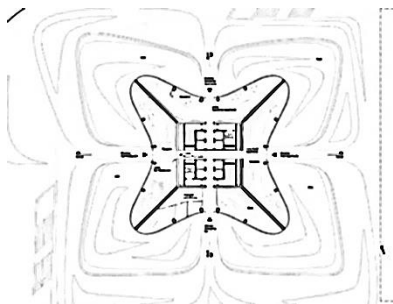


Рис. 3. План здания Лилиум Тауэр



Рис. 4. Биоаналог

**Небоскребы-цветы в Брисбене, Австралия.** В 2014 году Заха Хадид представила концептуальный проект органической архитектуры: комплекс из трех небоскребов для набережного города Брисбен в Ав-

стралии. Идеей сооружения является принцип сетчатой структуры, напоминающей прожилки лепестков цветка – более крупные у основания-«стебля», трансформирующиеся в капиллярную решетку к верхним ярусам. Фантастические здания-«бутоны» — это футуристическая архитектура будущего, символизирующая поступательное развитие современных форм, в которых новаторский конструктивный материал – бетон, усиленный стеклом, позволяет достичь жесткости при абсолютно нереальных очертаниях постройки.



Рис. 5. Небоскребы - цветы

Базируясь на основных принципах архитектурной бионики Заха Хадид показала всему миру, какой может быть современная архитектура и какой она должна быть.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Philip Jodidio. Zaha Hadid. Complete Works 1979-today.* Издание: Taschen / 2009.
2. *Рябушин А. В.* Заха Хадид. Вглядываясь в бездну. Издательство: Архитектура-С, 2007 г.
3. *Лебедев Ю. С., Рабинович В. И., Положай Е. Д. и др.* Архитектурная бионика. Под ред. Ю. С. Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990.

## ВНЕУЛИЧНЫЕ ПЕШЕХОДНЫЕ КОММУНИКАЦИИ В КАМПУСАХ

В городах всего мира предусматривается разделение движения пешеходных, транспортных и велосипедных потоков. Нас интересует вопрос организации пешеходных потоков на территории кампуса.

Внеуличные пешеходные связи между зданиями кампуса можно классифицировать на 4 типа:

- 1) Надземные – для связи зданий кампуса организованы отапливаемые переходы, расположенные на уровне второго этажа и выше;
- 2) Наземные – для связи зданий организованы наземные пешеходные галереи;
- 3) Подземные – для связи зданий организованы подземные отапливаемые туннели;
- 4) Смешанные – комбинируются из надземных, наземных и подземных.

Типы пешеходных связей	Название ВУЗа	Страна и город
НАДЗЕМНЫЙ ТИП	Массачусетский технологический институт	Кембридж, Массачусетс, США
НАДЗЕМНЫЙ ТИП	Колледж Берри	Ром, Джорджия, США
НАДЗЕМНЫЙ ТИП	Университет Джонса Хопкинса	Балтимор, Мэриленд, США
ПОДЗЕМНЫЙ ТИП	Московский физико-технический институт (государственный университет)(МФТИ)	Россия, Москва
НАДЗЕМНЫЙ ТИП	Кампус Дальневосточного федерального университета (ДФУ)	Россия, Владивосток
СМЕШАННЫЙ ТИП	Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ)	Россия, Москва, Зеленоград
ПОДЗЕМНЫЙ ТИП	Карлтонский университет	Оттава, Канада
НАДЗЕМНЫЙ ТИП	Московский государственный строительный Университет (МГСУ)	Москва, Россия
СМЕШАННЫЙ ТИП	Университет Чикаго	Чикаго, Иллинойс,

		США
СМЕШАННЫЙ ТИП	Колледж Кэньон	Гамбьер, Огайо, США
СМЕШАННЫЙ ТИП	Студенческий городок Тьетген	Копенгаген, Дания

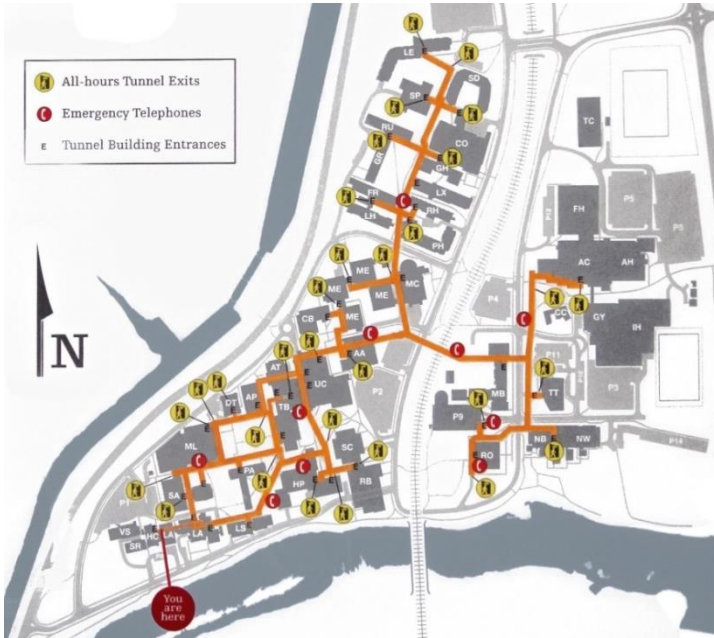


Рис. 1. Система пешеходных тоннелей Карлтонского университета г. Оттава, Канада.

В южных районах, где температура днем круглогодично колеблется в положительной зоне, нет необходимости в обустройстве внеуличных пешеходных связей, однако в более холодных, северных районах, особенно в тех, где зимой температура падает значительно ниже нуля, следует организовывать наземные, надземные, подземные или смешанные внеуличные связи. Такие типы коммуникаций позволяют существенно экономить время студентов и преподавателей на переодевание, сдавать вещи в гардероб, решается проблема нагрузки в гардеробах и потерь тепла из помещений[1,2,3]. В дальнейшем предполагается рассмотреть возможность организации таких внеуличных переходов в Российском Университете Дружбы Народов.

На территории вуза располагается 6 учебных корпусов, связанных переходами по улице. Здания располагаются в 3-15 мин. ходьбы от одного до другого и это без учета затрат времени на переодевание при



переходах между корпусами. Перерыв между парами составляем 15 мин., как показал эксперимент, этого времени недостаточно для перемещения из одного учебного здания в другое. Кроме того, студентам постоянно приходится сталкиваться с очередями в гардеробах, что еще больше увеличивает время перехода между различными аудиториями. Администрация Вуза старается сделать такое расписание, чтобы доступность была максимально удобной и студенты успевали на пары, но опрос студентов показал, что не всегда удается и влечет постоянные потери времени.

На основе проведенного исследования, предполагается в дальнейшем создать проект системы надземных или подземных отапливаемых переходы между корпусами вуза, что повлечет:

1. Повышение комфорта;
2. Сокращение времени доступа между корпусами;
3. Снижение потерь тепла;
4. Уменьшение затрат на уборку;
5. Снижение нагрузки на гардеробы в корпусах.

Предлагаемые переходы возможно насытить дополнительными функциями и продлить до станций общественного транспорта[4].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попов А.В., Родионовская И.С.* Архитектурная оптимизация среды долговременного жилища при вузах // Жилищное строительство. 2014. №1-2, С. 52-57.
2. *Popov, A.V.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures / A.V. Popov // Advanced Materials Research. Volumes 869 - 870. 2014. Pp. 162-166.
3. *Алексеев Ю.В., Сомов Г.Ю., Старостина Н.Г., Попов А.В.* Проблема функционально-планировочной организации зданий московских общежитий и пути их решения // Жилищное строительство. 2013. №4. С. 8-11
4. *Сорокоумова Т.В.* Организация детско-рекреационных пространств на территории транспортно-пересадочных узлов // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С. 45.

## СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОГО ДУХА ЗДАНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ТЕАТРА «СТУДИЯ ТЕАТРАЛЬНОГО ИСКУССТВА» В МОСКВЕ

Реставрация - очень кропотливое занятие на первом этапе. В самом начале собирается вся информация о прошлом здания. Не только визуальная «оболочка» необходима реставратору, но и важны события, будничный распорядок дня в здании. Именно благодаря альянсу внешней и духовной составляющих постройки можно воссоздать полный образ. В Москве есть немало удивительнейших зданий, история которых не менее уникальна, чем их облик. Задача нашего поколения -сохранить первозданный дух, заложенный в прошлых веках.

В Москве на улице Станиславского в здании 20 века, выполненном в кирпичном стиле, располагается Студия театрального искусства. Взглянув на фасад, невольно возникают вопросы о его богатом прошлом. Строительство здания завершилось в 1904, в период расцвета так называемого «Кирпичного стиля» — условное обозначение неоштукатуренных строений периода эклектики в России. Была характерна замена лепных украшений и штукатурки декором из кирпича. При отказе от штукатурки декоративное значение приобретала сама кирпичная кладка: фасады выкладывались из полихромного кирпича, глазурованной керамической плитки, изразцов, терракотовых вставок, нередко использовался природный камень [1]. В целом, по России, представителей такого стиля немало (рис.1): Концертный зал Маклецкого в Екатеринбурге, Троицкая церковь во Владимире, жилой дом и фабрика А.И. Ниссена в Санкт- Петербурге.

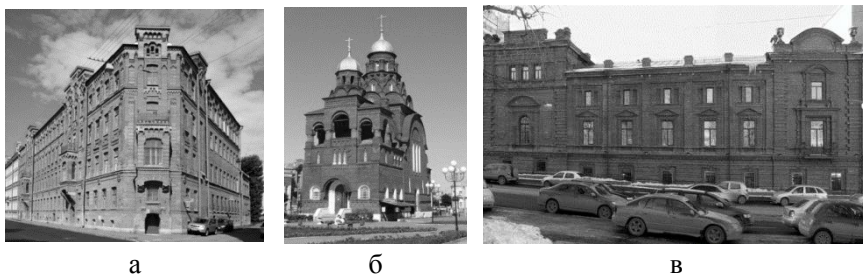


Рис. 1. Здания в «кирпичном стиле»  
а) Концертный зал Маклецкого в Екатеринбурге  
б) Троицкая церковь во Владимире  
в) Жилой дом и фабрика А.И. Ниссена в Санкт- Петербурге

Целые города заполнялись архитектурой кирпичного стиля. Одним из самых ярких примеров - город Казань. Это и железнодорожный вокзал, и Художественное училище им. Н.И. Фешина на улице Карла Маркса, и Кожно-Венерологический диспансер. Таким образом, кирпичный стиль представляет собой рационализацию эклектики для массового и утилитарного строительства. Именно в этом стиле были постройки производственных и складских сооружений, казарм, парковых павильонов. Возникает закономерный вопрос – причём же тут театр?

С начала 19 века на месте " Студии театрального искусства" находилась золотоканительная фабрика семьи Алексеевых, где производили золотошвейную пряжу, церковные украшения. Алексеевы даже поставляли продукцию царскому двору. В конце века руководителем стал правнук основателя- Константин Сергеевич Алексеев, больше известный под фамилией Станиславский. Желание повысить продуктивность рабочих сподвигло на создание театра на фабрике в 1895. Простой народ очень интересовался культурой. Во время мероприятий такого направления залы были всегда заполнены, люди стояли даже у входных дверей и в проходах. Существовал хор из рабочих, на фабрике была читальня. Полиция подобных вольностей не допускала, поэтому все замаскировали под вывеской «Рогожское отделение 1-ого Московского Общества трезвости». Все это привело к тому, что Станиславский принимает для себя решение - купить участок рядом с фабрикой и начинается строительство театрального здания. Газета «Русские ведомости» писала: «На золотоканительной фабрике выстроено здание с постоянной сценой, где предполагается устраивать чтения, концерты и спектакли для рабочих фабрики. Число мест в зрительном зале рассчитано на 250 человек. Для открытия спектаклей поставлена была комедия «Лес» А.Н.Островского». Театр открыли в 1904 году 24 апреля. На подмостках рабочего театра было поставлено большое количество спектаклей по именитым авторам того времени: Н.С. Лесков, А.П. Чехов, А.Н. Островский и другие. Слава театра вышла далеко за его пределы.

В связи с революционной обстановкой в городе в театре стали устраивать митинги. В 1905 году московский генерал-губернатор закрыл театр, но через 2 года в здании снова стали давать спектакли. В 1909 году Станиславский принял непростое решение: отдать площади театра под расширение производства, но с условием предоставления мест для рабочих в Московском Художественном театре.

В 2006 году началась реконструкция под руководством архитектора Сергея Куратора и сценографа Александра Боровского. Была поставлена задача: соединить дух фабрики и домашний уют. Стиль «лофт», выбранный архитекторами, трактовал свои особенности: кирпичные стены, старые швеллера, деревянные балки стали великолепно сочетаться с

мебелью 19 и 20 веков, найденной на блошиных рынках. Медная проводка, оставленные следы старых строителей не мешают знакомствам за большим столом в буфете перед спектаклем [2]. Книги, портреты писателей еще больше погружают зрителя в атмосферу предстоящего зрелища.



Рис.3 Внутренний двор Студии театрального искусства в наше время

Специалисты, работающие над реставрацией, почувствовали дух, необходимый театру, и сохранили все особенности, которые присутствовали в прежние годы. В этом здании совместились современная аудитория со своими запросами, фабричный интерьер и подлинное театральное искусство.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирпичный стиль [Сетевой ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%80%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%80%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C) (дата обращения 11.02.18)
2. Студия театрального искусства. Здание. [Сетевой ресурс]. – URL: <https://sti.ru/zdanie/> (дата обращения 11.02.2018)

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЦЕНТРА ЖИЛОГО ДОМА

В настоящее время накоплен значительный опыт в проектировании малоэтажного жилища. В процессе выбора участка, проектирования и строительства дома рассматриваются различные аспекты архитектурно-строительной деятельности. Уделяется внимание вопросам функционального зонирования, энергоэффективности конструктивного решения, но достаточно редко говорится о специфике формирования пространственного центра дома в его общей объемно-планировочной структуре. Архитектурная деятельность всегда была связана с развитием духовности в человеке. Пространственная среда в различные времена и у всех народов формировала возможности для сохранения духовных семейных ценностей. В статье Банцеровой О.Л. и Арсланбековой Т.В. «Проблемы организации архитектурного пространства современного жилого дома», приведены примеры жилищ разных культур, и из описания специфики традиций различных народов, религий и, соответственно, семей, можно выяснить процессы формирования пространственного или «духовного» центра дома. Именно описание формирования пространственного центра, на протяжении всей истории архитектуры жилого строительства, говорит о важности сохранения духовных ценностей внутри семьи.

Пространственным центром может являться, необязательно, геометрический центр дома, им может быть пространство, объединяющее основные структурные части дома, или же быть «собирающим элементом» в интерьере. В понятие пространственного или «духовного» центра дома вкладывается разный смысл, в зависимости от потребностей каждой семьи, проживающей в нём.

*Пространственный центр дома – это место объединяющее семью, место единения человека с домом, место единения человека с самим собой и природой, и место накопления духовных семейных ценностей.*

Функция пространственного центра может быть разной: в одном доме это может быть большая зала с камином, где собирается семья; в другом же доме, это может быть стена с портретами членов семьи и их предков или же витрина с памятными вещами, или выставка, посвящённая многим поколениям семьи, которая воспитывает в детях уважение и способствует сохранению традиций своих предков и их истории; пространственным центром может быть музыкальный холл, где, музицируя, члены семьи отдыхают душой и восполняют энергию. Таким

центром может быть и домашний театр или внутренний двор с ландшафтной организацией или сад камней. В процессе изучения сакральных центров жилых домов у различных народов, установлено, что формирование и наполнение функцией пространственного центра дома, является индивидуальным процессом, связанным с личностью хозяина дома или членов семьи.

Развитие темы создания сакрального центра получило в курсовом проекте «Малозэтажный жилой дом с японским садом» выполненной студенткой ИСА 3-27 Лозовой К. под рук. Банцеровой О.Л. План первого этажа (рис.1) сформирован так, чтобы подчеркнуть разделение пространств с различными функциями: кабинет-библиотека, зала, кухня, но при этом объединённых пространственным центром – садом камней. Расположение сада в центре плана говорит о том, что духовная сторона жизни стоит во главе над материальной стороной. В тихой зоне на втором этаже (рис.2) мы видим продолжение этой идеи, где пространство сада двухсветное.

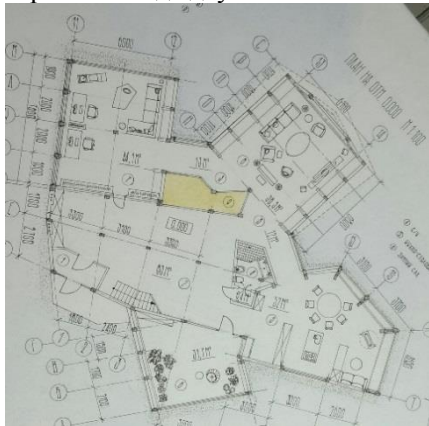


Рис.1. План 1-ого этажа

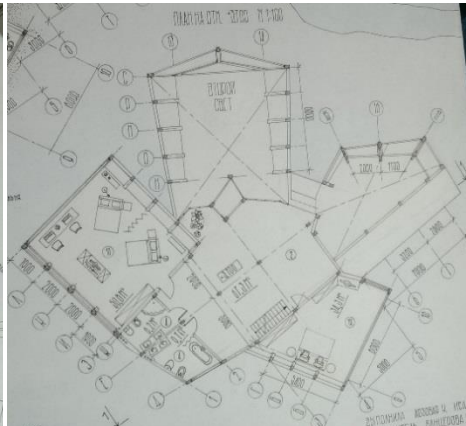


Рис.2. План 2-ого этажа

В интерьер дома был интегрирован японский сад камней (рис.3). Он виден с разных точек первого этажа, тем самым подчёркивая свою центральную роль в формировании пространства вокруг себя. Сад – это олицетворение природы, её созерцание приносит медитативный, успокаивающий эффект, благоприятно воздействующий на всех жильцов дома. Основная идея – это наполнение духовной ценностью пространства дома, которое в наши дни воспринимается, исключительно, как пространство удовлетворения в основном физических потребностей (сон, еда, гигиена и т.д.).



Рис.3. План сада камней



Рис.4 Традиционный японский сад во внутреннем дворе жилого дома

Японский сад (рис.4) в буддийском учении «дзен» воспринимается как модель мира, при созерцании которой человек постигает истину природы, а значит истинного себя. Это неразделимое сочетание человека с природой и есть главная причина появления такого сада в проекте дома. Данные разработки послужат основой развития в последующих проектах темы духовности в архитектуре.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мещеряков А.* Самые красивые и знаменитые Парки и Сады. Японский сад.
2. *Николаева Н.С.* Японские сады. Сад в ансамбле буддийского монастыря. // Изобразительное искусство, 1975.

*Студентка 3 курса 27 группы ИСА Лужецкая В.В.*

*Научный руководитель – доц., канд. архитектуры., О.Л. Банцорова*

### ВЛИЯНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ З. ХАДИД

Вода является одним из важнейших веществ на Земле. Она занимает большую часть планеты, образуя озера, реки, моря, океаны, участвует в формировании климата. Жизнь любого живого существа невозможна без этой необыкновенной жидкости. Также вода обладает уникальными свойствами. Одно из которых, увеличение в объеме при замерзании за счет уменьшения плотности.

Вода оказывает непосредственное влияние на жизнедеятельность человека. Если раньше эта жидкость имела бытовую сторону жизни, то теперь она нашла яркое выражение в культуре. Декоративная сторона воды вдохновляла художников и архитекторов на создание шедевров, которыми мы восхищаемся и по сей день.



Рис. 1. Глиняный сосуд с изображением воды

В древности изображения водных потоков присутствовали в наскальной живописи, орнаментах и росписях керамических сосудов, ювелирных украшениях. Позднее вода стала динамичным элементом



городской среды, влияя на формообразование в архитектуре, что мы и можем наблюдать в проектах культового архитектора Захи Хадид.

Ее работы поражают своей уникальностью и неординарностью, меняя наше привычное представление о геометрических формах. Ранние работы Захи Хадид были созданы под влиянием творчества К.С. Малевича, но позднее архитектор увлекается все более органическими формами. Она использует в своих работах линии, плоскости, плавно перетекающие друг в друга, соединяющиеся между собой и создающие единое целое.

Стихия воды в творчестве Захи Хадид занимает особое место. Так, например, центр водных видов спорта, располагающийся в Лондоне, напоминает застывшую во времени волну, а здание фирмы Roca, по словам Захи Хадид - образ реки, текущей довольно причудливо и криволинейно.

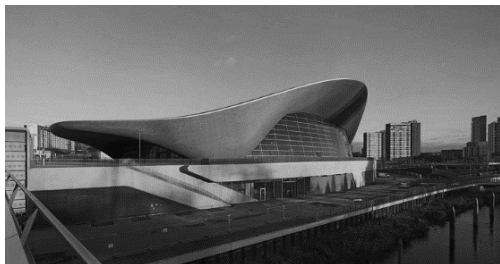


Рис. 2. Центр водных видов спорта в Лондоне



Рис. 3. Биоаналог

Проект центра водных видов спорта был разработан в 2004 году, и позднее принес Хадид главную награду в области архитектуры - Притцкеровскую премию.

Здание включает в себя 2 бассейна по 50 метров, один из которых предназначен для соревнований, другой для разминок и 25 метровый бассейн для прыжков в воду.

Три бассейна удерживают около 10 миллионов литров воды и способны менять свои размеры, как в глубине, так и в ширине. Плавные, волнистые линии здания имитируют движение воды. Создается впечатление накатывающейся волны, которая вот-вот зальет город с его прямоугольной архитектурой.



Рис. 4. Лондонская галерея фирмы Roca



Рис. 5. Биоаналог

Еще одна работа Захи Хадид - уникальное выставочное пространство компании Roca. **Roca London Gallery** площадью 1100 м<sup>2</sup> занимает один этаж. В его основе лежит водная стихия во всех ее проявлениях и формах. Архитектура и интерьер здания кажутся отточенным водными потоками. Внешние и внутренние границы стерты и фасад здания плавно перетекает в интерьер.

В данной статье была рассмотрена тема влияния природного движения воды на формообразование в архитектуре Захи Хадид. Стоит отметить, что такая стихия как вода оказывает глубокое влияние на мышление и сознание человека, что приводит к созданию уникальных объектов в архитектуре.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. DESIGN ZOOM, Лондонская галерея фирмы Roca. Получено из Design Zoom: <http://designzoom.ru>
2. Ариф Алави Мухамед, Вода и архитектура: смысловая и композиционная связь. Получено из Архитектурно-строительный портал: <https://ais.by>
3. Савчук Антон, Вода - основа жизни. Физические и химические свойства воды. Получено из SYL: <https://www.syl.ru>
4. Сахарова Юлия, Заха Хадид. Интервью со знаменитым архитектором. Получено из SALON Interior: <https://salon.ru>

## CARGOTECTURE В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Cargotecture – карготектура – тренд приспособления морских контейнеров для жилья и иной деятельности в разных климатических зонах (пустыни, север).

Преимущества использования контейнеров для жизнедеятельности:

- низкая стоимость по сравнению со стационарными объектами капитального строительства;
- прочность и долговечность;
- высокая сейсмостойкость, которая обеспечивается каркасом из стальных балок и стенами из антикоррозионных стальных листов с гофрированным профилем;
- высокая скорость и удобство монтажа;
- возможность трансформации и расширения [1].

Преимущества позволяют сделать предположение, что данная конструкция подходит для строительства в условиях Арктики. При соединении контейнеров между собой, образуется единая прочная и устойчивая конструкция, которая способна выдерживать большие нагрузки. Стоимость строительства, которая и так высока из-за неблагоприятных условий, снижается за счет малой стоимости контейнеров и всех составляющих и скорости монтажа за короткий летний период.

Конструкция из морских сухогрузных контейнеров позволяет создавать здания различной площади и этажности: от маленьких дачных домиков до полноценных жилых коттеджей и многоэтажных домов. Контейнеры классифицированы (Табл.1) по размерам, наиболее популярными из которых являются модули на 20, 40 и 45 футов (1 фут это 30,5 см).

Таблица 1

Классификация контейнеров

Параметры		20-футовый	40-футовый	45-футовый
Внешние габариты	Длина, мм	6058	12192	13716
	Ширина, мм	2438	2438	2500
	Высота, мм	2591	2591	2750
Внутренние габариты	Длина, мм	5905	12039	13513
	Ширина, мм	2350	2350	2444
	Высота, мм	2381	2372	2549

На нефтяных платформах используют морские контейнеры для создания жилых модулей работников платформ (Рис.1а,б,в). В проекте жилого модуля на «МЛСП Приразломная» (Рис.1г) (предложение автора статьи) предложено комбинировать модули разного размера.



Рис. 1. Нефтяные платформы

а) «Petronius Oil Platform»

б) «Gullfaks C»

в) «Морская ледостойкая стационарная платформа им. Ю.Корчагина»

г) Проект жилого модуля на «МЛСП Приразломная»

Во избежание больших тепловпотерь, следует ограничить количество окон в контейнере, что повлияет на количество естественного освещения и инсоляцию; использовать большое количество утеплителя. Для предотвращения коррозии и разрушения необходимы обработка поверхностей и мониторинг состояния [2]

Основной аспект приспособления контейнеров для жизнедеятельности – звуко- и теплоизоляция. Для решения задачи используется конструкция из бруса, которая устанавливается внутри по периметру контейнера. В обрешетку вкладывается утеплитель, который является также звукоизоляционным материалом (минеральная вата или пенополи-

стирол, можно напылять/разбрызгивать), обтягивается пленкой и стены обшиваются отделочным материалом.

При установке контейнеров друг на друга необходимо обеспечить выполнение условий:

- при объединении контейнеров, при разрезании стены происходит нарушение несущей способности и по этой причине наиболее оптимально использовать арочные проемы;
- при установке большого количества окон в контейнер так же происходит потеря несущей способности и тепла, поэтому следует устанавливать окна нестандартной, желательно арочной или округлой формы;
- перед использованием контейнеров требуется очистка от специальных токсичных материалов;
- конструкция контейнера требует специального ухода, чтоб избежать коррозии и ржавчины.

Строительство из контейнеров перспективное направление для подобных промышленных предприятий, благодаря простоте и скорости монтажа, низкой стоимости и возможности создания для каждого рабочего собственной «квартиры» из одного морского контейнера.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дома из морских контейнеров. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://domizkomplekta.ru/information/stroitelstvo-doma-iz-morskih-kontaynerov/>
2. Утепление контейнера для жилья [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://teplo.guru/uteplenie/konteyner-pod-zhile.html>

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЭКО ТУРИСТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Экотуризм - один из самых перспективных видов туризма во всем мире. Он дает возможность насладиться общением с природой, создает атмосферу красоты и уединенности, ведь именно этого часто не хватает жителям больших городов. Расположение туристического комплекса имеет большое значение для качества отдыха. Идеальными для размещения являются места с относительно нетронутой природой, с редкими видами животных и растений, как правило, возле природных объектов, национальных парков, заповедников и лесопарков. Экологический туризм является еще и познавательным, он направлен на экологическое просвещение и воспитание. Основной принцип при таком путешествии – сохранить и не навредить окружающей среде. [1]

С середины 1990-х гг. в странах Европы и Америки, а также в Японии и Австралии популярность экологического и эко-культурного туризма резко возросла. В настоящее время самый известный проект данной архитектурной концепции называется Аркозанти-это город в США, спроектированный архитектором Паоло Солери, основателем современной экологической архитектуры и архитектурной концепции под названием Аркология. С 1970 года его строительство ведется студентами-энтузиастами. Город полностью отвечает такому понятию, как "эко-архитектура", при этом сам проект нельзя признать успешным, т.к. реализовано всего 13 зданий, менее 3% (рис.1) и проживают в городе около 100 человек, при предполагаемой мощности в 5000. Но на данной площадке удастся успешно реализовывать образовательные и туристические проекты. В данный момент Аркозанти ежегодно посещают около 5 тыс. человек. [2] Еще один эко туристический проект-это деревня Дитикон (Швейцария), созданная Петером Фечем (рис.2). В 1993г. в районе города Дитикон через несколько лет, после выхода фильма "Властелин колец". Местные жители назвали образовавшуюся рядом с ними деревеньку швейцарским Средиземьем. Первый подземный дом, похожий на жилища хоббитов из сказки Толкина, Феч построил еще в 1970-х гг. С тех пор в Дитиконе ему удалось возвести девять подземных строений различной площади (60 - 250м<sup>2</sup>), безвредных для окружающей среды. Кровля из почвы и травы естественным образом защищает жилища от дождей, ветров и резких перепадов температуры. [2]

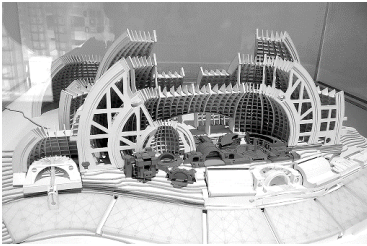


Рис.1. Макет эко-города Аркозан-ти, Аризона, США



Рис.2. Деревня Дитикон, Швейца-рия

В России экотуризм слабо развит как организованный вид туризма. При этом обширная, богатая территория РФ обязывает к наличию сети эко туристических гостиниц для удовлетворения существующего спроса на подобный вид отдыха. Уже несколько поколений россиян ежегодно привлекают бескрайние природные просторы, многочисленные реки и горы на отдых «дикарем». Отдых на природе всегда был и будет популярен в России. Поэтому можно говорить об абсолютной актуальности развития экотуризма. Но уже на пути становления российский экотуризм встречается с рядом серьезных проблем: общая необустроенность территории, слабое развитие экологической инфраструктуры и технологий в туризме, информационный дефицит, отсутствие специализированных туроператоров. На хорошие перспективы экотуризма указывает и тот факт, что российские власти прямо заинтересованы в его развитии. С помощью развития экотуризма можно частично решить накопившиеся социальные проблемы, понизить уровень безработицы, укрепить чувство культурной общности, возродить традиционные промыслы и ремесла, в конечном счете, сохранить культурное наследие.

Во всем мире активно разрабатываются и используются принципы и технологии устройства экоархитектуры, которая должна в полной мере применяться при строительстве эко-гостиниц. Они должны создаваться с минимальным ущербом для окружающей природы, используя современные технологии и экологически чистые материалы для обеспечения здания теплом, светом, коммуникациями, сделать полностью автономную систему, не наносящую вреда окружающей среде. Можно выявить принципы эко туристической архитектуры:

1. Принцип проектирования. Выявление туристских ресурсов в данном регионе; изучение окружающей рекреационной среды; определение сети туристских маршрутов; анализ территориального расположения туристских объектов и транспортных связей; изучение участка строительства; учет национальных традиций и природно - климатических особенностей в архитектуре. [3]

2. Принцип энергосбережения. Необходимо свести к минимуму расход энергии на отопление и охлаждение. Использование возобновимых источников энергии (солнечные батареи, накопители солнечной энергии, ветровой, геотермальной и др.).

3. Принцип строительных и отделочных материалов. Строительство из местных традиционных натуральных и безопасных материалов в традиционном для данной местности архитектурном стиле. Использование материалов природного происхождения.

4. Принцип чистоты. Минимизация вредного воздействия эко-туристического комплекса на среду, бережное отношение к природе, воспитание ответственности за состояние окружающей среды.

5. Принцип конструкции и внешнего вида. Создание «незаметной» архитектуры эко-гостиниц, органично сливающейся с окружающим ландшафтом, как части созданного природой пейзажа. В то же время допустимо применение несколько акцентных форм и линий, ведь архитектура подчеркивает красоту природы и наоборот.

6. Принцип жизни. Присутствие значительного количества живых растений в архитектуре эко-гостиниц. Зеленая кровля возвращает в атмосферу 60% влаги, обогащенной кислородом, является естественным утеплителем для здания.

Появление "зеленой" архитектуры говорит о том, что человечество начало задумываться о своем губительном воздействии на природу. Будем надеяться, что концепция Земли как единого живого организма будет и дальше развиваться, удовлетворяя человеческую потребность и формируя в людях экологическое сознание, в том числе и при создании эко-туристических комплексов. [4]

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эко-культурный туризм: опыт, проблемы и перспективы
2. (из журнала «Обсерватория культуры» / НИЦ Информкультура РГБ. – № 3 / 2004. – С. 81 – 88)
3. <http://fb.ru/article/320131/ekoarhitektura-opisanie-osobennosti-interesnyie-fakty-i-otzyivyi>
4. *Макурина Е.А., Казанцев П.А., Савостенко В.А.* Основные принципы формирования архитектуры для экологического туризма.



## КИНЕТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА – АРХИТЕКТУРА ДВИЖЕНИЯ

Кинетической архитектурой называют архитектуру зданий и сооружений, которые движутся сами или имеют отдельно движущиеся элементы. Предположительно, история кинетической архитектуры начинается в эпоху Древней Греции, когда появились первые механические изобретения. Слово «механика» происходит от древнегреческого «μηχανική».



Рис. 1. Юрта



Рис. 2. Чум



Рис.3. Вилла «Подсолнух»

Оно обозначало название подъемных машин, в частности машин, с помощью которых в греческих театрах поднимали и опускали актеров, производили смену декораций, и механизмы, позволяющие посредством силы поднимать тяжести на достаточно большую высоту [1]. Значительную роль в развитии античной техники сыграло военное и морское дело. Парусное вооружение, корабельные устройства происходят от кораблестроения Древней Греции и Рима, а проявления его механизмов можно встретить в архитектуре (паруса-козырьки в Колизее).

Мобильная архитектура существует давно.

Юрты и чумы кочевников являются прототипами мобильной архитектуры (рис.1,2). Переносной дом для кочевых народов должен был обладать сразу несколькими особенными характеристиками: быстро собираться и разбираться; быть легким для переноски; быть удобным для жилья; сохранять тепло зимой и прохладу в летний зной.

Очевидным проявлением кинетической архитектуры являются подъемные мосты (на противовесах) средневековых замков. Затем - лифтовые системы, которые сначала были спрятаны от глаз наблюдателя и являлись оборудованием, а потом вынесены на фасады, став его частью. В начале двадцатого века архитекторы начали исследовать возможность ввести в здания элементы кинетики.

Тогда сформировалось понимание, что движение в архитектуре может быть произведено механическим путем с помощью двигателей, либо путем использования воздуха, воды и других кинетических сил. Первый вращающийся дом был построен в 1929-1935 по проекту архитектора Анджело Инверницци и инженера Ромоло Карапакки, разработчика механизм вращения (рис.3).

С появлением новых технологий кинетическая архитектура получила большое распространение, и сейчас активно развивается. В наше время, когда полным ходом происходит симбиоз материального мира с виртуальным, а самые невероятные мечты писателей-фантастов становятся реальностью, созданная нами среда обитания не может избежать глобальных перемен. Кинетическая архитектура позволяет подстраивать окружающее пространство под требования человека, тем самым открывая перед нами значительные возможности [2]. Парки развлечений, сменяющиеся декорации в театре, световые и лазерные проекции, современные мосты являются попыткой человека уйти от статики, создавая вокруг себя искусственное движение.

Движение в архитектуре можно классифицировать.

1. По цели применения: *реклама* - наиболее распространенная причина применения кинетики в архитектуре, так как подвижное здание, безусловно, больше привлекает внимание человека, чем статичный объект, а значит, больше людей его заметят; *экономия электроэнергии; производство электроэнергии* - некоторые дома производят электроэнергию, в них установлены солнечными панелями или ветровыми турбинами, которые улавливают потоки ветра в зависимости от поворота здания, а сами элементы являются частью облика здания; *адаптация к климатическим условиям* - многие здания в кинетической архитектуре оснащаются специальными датчиками света и тепла, и здание подстраивается под погодные условия, что позволяет снизить затраты на кондиционирование здания в жарких странах.



Рис. 4. «Скользящий» дом

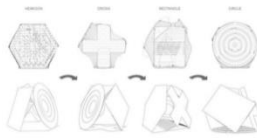


Рис.5. Трансформации павильона Prada



Рис. 6. Пример движения в интерьере



Рис. 7. Выставочный павильон «One Ocean»

2. По виду движения в здании: *движение всего здания* (вращение - движение вокруг статичной оси вращения по рельсам, один из самых известных проектов кинетической архитектуры - вращающаяся небоскреб Дэвида Фишера; линейное - «скользящий» дом Алекса де Риджке имеет скользящую внешнюю оболочку, которая перемещается вдоль него по рельсам (Рис.4); сложная траектория – павильон Prada - трансформер Рема Колхаса (рис.5) имеет сложную форму, которая при перемещении на разные грани меняет свой экстерьер и интерьер); *движение отдельных частей здания* (линейное; вращение; *движение в интерьере* - отдельные функциональные зоны расположены в подвижном роторе (рис.6), необходимая функциональная область перемещается; *мобильные дома* (дома-трансформеры) - перевозимые дома со складывающимся каркасом и внутренними перегородками; *движение в фасадах здания* («умные» материалы – элементы из подобных материалов реагируют на тепло или влажность, изменяют свою форму; анимированные мембраны (рис.7); автоматизированные внешние жалюзи; другие подвижные элементы. (рис.8)

3. По виду работы: *под воздействием климатических факторов;* при помощи робототехники, *программируемая; автоматическая,* реагирующая на датчики; *компьютеризированная,* управляемая человеком; *механическая.*

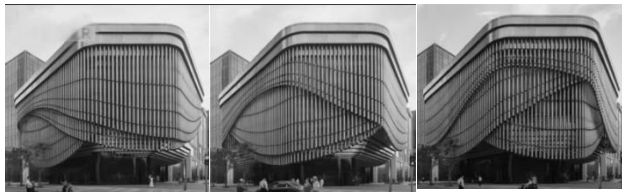


Рис. 8. The Bund Finance Center.  
Heatherwick studio и Норман Фостер.

Неотъемлемой частью архитектуры является городская инфраструктура и ее объекты – разводные мосты, шлюзы и т.д. В перспективе вероятно расширение

адаптивности к климатическим изменениям за счет внедрения трансформируемых конструкций. «Подвижные» здания экономят энергию и сами производят ее в достаточном количестве – за ними будущее.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ В ГОРОДСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В Заполярье особыми условиями обитания являются полярный день и полярная ночь (рис.1).

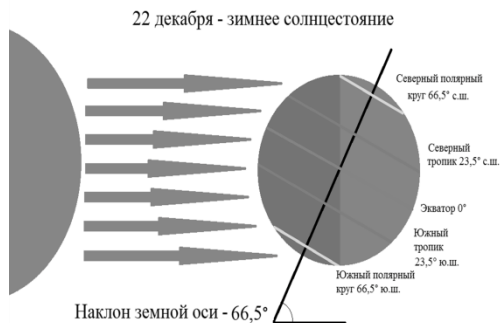


Рис. 1. Положение Земли  
в дни зимнего солнцестояния

Продолжительность ночи меняется с широтой. Так в Норильске - 45 суток, в Дудинке - 68, а на Северном полюсе - 178 суток.

Ориентировка этих двух феноменов происходит на летнее и зимнее солнцестояния [1]. Естественно, уровень среднегодовой суточной нормы инсоляции в таких городах очень низок, относительно других, находящихся в

южных широтах.

Люди, живущие в Заполярье, испытывают большую нагрузку за психику, нервную и иммунную систему из-за недостатка ультрафиолетовой радиации. Известно, что цвет и свет влияют на психическое состояние людей.

Например: у жителей Мурманска существует такое понятие как: «цветовое голодание» [2]. Компенсацией этого явления служит раскрашивание домов (часто по желанию самих жителей) в яркие и насыщенные цвета, можно встретить выложенные цветной мозаикой дома и даже камни на улицах, окрашенные краской. Особая раскраска зданий помогает ориентироваться во время пурги и найти нужный объект.

Выявлено, что для заполярной архитектуры свойственно стандартное инсоляционное ориентирование: с севера на юг: чтобы увеличить количество солнечных часов в жилищах, а так же групповая и периметральная застройка районов (рис.2).

Возможные решения проблем инсоляции: отделка фасадов, культурные и развлекательные центры. В зданиях возможно провести реконструкцию фасадов. Это необходимо для изменения цветового облика городов, чтобы сделать их более яркими.





Рис.2. «Мокрый фасад» и вентилируемый фасад

Световые арт-объекты в городской среде могут быть не только здания и элементы благоустройства, но и части промышленного оборудования. Яркий во всех отношениях пример подсветка порталных кранов в Мурманске (рис. 3.)

Заключение. Исследование в данной области значительно улучшит жизнь людей за полярным кругом. Оно не только поможет им справиться с суровыми климатическими условиями, а также нормализует физическое здоровье и настроение.



Рис.3. Арт-освещение порталных кранов в Мурманске [3]

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. <https://biosfera.wiki/np/poljarnyi-den-i-poljarnaja-noch-4.html>
2. *Гаврилова М.К.* Радиационный климат Арктики. Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1963. – 225 с.
3. <http://intiled.ru/proekty/murmanskie-portalnye-krany>

### ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ ВЕТРА В ПРИРОДЕ НА МОРФОГЕНЕЗ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ З. ХАДИД

Заха Хадид - гениальный архитектор, которая переосмыслила существующие городские пространства и смогла выйти за рамки архитектурных стереотипов. Исследуя



Рис. 1. Pirres Vives building, Монпелье, Франция

возможности новых технологий, она создала множество абстрактных и динамичных зданий, используя концепции «текучести» и «переливания», динамики и движения. Она утверждала, что мир – не прямоугольник, и пространство можно использовать также эффективно, не используя никаких углов. [1] Фрэнк Гери описывает архитектора как «необычайную силу природы», и с этим нельзя не согласиться, ее концепции воплощают динамику окружающих ландшафтов и бионический мир в целом. Ее архитектура является новаторской, так как в своих произведениях она смогла материализовать силу стихий, которую нельзя «взять в руки», но можно увидеть ее следы на поверхностях. Одной из таких стихий является ветер, движение которого можно рассмотреть как прообраз многих работ великого архитектора.

Как природное явление ветер может формировать песчаные дюны, барханы, ландшафт, он способен воздействовать на природу и на окружающий мир в целом. Лишь по его проявлениям в материальном мире мы можем судить о его участии в формообразовании. В местах, где сила ветра достигает угрожающей силы – урагана, деревья вынуждены приспосабливаться к данным условиям, и по изогнутым наклоненным стволам мы можем судить о силе ветра, о его большой роли в формировании природных объектов.

В "Pierres Vives building" для отдела Hérault в Монпелье (рис.1) мы можем увидеть неведомую силу ветра в формообразовании. З. Хадид в одном из своих интервью сказала, что данное здание напоминает большой ствол дерева, который расположен горизонтально. [2] Основной концепцией являлось создание динамичного здания, сочетающего в себе библиотеку, архив и офисные помещения, оно должно было вписаться в окружающий ландшафт, природу и окружающую застройку города.

Создание движения в пространстве – это самый сложный процесс в проектировании зданий, так как он связан непосредственно с человеком, с его чувствами, восприятием времени при взгляде на объект. Благодаря динамике мы можем почувствовать связь между архитектурой и человеком, между сушей и водой, между землей и солнцем.

Проанализировав комплекс «Каир Экспо-Сити» (рис.2) можно утверждать, что основной концепцией являлось создание природных форм, которые присуще рельефу долины Нила, окружающему египетскому ландшафту.

В данном комплексе З. Хадид воплотила свое архитектурное видение уникального города Каир с его текучестью рельефа, барханами (рис.3), образованными

ураганными ветрами, рекой Нил с ее стремительными и динамичными потоками. Данный проект включает в себя бизнес-центр, отель и международный выставочный центр. В целом была достигнута единая композиционная целостность, гармонирующая с вихревыми линиями местного резонирующего ландшафта.



Рис. 2. Каир Экспо-Сити, Каир, Египет

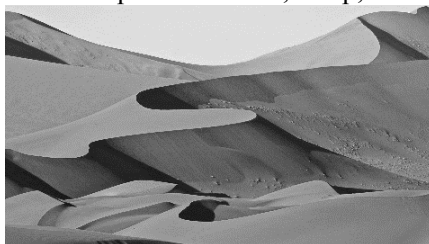


Рис. 3. Песчаные барханы



Рис. 4. Политехнический университет, Гонконг, Китай



Природное влияние на морфогенез прослеживается и в техническом университете в Гонконге (рис.3) - новый университет призван стать архитектурным ориентиром. Он совершенно не похож на окружающие его застройки 1960-х годов, он словно неведомый взрыв, всплеск, ворвавшийся в линейную, красную, кирпичную застройку Гонконга.

Университет представляет собой комплекс учебных и научно-исследовательских лабораторий. Бесшовная архитектура символизирует динамику развития, новые победы и достижения. Смотря на данный университет, можно почувствовать движение вверх, стремление к небу. Архитектура здания символизирует ураган, ворвавшийся в жизнь города и людей.

Подобную динамику можно почувствовать находясь на открытом пространстве, ощущая неведомые порывы ветра, который врывается в нашу жизнь и вносит новые открытия и победы. Можно предположить, что в данной работе ветер является символом возвышающейся башни, устремлённой к новым триумфам.

Таким образом, динамика в архитектуре – это величайшее мастерство, к которому стремятся многие архитекторы, но лишь немногим удастся достичь желаемого результата, так как чтобы воссоздать что-то «живое», нужно чувствовать нематериальные явления в окружающей нас природе. Заха Хадид чувствовала динамику во всем: в воде, ветре, воздухе, ландшафте, поэтому ее объекты собирают восторженные взгляды всех людей мира.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.zaha-hadid.com/>
2. *Philip Jodidio Zaha Hadid. Complete Works 1979-today.* Taschen. с.326-327

## БАУХАУЗ В ИЗРАИЛЕ

В Германии в 20м веке под влиянием промышленной революции, авангардных художественных течений, стиля модерн появилось новое направление в искусстве, получившее название «индустриальный дизайн».

Рост производства, идеи технического прогресса проникают во все сферы культуры. Теперь художника начинают воспринимать как универсала, соединившего в себе архитектора, графика, живописца и теоретика.

Одним из образовательных учреждений художественно-промышленного профиля была Школа прикладного искусства в Веймаре. Её возглавил приехавший в Германию из Бельгии Август ван де Вельде. В 1919 году в Веймаре В. Гропиус открыл Баухауз — на основе Школы прикладного искусства и Высшей школы искусств[1].

В год своего открытия школа выпускает «Манифест», где провозглашаются её тезисы: строгий функционализм, экономичность, ориентированность на массовость.

В 1933 году, после прихода национал-социалистов к власти, школа была переведена в Берлин и перерегистрирована, как частное учебное заведение. Нацисты уже в 1920-х годах выступали против Баухауза, считая школу рассадником коммунизма, теперь же требовали увольнения нескольких учителей, и Мис ван дер Роэ закрыл школу.

Основными принципами школы и отличительными чертами были:

- отказ от излишнего украшения, простота, минимализм;
- использовании в здании элементов прикладного искусства;
- функционализм;
- доступное строительство, относительная дешевизна возведения объектов;
- акцент на конструкции здания, на его экстерьере;
- целесообразное использование пространства (максимальное использование площади помещения);
- использование асимметрии и повторяющейся симметрии;
- отказ от исторических черт (заменены геометрическими формами, нейтральными цветами и гладкими текстурами);

Появление перечисленных признаков можно объяснить исторически. Во-первых, родиной зарождения стиля была Германия. Стиль появился в период экономической нестабильности в стране, в нехватке средств, что привело к потребности в возведения жилья, которое стро-

ится быстро и дешево. Ответом на жилищный запрос послужил функционализм последующих построек Баухауза. Каждый метр идёт на вес золота, у каждого помещения своя функция. Никакого лишнего украшения, ведь всё упирается в деньги. Также к этому можно отнести использование доступных материалов, стекло, керамика и металлическая ковка, как элементов внутреннего декора. Этим издавна промышленяли умельцы, простые рабочие, мастера из народа. И нет ничего удивительно в том, что в период строжайшей экономии архитекторы обращаются к прикладному искусству. Во-вторых, «обезличивание» стиля. Стирается какая-либо историческая предпосылка в стиле. Делается это для того, чтобы строить здания везде. Чтобы в любом городе и застройке сооружение смотрелось уместно, что опять же облегчает процесс строительства. Новый стиль мог явиться решением, ответом, той самой надеждой, что сидела в людях подсознательно и так ярко вырвалась наружу с помощью архитектурных умов. Вместо пестроты, яркости, заметности здания приобретают универсальность, одинаковость, строгость. Они словно штампованные близнецы, без «острых» граней, без выпирающих текстур. Всё сглажено, всё спокойно, будто чтобы не раздражать глаз. Текстуры выбираются гладкими, цвета берутся нейтральными, формы используются в основном элементарные, геометрические. С таким набором данный стиль уместен практически везде, где страна сталкивается с подобными проблемами. Очень хорошо стиль прижился в США, в СССР, а также в Израиле. Именно туда эмигрировали архитекторы из Баухауза и эмигрировали успешно. 17 студентов, часть из которых сами по национальности были евреи, стали развивать свои идеи на практике. Спротивления, как в Германии, при строительстве своих проектов они не встретили, поэтому смогли реализовать свыше 400 зданий на территории Тель-Авива [2].



Рис 1. Нахалат Биньямин, Тель Авив; здания в Хайфе

Так как в отличие от Европы на территории Израиля не было предыдущих поколений исторической застройки, сама суть интернационального стиля пришла очень кстати. Излишняя простота и строжайшая экономия благоприятно вписались в местный колорит и нашли отклик в культурной среде. Отныне любое сооружение бывшей школы Баухауз

становится уже как бы местным достижением, а дом за домом превращается в нынешний всем знакомый «Белый Город» (рис.1). К подобной застройке относятся по-родному, её чтут и оберегают. Это уже позже «Белый Город» приобретает статус национального памятника архитектуры, важно отметить, что зерно самой концепции стиля, родившееся некогда в довоенной Германии, смогло так благоприятно прорасти, попав в благодатную почву Израиля. Местные жители вовремя разглядели ценность этих зданий и смогли сохранить (что и делают по сей день) к ним интерес всего мира. Мало кто знает, что помимо Тель-Авива строили в интернациональном стиле и в городе Хайфе (Рис. 2). Знают немногие из-за отсутствия рекламы, что обидно, т.к. мало известные здания в Хайфе потихоньку разрушаются, пока «Белый город» (Рис.3) приносит своим жителям прибыль, как важнейший туристический памятник [3].



Рис.2. Дом Энгеля



Рис.3. Дом Соскина

Стиль Баухауза отставил неизгладимое впечатление в сердце каждого, как он оставил свою отметину в всеобщей истории архитектуры. Этим стилем следует заниматься, его следует изучать, ведь существует так много пробелов в данном вопросе, на которые я всего лишь указала своей статьей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://ru.cbk-zam.bat-smg.roa-tara.gowikipedia.org/wiki>
2. <http://f64.space/bauhaus-litso-hh-veka/>
3. : <http://ru-wiki.org/wiki>

## БИОМИМЕТИКА В РАБОТАХ ЗАХИ ХАДИД

Использование природных форм в архитектуре является актуальной темой, так как биоаналоги приобрели свою нынешнюю форму через процесс эволюции под воздействием окружающей среды. Существующий объект всегда воплощает как процесс, так и результат. Естественные системы чрезвычайно сложны, поэтому их трансформация не просто вопрос внешней оболочки. Целостность формы, структуры и функции в природе делает чисто морфологические переводы бесполезными. Биомиметика (с лат. – подражание жизни) берет лучшие свойства и качества биоаналогов и переводит их в архитектуру. [1]

Заха Хадид является одним из самых ярких представителей архитектурной биомиметики. Архитектор не раз говорила, что основным вдохновением для нее служит окружающий мир. Течение воды, песка, очертания гор сплетаются с геометрическими формами, и из этого рождается архитектура.

«Я пытаюсь передать эмоции, испытываемые человеком, оказавшимся в дикой природе, в ранее невиданном месте. Постигание природы не имеет ничего общего с линейной системой координат. Мне интересно создать пространство, где у вас есть выбор системы координат. Многих людей не устраивает такой подход, потому что люди в большинстве своем не любят ставить под сомнение собственные представления о правильном и неправильном», – говорила Хадид. [2]

Биомиметрика не только берет у природы, но и подстраивается под нее, помогает архитектору прийти к наиболее оптимальной для окружающей среды форме. [1]

Ярким примером этого служит музей Риверсайд в Глазго, открытый в 2011 году. Концепт музея появился из его окружения. Историческая связь Глазго и реки Клайд – это наследие шотландского народа. Музей расположен на слиянии рек Келвина и Клайда, и как бы направлен к городу, тем самым связывая природу и город. Так же немаловажным фактором в создании формы был учет силы ветра дующего с Атлантики, скорость которого может развиваться более 100 миль в час.

Музей имеет необычную изломанную форму в плане, как бы повторяющую изломы реки. Складчатая крыша подчеркивает изгибы здания, если смотреть на него с высоты, с земли же фасад музея напоминает волну. Для достижения желаемого внешнего вида фасад и облицовка крыши обладают такими же однородными, текущими характеристиками.



Рис. 1. Музей Риверсайд. Глазго

Дизайн музея подразумевал открытый интерьер, напоминающий тоннель и обеспечивающий легко изменяемое пространство для постоянно меняющихся выставок, поэтому внутренние колонны размещены вдоль наружных стен, для передачи веса крыши на фундамент. Торцевые стены Музея Риверсайд остеклены, позволяя естественному свету проникать в здание и создавать символическую связь между рекой Клайд и городом Глазго и поддерживая зубчатую форму крыши.

Благодаря своей кажущейся простоте здание остается неподвижным и стабильным, но форма которого воспринимается в постоянном движении, подобно рекам, на пересечении которых он построен.

Другой проект вдохновленный движением воды – театр оперы в Гуанджоу, построенный в 2010 году. По задумке Захи Хадид, внешний вид здания должен был полностью гармонизировать с урбанистическим пейзажем в сочетании с рекой Чжуцзян, протекающей неподалеку. Архитектор черпала вдохновение из геологии и топографии. В итоге фасады были выполнены в виде двух галек, между которыми бежит вода, и это же движение отображено так же в отдельных зонах внутреннего убранства. Фасады здания остеклены в сочетании с темно-серыми бетонными поверхностями, а интерьере доминирует белый цвет. Внутри с помощью «текучих» объемов создан искусственный ландшафт, подчеркивающий архитектурные особенности здания. Каждая деталь имеет свой смысл, к примеру, крупные «складки» стен основного зала олицетворяют изгибы кулис как границу между миром постановки и реальностью. [3]. Продолжая тему камней как биоаналогов, невозможно не упомянуть шоу-рум компании *Roca* в Лондоне.

Компания *Roca* занимается производством сантехники, поэтому задумка архитекторов заключается в том, чтобы напомнить посетителям о ценности пресной воды и подчеркнуть политику компании, выступающей за сбережение ресурсов. По очертаниям постройка выглядит как камень, в котором вода проточила отверстия. Поддерживая плавность фасада, вход в здание снабжен порталом текучей формы, которую подхватывают окна. Интерьер постройки выполнен в белых и серых цве-

тах, и в целом напоминает пещеру. Светильники и другие декоративные элементы выполнены в виде скопления капель. Так же Хаидид использовала в качестве биоаналогов морских обитателей. Рассмотрим два наиболее ярко выраженных объекта с данной тематикой. Первый, «Передвижной художественный павильон» в Париже. Постройка выполнена в форме сумочки *Chanel*, но при этом в ней ярко выражены очертания раковины. Морская тема поддерживается и интерьером здания – многие декоративные элементы напоминают водоросли, черно-белые цветовые решения интерьера и своды усиливают ощущение нахождения под водой. Выставочные помещения, закрученные вокруг центрального внутреннего двора, и терраса снаружи так же поддерживают форму раковины.

Второй объект – скандальный многофункциональный центр в Калифорнии. Когда Заха Хаидид представила генеральный план застройки калифорнийского пригорода Сакраменто, то на него обрушился шквал критики. Членам городского совета не пришелся по вкусу центр композиции – многофункциональный центр, так как он по форме своей напоминал странного моллюска, и подобную постройку члены совета у себя видеть не желали. По задумке в этот центр входят библиотека, театральная студия, отель, конференц-зал, спортивный зал и еще некоторые учреждения, связанные с социальной активностью. В данный момент разногласия относительно концепта разрешаются. [3]

Как у любого творца у Захи Хаидид было несколько этапов творчества, но в каждом находило отражение её любовь к природе. Из неё она черпала идеи, перерабатывала впечатления через свое видение архитектуры и создавала уникальные проекты, которые не нарушали гармонию окружающей среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Петра Грубер* – Биомиметика в архитектуре. 2011. С. 12-57
2. Журнал «SALON» 2004; 8(6); [<http://famous.totalarch.com/node/66>]
3. [<http://archplatforma.ru/?q=1&act=2&tgid=153&page=2&stchng=2>]

## ФУНКЦИЯ «РЕКОНСТРУКЦИЯ» ARCHICAD В ПРОЕКТЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ХОТЬКОВСКОГО МОНАСТЫРЯ

Несколько лет назад на Западе широкое распространение в архитектурно-строительном проектировании получила технология BIM (с англ. – building information modeling), или технология информационного моделирования зданий [1]. То есть данная технология позволяет создать модель здания из виртуальных аналогов реальных элементов зданий, обладающих различными физическими свойствами. При этом любые изменения автоматически отражаются во всех чертежах, генерируемых на основе модели. ARCHICAD является одной из программ основанной на BIM-системе.

Функция «Реконструкция» представляет собой набор фильтров. Она позволяет сделать быстрым процесс работы с монтируемыми/демонтируемыми конструкциями. До появления данной функции для подобной работы была необходимость использования элементов редактирования (изменение цвета/толщины/штриховки), элементами переноса и копирования. Ещё одним плюсом её использования является возможность быстрой и наглядной, всего за один клик, демонстрации планируемых изменений заказчику (рис. 1,2).



Рис. 1. Существующий вид объекта

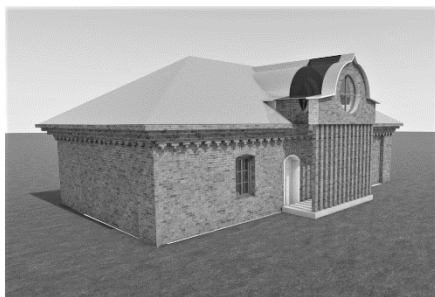






Рис. 2. Вид объекта, после предполагаемой реконструкции

Также фильтры могут быть использованы для создания 3D схем, в случаях когда проекции объекта дают недостаточно информации, или для удобства контактирования с другими специалистами.

Функцию можно применять в любом видовом окне, но в каждом она работает одинаково.



Каждому создаваемому элементу проекта по умолчанию присваивается статус «Существующий» , далее в панели реконструкции (рис. 3) он может быть изменён на «Демонтируемый»  или «Новый» . В процессе создания проекта может появиться необходимость, создания вспомогательных элементов, не относящихся к перечню элементов работы с реконструкцией. Для таких объектов предусмотрена функция закрепления на каком-то конкретном плане .

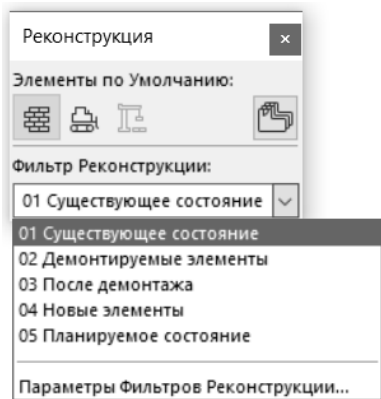


Рис. 3 Панель реконструкции

Отдельно следует отметить, что фильтры могут быть применены не только к объектам, относящимся к конструкции здания, но и к любому 2D объекту, например к тексту, к размерной линии и т.д.

Какой фильтр применяется в данный момент также можно увидеть и изменить в выпадающем списке в Панели Реконструкции. Изменения в этой настройке позволяют графически выделять, отображать или скрывать элементы с одним статусом. Таким образом можно генерировать, например «План обмеров», «План после реставрации» (рис. 4,5).

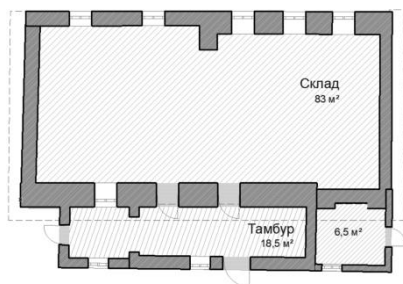


Рис. 4. Обмерный план



Рис. 5. План реконструкции

Параметры графической замены применяемые фильтром автоматически преднастроены, но их можно изменить в окне «Правила графической замены». Важно заметить, что если для элемента устанавливаются правила графической замены, никак не связанные со статусом реконструкции, то они имеют более высокий приоритет и элемент отображается согласно правилам отображения.

Также можно выделить процесс автоматизированного подсчета объема монтируемых и демонтируемых элементов. Для этого в интерактивном каталоге (Панель навигатора →Карта проекта →Каталоги →Выбрать нужный каталог) нужно добавить критерий «Статус реконструкции» и выбрать интересующий.

Одним из недостатков описываемой функции является невозможность добавления отдельного статуса реконструкции для слоя многослойной конструкции. Такая настройка может понадобиться например для того чтобы «утеплить» или «облицевать» существующую стену. На данный момент эту проблему можно решить двумя способами: 1. создать дублирующую «Стену» с нужными настройками; 2. присвоением параметров слою многослойной конструкции: стене «Ядро», утеплителю «Отделка» и последующей настройкой вида. Однако, первый способ не уместен для работы с большими рабочими документами, второй же не практичен в использовании, так как при его применении есть проблема с отображением элементов оформления (размерные линии) привязанных к ранее существующему объекту. Так же невозможно изменения толщины компонентов конструкции (изменение облицовки стены). Было бы гораздо удобнее, если в многослойной конструкции, наряду с типами «Ядро», «Отделка» и «Другой» был добавлен статус реконструкции.

Применение функции "Реконструкция" сокращает процесс работы с монтируемыми и демонтируемыми конструкциями не только в рамках времени, но и в качественном выполнении. Но она имеет некоторые недостатки, исправление которых может сделать ее удобнее.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Голдберг Э.* Для архитекторов Revit Architecture, 2009-2010.
2. Руководство пользователя «Справка ARCHICAD 21».
3. *Айгунян М.А.* Приоритеты графических программ в компьютерном проектировании // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования, 2012, № 4.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСТЕРЬЕРА ЗДАНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО БЕТОНА

Психологи считают, что душевный покой напрямую зависит от состояния окружающей среды. Современные города представляют собой однотипные высотные дома, серые улицы, однородные серые бетонные поля, обилие машин, по причине этого людей преследуют стресс и плохое настроение. Современное общество стремится к озеленению мест своего проживания. В середине 70-х годов XX века Западный мир дал начало новому архитектурному стилю – зеленая архитектура. Этот стиль стремится свести к минимуму негативное влияние строительства на природу.

Вертикальное озеленение – это составляющая зеленой архитектуры. Этот прием применяется не только в ландшафтном дизайне, но и при декорировании фасадов зданий. Для такого вида озеленения используются растения, прикрепляющиеся к опорам различными способами. Например, лианы, прикрепляющиеся к опоре с помощью воздушных корней – это девичий виноград пятилисточкойвый, гортензия ползучая, плющ обыкновенный. Действительно, здания, обрамленные вьющимися растениями, выглядят крайне привлекательно. Но здесь существует значительный недостаток – когда растения проникают в любые щели, они оказывают пагубное влияние на целостность стены, постепенно расширяя трещины.



Рис. 1. Вертикальное озеленение

В 2012 году специалисты из Технологического Политехнического Университета Каталонии под руководством Антонио Агуадо разработали альтернативный материал – биологический бетон – это вид бетона, в котором базис в виде портландцемента (смесь известняка и глины с гипсом) [1] заменяется на фосфат магния, а он при этом отлично вы-

полняет соединительную функцию. Также фосфат магния образует кислую среду, которая благоприятна для роста мхов, водорослей, лишайников и другой растительности с мелкой корневой системой.

Таким образом, этот состав является строительным материалом, и в то же время питательной средой для растений данного вертикального сада. Растительность активно развивается в течение года, чему способствует пористая и шероховатая поверхность биобетонных панелей. К тому же, растительный покров подвергается переменам, в результате чего происходит естественное обновление экстерьера архитектурного сооружения, на котором применяются данные панели.

При озеленении фасада биобетоном используют три слоя:

- первый, обращенный внутрь здания, водонепроницаемый, он обеспечивает изоляцию стен и защиту постройки от разрушения;
- второй слой пористый, он сдерживает влагу, которая необходима растениям;
- третий слой проводит воду внутрь и не пропускает ее обратно.

Отсюда следует, что сад самостоятельно обеспечивает себя водой и питанием, и не требует никакого вмешательства в процессе эксплуатации.

На рис. 2 представлен музей на набережной Бранли. Часть фасада этого музея – живая стена растительности, которую создал арт-садовник Патрик Бланк.



Рис. 2. Musée du quai Branly, Франция.

Панели из биологического бетона, монтирующиеся на фасад здания, выполняют не только декоративную функцию, создавая живописные картины из растительности, но и экологическую – помогают в борьбе по сокращению выбросов углекислого

газа в атмосферу, представляют собой теплоизолирующий и шумоизолирующий слой для здания, поглощают часть солнечной радиации. Разработчики намерены добиться ускорения обрастания фасада менее, чем за год. Вдобавок ведутся исследования по созданию технологий, при которых экстерьер фасадов изменял бы свой облик в зависимости от сезона. Большие перспективы открываются в использовании этого материала при реконструкции и реставрации зданий и сооружений. Доста-

точно простая и технологически не сложная мера позволит значительно улучшить качество экстерьера большого количества реконструируемых зданий и зданий с моральным износом архитектурного вида. Так, например, компания ESCOFET 1886 SA из Каталонии применила биологический бетон при строительстве нескольких зданиях, в том числе и Авиационного центра в Барселоне, Испания [2] (рис. 3).



Рис. 3. Авиационный центр в Барселоне, Испания.

а) До реконструкции, б) После реконструкции

Этот новый материал еще не дошел до российского рынка, мы пока по-прежнему используем только проверенные временем разновидности бетона. Но данная технология очень перспективна благодаря своей экологичности. Современный мир нуждается в использовании биобетона и материала, подобного ему, при оформлении, потому что здания, сооруженные из биобетона, могут десятилетиями не нуждаться в обновлении экстерьера. [3]

### БИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Крейго К.Д.* Как читать архитектуру. Интенсивный курс по архитектурным стилям. Изд. «РИПОЛ классик», 2011
2. Биологический бетон: как создать зеленую стену в экстерьере [Сетевой ресурс]. – URL: <https://archi.place/materials/biologicheskij-beton-kak-sozdat-zelenuyu-stenu-v-eksterere/> (дата обращения 27.02.2018)

## ОРГАНИЗАЦИЯ ДВОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА В ГОРОДАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Арктическая зона России - одна из приоритетных территорий для развития - источник полезных ископаемых, доступ к морям для использования морского транспорта, ловли рыбы, незастроенные территории; обширная государственная граница.

Различные факторы оказывают влияние на формирование среды обитания. Социально-экономические факторы определяются удалённостью от центров концентрации населения России, специализацией экономики на добыче ресурсов, демографической нестабильностью. Природно-климатические факторы: низкие температуры, вечная мерзлота, высокие скорости ветра и метели, малое количество солнечной радиации, низкое положение солнца. На Крайнем Севере исключена возможность активного подземного строительства, используются свайные фундаменты с проветриваемым подпольем; ограничено использование железобетона - строительство ведётся в сжатые сроки из сборных модульных элементов; высокая стоимость работ требует повышения плотности застройки, при этом необходимо обеспечение инсоляции квартир и дворовых пространств, защиты от ветра.

Промышленные моногорода состоят из предприятия и транспортных путей, вокруг которых располагается ткань жилой застройки, функция обслуживания развита слабо, во многих городах отсутствует ярко выраженный общественный центр.

Рассмотрим несколько принципиально разных из существующих на данный момент проектных предложений по организации дворовых пространств на Крайнем Севере (Рис.1).

1. Ральф Эрскин решил проблему обособленности зданий северных городов, создав «мегаструктуру», которая бы защищала внутреннее пространство от негативного климатического воздействия. Помещения и дворы раскрываются на юг - Эрскин использует террасы. (Рис.1.а,б). Идея реализована в проектах шведских посёлков Сваппавара и Кируна, 1960-е.

2. Яргина З.Н и Яргин С.В. в статье «О типовом проекте для новых городов Севера и Сибири», 2015, предлагают развивать многоэтажную застройку. При этом в связи с малым размером города, по их предложению, можно вынести природные рекреационные территории за его пределы, что уменьшило бы расстояния, которые жителям ежедневно приходится преодолевать пешком.

3. Одним из представителей северных городов-комплексов является г. Айхал, 1961г. Большие, открытые дворы, практически без объектов малой архитектурной формы, имеют простую ортогональную форму, защищены по периметру протяжёнными зданиями средней этажности, которые соединены галереями (Рис.1.в).

4. Существует и более дорогостоящая в исполнении концепция создания искусственного климата. От футуристических городов под куполом до вполне реализуемого перекрытия светопрозрачной конструкцией внутренних дворов. В этом случае человек, выходя на улицу, лишается возможности видеть открытое пространство на уровне глаз, сокращается доступ к прямым солнечным лучам(Рис.1.г).

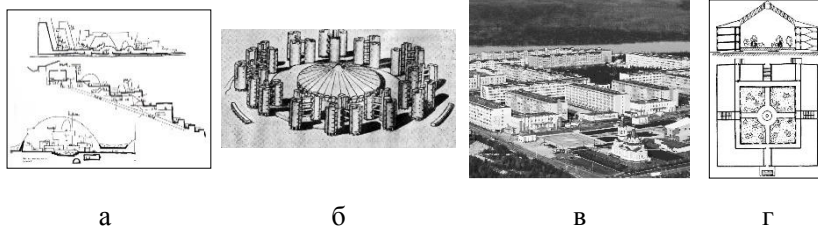


Рис. 1. Существующие проектные предложения  
а) Ральф Эрскин, городские секции и центры, концепция  
б) Фробишер-бей, арктическое побережье, проект, Канада  
в) Айхал, Якутия, панорама застройки  
г) А.К. Сидоров, зимние сады, проектное предложение

С учётом перспективы развития Севера предполагаем, что арктические города будут формироваться по городскому типу, системе районов и микрорайонов.

В современных северных городах застройка однообразна, существует проблема недостаточной связи внутреннего и внешнего пространства. При этом следует учитывать уменьшенный радиус пешеходной доступности (на 30%) объектов ежедневного обслуживания.

Решением в этой ситуации может стать совмещение в одном комплексе помещений для жилья и для повседневного и периодического обслуживания, смещение значительной части общественных и рекреационных пространств в помещения, на первый и второй ярус застройки, причём на плане они располагаться будут по периметру микрорайона и выходить фасадом на улицы. Доступ во второй ярус должен оставаться открытым. Маршрут человека внутри сможет максимально проходить через закрытые пространства второго яруса, в то время как на уровне улицы пространство останется прозрачным. Особое внимание следует уделить мерам обеспечения пожарной безопасности и свободному перемещению маломобильных групп населения.

В условиях Севера представляется возможным включение помещений школ и детских садов в нижние этажи жилых зданий. Они могут располагаться с южной стороны периметра микрорайона. Северная часть периметра может быть отведена под надземные парковки и склады, в другом варианте их можно располагать со стороны преобладающих ветров (Рис.2). Крыши одноуровневых парковок могут частично использоваться как открытые дворовые пространства при условии их инсоляции и защиты от ветра.

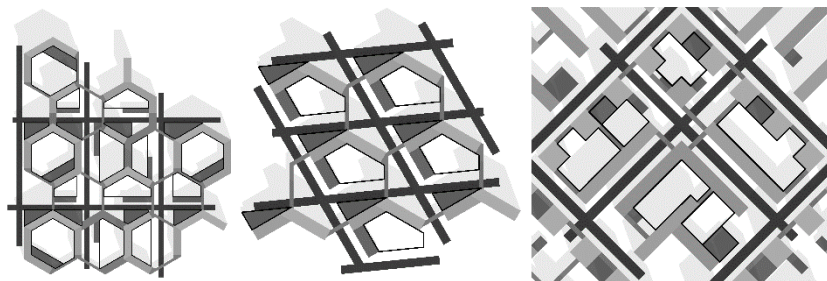


Рис. 2. Предлагаемые приёмы организации дворового пространства

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Изряднова О.И., Радыгин А.Д.* (ИЭПП), Экономические проблемы развития Севера России ( материалы к семинару СЕРРА 15-16 ноября 1999 г.)
2. *Велли Ю.Я., Докучаев В.В., Федоров Н.Ф.* Здания и сооружения на крайнем севере - Ленинград: Госстройиздат, 1963 - с.492
3. *Малоян Г.А.* Основы градостроительства / Учебное пособие: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004 - 120 с.
4. *Яргина З.Н., Яргин С.В.* О типовом проекте для новых городов Севера и Сибири/ «Молодой учёный» . № 2 (82) . Январь, 2015 г. С 238-239



## ИНТЕРЬЕР МИНИПРОСТРАНСТВА

Задача архитектуры - создание среды для жизни и деятельности человека, материальной организации пространства.

Освоение космоса человечеством положило начало новому направлению в архитектуре, а именно космической архитектуре- формированию жилой и рабочей среды в пространстве космического корабля, обеспечение физического и психологического комфорта во время пребывания в космосе.

Интерьеры настоящих рабочих отсеков, представляющих собой цилиндр – трубу, не похожи на футуристические интерьеры, придуманные художниками в кино.

Спроектированный Галиной Балашовой – основоположником космической советской архитектуры - интерьер орбитального бытового отсека корабля «Союз» был утвержден С. П. Королевым в 1964 году. Отсек был рассчитан на 2-3 человек. Верх и низ в условиях невесомости Галина Балашова придумала обозначать тонами — чем выше, тем светлее[1]. Покрытие пола сделала зелёным — под цвет травы. В интерьере бытового отсека корабля «Союз-19» придумала откидной столик в «серванте», оформленный голубой ворсовой тканью и снабжённый резинками для фиксации разных вещей, а по бокам — откидные сиденья. Цветовая гамма декоративной отделки «подстраивалась» для телесъёмки: красный цвет на экране выглядел чёрным, а зелёный так и оставался зелёным, поэтому пол и «диван» были зелёными (рис.1,2).

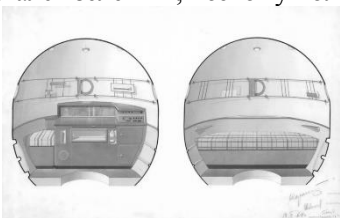


Рис. 1. Дизайн интерьера орбитального модуля КК «Союз» .

Рис. 2. Эскиз интерьера космической станции «Мир» с цветовым делением «пола», «стен» и «потолка» (1980 г.).

В 21-ом веке с его высокотехнологическими возможностями интерес к освоению космического пространства только возрастает. Количество людей на космических станциях будет только увеличиваться, меняется размер космических объектов, потребуются дифференциация внутрен-

них помещений: выделяются спальные места, кухня, санитарные узлы, рабочие и вспомогательные помещения[2].

Предметно-пространственная среда в «орбитальных» условиях сильно отличается от «земной» среды. В условиях длительного космического полёта внутренняя среда корабля должна характеризоваться особыми свойствами. А именно: морфологическая изменчивость (универсальность и компактность), обеспечение возможности поливекторной ориентации в пространстве (положение в пространстве), соответствия, как естественным функциям восприятия среды, так и приобретенным в процессе адаптации к условиям невесомости.

Дизайн-проект концептуального решения для интерьера Научно-энергетического модуля (НЭМ) МКС, выполненный А. Емельяновой и К. Панкратовым, демонстрирует соответствующий подход.

В проекте предложено цветовое решение интерьера обитаемого объема модуля в светлых тонах, при этом: верхняя и нижняя поверхности (потолок, пол) темнее стен. Такое решение, структурирует пространство, обеспечивая восприятие верха и низа в разных положениях космонавта в пространстве. Светильники располагаются вдоль отсека на панелях, по граням, соединяющим «стены» и «потолок». Дополнительно, для визуального определения космонавтом своего положения в среде, на торцевых стенах отсека располагается четыре контрастных по цвету световых маркера. Внутреннюю поверхность стен предлагается сделать подвижной. Возможно различное исполнение – это могут быть сдвигающиеся поверхности (рольставни или шторы). В нерабочем состоянии оперативное оборудование скрыто за лицевой поверхностью. Сворачивание роллет открывает доступ к рабочему оборудованию (рис.3,4).

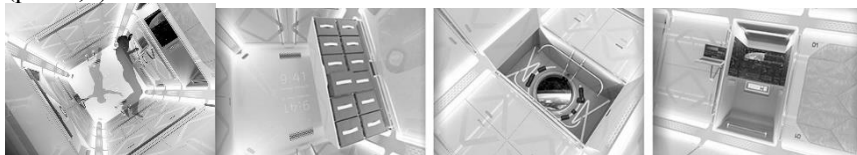


Рис. 3. Освещение интерьера модуля

Рис. 4. Решение рабочих зон: зона хранения грузов и оборудования, зона визуального наблюдения, пост управления

Так же было предложено на рамах и панелях интерьера модуля установить средства фиксации космонавта и предметов (поручни, резиновые фиксаторы) [3] Как правило, космонавты размещают на панелях различное оборудование для обеспечения оперативных работ (ноутбуки, фотокамеры и т.п.). Постоянное присутствие оборудования значительно уменьшает рабочее пространство помещения и создает тот визу-

альный хаос предметной среды, который становится специфическим фоном продолжительного пребывания человека на борту орбитальной станции. Поверхности интерьера светлого тона служат рассеивающим экраном, на который проецируется свет от источников, расположенных вдоль модуля на угловых панелях. Свет как бы скользит по поверхности стен. «Днём» доминирует общий теплый свет, «ночью» используется локальное дежурное освещение, включая подсветку поручней.

Предлагается возместить сложность поливекторного восприятия простотой, а, для профилактики сенсорной депривации («лишение чувств»), использовать дополнительные проекционные средства для отображения разнообразных визуальных картин и образов (Рис.5).

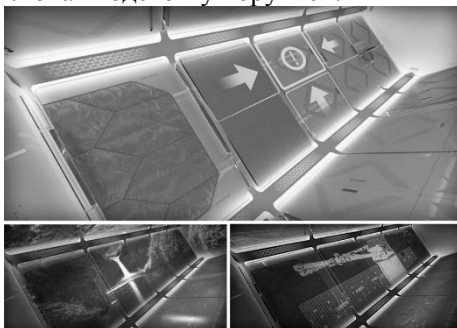


Рис.5. Варианты использования поверхности интерьера в качестве сенсорных панелей модуля.

Формирование пространства жизнедеятельности подчиняется принципам: создание единой, при этом трансформируемой, поверхности для размещения оборудования, компактность, цветовая маркировка верх-низа, дня-ночи, поручней, оборудования, «световой» каркас, выявляющий предметы и направление движения.

Процесс создания комфортной среды для продолжительного космического полета становится не привычным «следованием по пути сложившихся обстоятельств», а обретает собственное принципиальное направление и возможность активного формирования нового подхода в проектировании космических станций.

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

За последние десятилетия человечество активно развивается в разных направлениях своей деятельности. Были сделаны серьезные шаги в развитии науки и техники, в том числе сферы строительства. К таким изменениям относятся появление передовых строительных материалов; разработка новых строительных методов; совершенствование, развитие и распространение уже существующих строительных технологий, таких, как, например, возведение искусственных территорий.

С каждым годом число искусственно созданных земельных участков растёт. За рубежом и в России разрабатываются и реализуются многочисленные проекты по строительству таких территорий. Искусственный остров (территория, земля) – это, прежде всего, стационарное гидротехническое сооружение на открытой акватории, построенное из донных и береговых грунтов, естественного и искусственного льда, обломков скал, камня и т.п. [5]. Выделяют различные виды островов по их назначению, использованного строительного материала и технологии, по которой данный остров построен. История создания искусственных островов насчитывает не одно столетие. Основателями принято считать голландцев. Более 700 лет назад на территории современных Нидерландов отдельные участки суши ежедневно 2 раза полностью уходили под воду, и первыми, кто решился противостоять морской стихии, стали монахи. На песчаных отмелях, которые во время приливов оставались сухими, они начали строить дамбы кольцевой формы, у подножия которых море стало выбрасывать новый строительный материал. Вокруг дамб возникали новые отмели и их тоже обносили насыпью. В наши дни по ним проложены дороги, которые возвышаются над остальным ландшафтом. В районе Алкмара возникли первые «польдеры». «Польдер» - участок земли, обнесённый дамбами, который когда-то был или морским дном или болотом ниже уровня моря. Зародившись и прижившись, технология по осушению и окультуриванию бывших морских территорий постепенно развивалась, при том что основа не изменилась. По такому принципу на территории Нидерландов вот уже несколько столетий осушают морские территории [1]. Первым же искусственным островом является остров Деджима, созданный в 1634 году в Японии. Строительство острова было обусловлено необходимостью создания морского порта для голландских торговых судов

[6]. Растущая популярность такой ресурсозатратной, трудоёмкой и дорогостоящей технологии строительства объясняется рядом причин [3].

1) Необходимость в дополнительных участках суши и риск затопления уже освоенных территорий, как, например, в Сингапуре, практически со всех сторон окруженного морем, испытывающего нужду в новых землях. В борьбе с морем Сингапур уже удалось отвоевать примерно 100 км<sup>2</sup>. Теперь государство-карлик вместо 600 занимает 700 км<sup>2</sup>. Целиком намыта территория парка East Coast (Восточный берег). На искусственных насыпях также были построены районы Мэрин, Хантер-Поинт и большая часть Эмбаркадеро американского Сан-Франциско.

2) Вывод на намытые (или искусственные) острова предприятий, фабрик, аэропортов, которые, находясь вблизи жилых районов, могут нанести вред здоровью людей. Ярким примером является Гонконг, где с 1990 г. ведутся работы по намыванию земель, например массив суши в 302га, соединяющий острова Сянган и Цзюлун, на котором расположен аэропорт Чеклапкок. Кроме того, там осушаются территории для строительства терминалов, городских дорог и мостовых переходов. В Японии создано 7 искусственных островов, самым крупным их которых является Одайба. Другой остров – Юэносима – был построен под металлургический комбинат. Осакий международный аэропорт также стоит на искусственной земле для отведения аэропорта от населенных мест.

3) Расширение туристического потенциала. ОАЭ – бесспорный лидер по количеству намытых островов. В Дубае в считанные десятилетия посреди прибрежной пустыни вырос ультрасовременный мегаполис. Освоив пустыню, дубайцы бросили вызов морской стихии. То, что сейчас представляют из себя архипелаги «Мир» и «Вселенная», а также «Пальмовые острова» – результат сложной и ресурсозатратной работы. Острова возводятся намывным способом – выкачиванием песка со дна Персидского залива. Пальма Дейра станет не только самым большим, но и самым густонаселенным искусственным островом в мире – его население по предварительным подсчетам составит 1 млн. человек.

Помимо перечисленных стран, проекты по созданию искусственных территорий существуют в России, Канаде, Дании, Катаре и др.

Но намывание территорий имеет ряд негативных сторон:

1) изменение экологической обстановки в зоне осушенной территории. Например, строительство Волжской ГЭС вызвало изменения берегов р. Волги, средней температуры, что повлияло на местную флору и фауну. А серьёзные изменения климата могут повлечь непоправимые последствия.

2) высокая стоимость строительства. Недешёвыми являются не только расходные материалы, но и труд людей, которые работают над созданием и реализацией таких проектов.

Стоит отметить, что современные передовые технологии и значительный прогресс науки позволяют сооружать искусственные острова с минимальным ущербом для окружающей среды – габионный метод, шестироидный метод [4], технология Geotube, строительство с применением габионов [2]. Поэтому год за годом риск нанести вред природе всё снижается. Именно развитие науки и техники сделало строительство искусственных территорий столь популярным в наше время. Ведь то, что научился создавать человек, поистине невероятно.

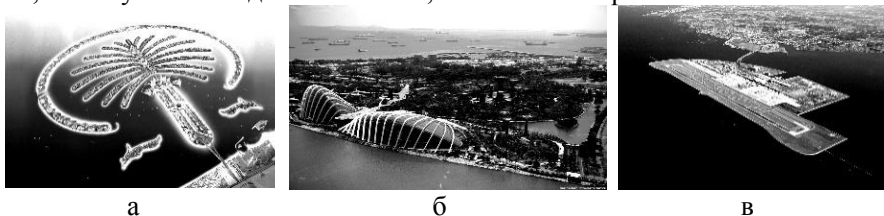


Рис.1 Примеры проектов искусственных островов. а) Пальма Дейра в Дубае. б) Искусственный остров в Сингапуре. в) Международный Осакий аэропорт в Японии

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бондарев Л.Г.* Суша, отвоеванная у моря // М.. Издательство «Мысль», 1979
2. *Семенов Д.А., Калошина С.В.* Инновационные технологии строительства искусственных островов // Вестник Пермского национально-исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 4. – С. 80–92. DOI: 10.15593/2224-9826/2016.4.08
3. *Силкина Е.Е., Улицкая Н.Ю., Акимова М.С.* Создание искусственных островов в России и за рубежом // СтройМного, 2017. № 2 (7).
4. *Восконьян В.Г.* Строительство искусственного острова // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 8. – С. 84–86.

## ПРОБЛЕМА «СВЕТОВОГО ГОЛОДА» В АЗ РФ

Солнечный свет — основа жизни на Земле. Под воздействием солнечного излучения, а именно ультрафиолетового, в организме человека синтезируется серотонин – гормон счастья, гормон активности.

Инсоляция — характеристика солнечного освещения поверхности. Архитектурными средствами достигается оптимальный баланс освещенности. Его нормируемое количество увеличивается с повышением широты. Уменьшение величины солнечной радиации отрицательно влияет на физическое состояние людей, повышая усталость, вызывает авитаминоз и уменьшает сопротивление иммунитета простудным и инфекционным заболеваниям [1]. В связи с этим возникает, так называемый, «световой голод».

Наиболее серьезное влияние на жителей Крайнего Севера и Заполярья оказывает световое голодание. Арктический пояс занимает полярные области Земли, где температура весь год не поднимается выше 0°. Низкий угол направления падения солнечных лучей в высоких широтах не позволяет прогреть Землю. Расширяющийся эффект альбедо пока влияет на сокращение ледяных полей Северного Ледовитого океана. Ситуация отягощена преимущественной пасмурностью в течение всего года.

Огромную роль в архитектурно-планировочном решении города играет природно-климатические условия. Суровость зимы, в особенности в заполярных районах, усугубляется затяжным темным периодом [2]. Уже на широте 69° (Мурманск) полярная ночь длится 52 дня. 12-23% общего числа дней приходится работать при искусственном освещении.

Современные условия создания искусственного света не заменяют солнечный. Уровни искусственной освещенности значительно ниже оптимальных. Спектральный состав излучения искусственных источников света беден. Широко распространенным люминесцентным газоразрядным лампам присуще искажение цвета освещаемых предметов, содержание ртути повышает требования к утилизации, мерцание. Но высокая светоодача, рассеянность света, длительность применения делают их популярными. Лампы накаливания (далее ЛН) обладают спектром излучения с большим процентом жёлтого и красного цветов. Фиолетовый и синий в меньшинстве. С точки зрения психофизиологии их излучение приятнее, так как оно более тёплое. По параметру воздействия на психику ЛЛ в данном сравнении явно проигрывают. Излучение ЛН

воспринимаются глазом как освещение естественное, приятное для зрения, но низкая энергоэффективность ЛН сокращает их использование.

При создании искусственной световой среды нужно сохранить баланс рациональности – максимальной освещенности при оптимальных затратах – и гигиеничности. Источники искусственного света не должны причинять дискомфорт – слепить, гудеть, раздражать – и быть безопасными [3].

Классификация искусственных источников невелика – различают общее освещение, местное и комбинированное. Система аварийного освещения используется в специальных и необходимых случаях и также устанавливается.

Способы освещения объектов: *общее* (равномерное или локализованное) заливающее освещение фасадов (прожекторы, только чтобы они не слепили); *локальное или местное* освещение (небольшие встроенные светильники); *свет сквозь стекло* фасада; *«световая графика»* (контурное освещение или группировка светильников); *рекламно-информационные* установки (установки световой рекламы, информации и сигнализации, витрины); *знаки сигнализации* движения, система визуальных коммуникаций. Особую популярность приобретает «световая живопись», часто представляется на специальных фестивалях света.

Ограниченность энергоресурсов не позволяет широко применять в Заполярье все названные средства, но технологические изобретения раскрывают новые возможности перед архитекторами и дизайнерами.

Некоторые, казалось бы, футуристические проекты реализованы. В Торонто установлены фокусирующие солнечный свет зеркала - гелиостаты. Уникальная система световодов и рассеивателей доставляет его потребителю.

Природа компенсирует человеку отсутствие солнца в высоких широтах уникальными световыми явлениями – солнечный ветер в газовой среде атмосферы создает удивительные эффекты. *Полярное сияние (aurora polaris), столбы света и даже сумерки*, длящиеся неделями, создают особые условия среды обитания. Но красота природы не прибавляет света. Для создания благоприятной среды обитания надо воспользоваться способностью света (в данном случае искусственного) проходить сквозь прозрачные вещества и тела [4].

*Светопрозрачный* бетон невероятно дорог, но некоторые стены общественно значимых зданий можно создавать прозрачными и оживлять полярную ночь

Внутри зданий можно использовать *биолюминисцентные* растения и светильники, созданные на их основе. Для архитекторов и дизайнеров *фитобиореакторы* предоставляют большой простор фантазии: от «плантаций» цветов в виде перегородок до световых колонн. То, что в



умеренном климате будет считаться излишеством, за полярным кругом будет иметь значительный психологический и эстетический эффект.

И если вышеназванные решения применимы в условиях городов, то следующий способ, возможно применять и в сельских районах и вахтовых поселках.

*Радиолюминисцентное* покрытие элементов благоустройства может подчеркнуть силуэты зданий – если можно покрыть таким составом циферблат часов, то можно и контуры стойки мачт освещения, дверей, окон, перил, дверных ручек и т.д.

Совместная работа светотехников и архитекторов может способствовать развитию нового направления в архитектуре – полярной архитектуры. Только в нашей стране за полярным кругом проживает более 2 млн. человек, среда обитания которых сурова, необычна и прекрасна.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фёдоров Н.В., Докучаев В.В., Велли Ю.Я.* Здания и Сооружения на Крайнем Севере. -М.:Госстройиздат, 1963. – 492с.

2. *Ю.Д. Губенский, В.К. Лицкевич.* Жилище для человека. – М. Стройиздат, 1991. – 288с.

3. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс]. – Режим

па: [https://znaytovar.ru/gost/2/SNiP\\_230595\\_Estestvennoe\\_i\\_isk.html](https://znaytovar.ru/gost/2/SNiP_230595_Estestvennoe_i_isk.html)

4. [Электронный ресурс]. – Режим

па: <http://fb.ru/article/296997/estestvennyie-istochniki-sveta-primeryi-kakie-istochniki-sveta-yavlyayutsya-estestvennyimi>

## СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Студентка 3 курса 40 группы ИСА Азупова В.В.*

*Студент 5 курса 26 группы ИСА Родионовский А.Н.*

*Научные руководители — ст.пр. Сорокоумова Т.В., доц., канд. арх.*

*Попов А.В.*

### ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ СТАНДАРТА HQE

«Зеленая» архитектура – подход к формированию среды, сертифицированный международными и национальными стандартами. Он включает в себя ряд процессов, связанных с минимизацией воздействия на естественное природное окружение и на здоровье человека, которые регламентируются «зелеными» стандартами. В основном для оценки используют – BREEAM, LEED, HQE, DGNB.

Haute Qualité Environnementale (HQE) - французский «зеленый» стандарт высокого качества окружающей среды, единственная международная система сертификации, регламентирующая градостроительные процессы.

Стандарт контролируется Ассоциацией по высокому качеству окружающей среды (*Association pour la Haute Qualité Environnementale (ASSOHQE)*). HQE состоит в альянсе с GBC France и органом по сертификации проектов городского планирования «Certivéa», выполняя работы по стандартизации на уровне ISO.



**Стандарт определяет критерии по следующим градостроительным вопросам:**

- Управление воздействием на окружающую среду
- Гармоничное взаимодействие между зданиями и окружающей средой
- Грамотное территориальное планирование и межевание территорий
- Устойчивое развитие территории городской среды
- Минимизация причиняемых неудобств, вызванных строящимся объектом
- Минимизация водо- и энергозатрат на городском уровне
- Создание и сохранение визуальной привлекательности города
- Гигиена и чистота внутреннего пространства

На сегодняшний день, HQE – единственный стандарт, который поддерживает все выделенные принципы формирования рекреационной среды:

1. Целостность, единство
2. Динамичность, пластичность и интенсивность
3. Нормативность, оценочность
4. Уникальность, контекстуальность, альтернативность
5. Ресурсность, экологичность и природосохранность

	<p><b>PIAMONTE - RESERVA DE MADRID (Колумбия, 2016 г.)</b> Проект находится на этапе строительства, претендует на оценку Excellent (отлично). На территории предусмотрены вертикальные сады и зеленые коридоры. Все виды растений подобраны таким образом, чтобы нейтрализовать негативное воздействие от антропогенов. Площадь: 3,5 га</p>
	<p><b>Sindibad beach resort (Марокко, г. Касабланка 2017г.)</b> Проект находится на этапе строительства, претендует на оценку Exceptional (уникальный). Концепция проекта опирается на идею целостности и самодостаточности среды: сохранение зеленого оазиса в городском пространстве. Общая площадь: 60 га</p>
	<p><b>Taghazout Bay Resort (Марокко, г. Тагазут)</b> Идея проекта – обеспечение многофункциональной высококачественной зоны отдыха (гольф-отель). Уникальность заключается в создании полностью пешеходного пространства, в котором интегрируются экотехнологии проектирования и строительства. Общая площадь: 615 га</p>

	<p><b>Saidia New Touristic Station (Марокко, г.Сайдия)</b> Основными принципами проекта являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• восстановление загрязненной природной среды;</li> <li>• создание эко-среды для притяжения туристов и горожан;</li> <li>• повышение уровня социально-экономического развития города.</li> </ul> <p>Общая площадь: 716 га</p>
	<p><b>Raizet's Gerontological Hospital Center (Франция, ок. Пуэнт-а-Питр)</b> Сертифицирован в 2008 г. NF HQE, Healthcare. Основная идея проекта - создание комфортной домашней среды для пациентов и обеспечение конфиденциальности. Геронтологический центр расположен в живописном месте в экологически чистой пригородной зоне, где природа благотворно влияет на здоровье пожилого населения.</p> <p>Общая площадь: 19 га</p>

В России, в феврале 2010 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии зарегистрирована первая российская национальная Система добровольной сертификации объектов недвижимости – «зеленые стандарты». В 2012 году вступил в силу первый в России национальный «зеленый» стандарт – ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». [5] Данный стандарт положил начало созданию в России системы обеспечения экологической безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов недвижимости. Передовые страны уже имеют успешный опыт внедрения и осуществления мер по стимулированию экологического строительства. Этот опыт, с поправкой на национальное законодательство и практику, может быть с успехом использован и в России [6]. Зарубежный опыт показывает наиболее эффективное использование экологического анализа в сфере строительства. При внедрении комплекса мероприятий на различных уровнях регулирования строительного процесса достигается оптимизация государственных целей в области энергоэффективности, модернизация

нормативно-правовой базы, финансирование и внедрение добровольных экологических стандартов строительства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р ИСО 14001-2007. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды"

2. *Родионовская И. С., Желнакова Л. В.* Значимость озеленения жилой среды для социально опекаемых людей//Жилищное строительство. -2014. -№ 4. -С. 44.

3. *Бызова. Д.О., Янова Р.Ю., Сорокоумова Т.В.* Проблемы внедрения зеленых стандартов . – 2017

4. Агупова В.В., Акимова А.Н., Сорокоумова Т.В. Методы применяемые для создания экосреды на территории российской федерации. -2017

5. ГОСТ Р 54694–2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. – Введ. 2012-08-30. – М. : Стандартиформ, 2012. – 36 с.

6. *Сотникова, К.Н.* Экспертная система принятия решений для реконструкции зданий с учетом принципов «зеленого строительства» /К.Н. Сотникова, Н.В. Колосова, А.П. Толмачев // Науч. журн. Инженер.системы и сооружения. – 2012. – № 1. – С. 98–105.

7. *Сорокоумова Т.В.* Зеленые здания для детской рекреации//Строительство-формирование среды жизнедеятельности : сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (22-24 апреля 2015 г., Москва)/М-во образования и науки РФ, Моск. гос. строит. ун-т. -Электрон. дан. и прогр. (38,5 Мб). - Москва: МГСУ, 2015. -С.139-142.

*Студентка 3 курса 40 группы ИСА Балмашинова М.А.  
Студентка 2 курса 42 группы ИСА Замаховская С.А  
Научный руководитель - доц., канд. арх. Попов А.В.*

## СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ КАК СРЕДСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА ДВОРА В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГОРОДА

Атриумное пространство занимает важное место в структуре общественного или делового центра. Оно характеризуется ярким обликом и крупным масштабом. Современное атриумное пространство должно соответствовать актуальному имиджу здания, способствовать привлечению посетителей.

Организация атриумного пространства очень важна в условиях затесненной городской застройки которая нуждается в расширении функционального разнообразия. В настоящее время актуальной задачей является разработка принципиальных решений, направленных на взаимодействие атриума и городских пространств. Атриум рассматривается как ключевой связующий элемент среды, выполняющий коммуникативную функцию. Это объект, который способен объединить части и формировать особую предметно-пространственную среду. Атриумные пространства могут стать многопрофильными элементами города, объединяющими одно смысловое и функциональное пространство.

Размещение атриумного пространства в городской среде зависит от градостроительных факторов. Например: местоположение и размер участка строительства. Атриум – это своего рода коммуникационно-рекреационное пространство.

В настоящее время мы можем увидеть множество примеров атриумного пространства в строительстве.

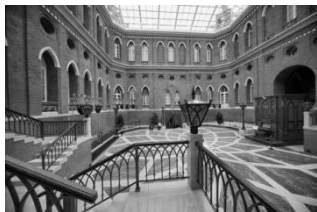


рис. 1



рис. 2



рис. 3

1. Кухонный корпус (хлебный дом) входит в комплекс застройки Царицынского дворцово-паркового ансамбля. (рис. 1)

Это самое большое сооружение русского архитектора из сохранившихся в Москве. Название «Хлебный дом» восходит к XX

веку и закрепилось благодаря декоративным элементам на фасадах здания.

2. Атриум с ажурными перекрытиями и стеклянной крышей – галерея Аллена Ламберта в Торонто – творение знаменитого испанского архитектора и скульптора Сантьяго Калатравы (рис. 2).

3. Галерея Виктора Эммануила II имеет форму латинского креста с восьмиугольным центром, украшенным мозаиками (рис. 3).

Идея атриума является одной из древних и ведет свою историю со времен Месопотамии, где в XII веке до н.э. возникли первые жилые здания с центральными внутренними дворами. Между V и II веками до н.э. на территории Древней Греции появляются первые атриии – открытые внутренние дворики, окруженные колоннами и сообщавшиеся с жилыми пространствами (рис.4). Классическая концепция атриума сложилась в архитектуре римлян в III веке до н.э. Атриум представлял собой центральную часть жилого дома с проемом в крыше прямоугольной формы, вокруг которого формировалась композиция жилища. Расположенный у главного входа в здание атриум окружали помещения преимущественно общественного назначения – торговые лавки, мастерские, главная гостиная (рис.5). Со временем атриумные пространства дошли и до Урала, где нашли свое отражение в уральском народном жилище. На Урале атриумом являлся внутренний дворик, который отделял жилую часть от хозяйственной. Двор мог быть как открытым, так и крытым (рис.6). В настоящее время в коттедже атриум стали включать в объем здания. Он может служить главным элементом композиции, образуя большое двухсветное пространство и объединяющий многочисленные жилые и подсобные помещения. Это дает возможность решить освещение больших комнат, улучшить их инсоляцию. Примером может служить проект жилого дома в лучших традициях «конструктивизма» (рис.7).



Рис.4 Древняя Греция

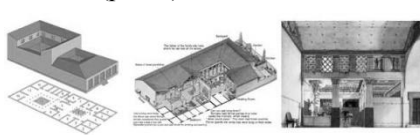


Рис.5 Рим



Рис.6 Урал



Рис.7 Проект жилого дома

Атриумное пространство в городской среде должно способствовать коммуникации между людьми и, соответственно, быть максимально комфортным для пребывания в нем. Это своего рода общественный центр, в котором концентрируется комплекс коммуникативных функций и социальных услуг.

Для покрытия атриумов традиционно используются светопрозрачные материалы. Данные материалы, помимо обеспечения естественного освещения, должны также защищать помещения от внешних воздействий. Для покрытий атриумов, кроме стекол или стеклопакетов, применяются также и различные полимерные материалы. Как ограждающая конструкция, покрытие подвергается воздействиям целого ряда факторов, тесно связанных с процессами, происходящими как вне здания, так и внутри него. Например: атмосферные осадки; ветер; солнечная радиация; температура, водяной пар, содержащийся во внутреннем воздухе здания; химически агрессивные вещества, содержащиеся в воздухе; жизнедеятельность насекомых и микроорганизмов; механические нагрузки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Родионовская И.С., Попов А.В.* Архитектурная оптимизация среды долговременного жилища при вузах // Жилищное строительство. 2014. №1-2, С. 52-57.
2. *Сорокоумова Т.В., Акимова А.Н.* Влияние урбосреды на общее состояние здоровья человека//Строительство - формирование среды жизнедеятельности: сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27-29 апреля 2016 г., Москва)/М-во образования и науки РФ, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. -Электрон. дан. и прогр. (46,6 Мб). -М.: НИУ МГСУ, 2016. -С.178-180.



## ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ УМНОГО ГОРОДА

Развитие технологий не стоит на месте, за последние десять лет человечество вступило на порог нового информационного общества. В связи с этим города переживают глобальную трансформацию. Информационное развитие технологий требует создания адаптационной инфраструктуры городской среды. На сегодняшний день развитие передовых технологий идет на несколько шагов впереди развития инфраструктуры города. Технологии должны стать базой для создания и развития инновационных городов и органично интегрироваться в существующее положение городов. Решить эти задачи можно благодаря концепции комплексного подхода “Умный город”. В данной работе мы постараемся выявить принципы формирования “умного города”. “Умный город” – это город, обладающий высоким качеством жизни; город, стремящийся к экономическому развитию через вклады в социальные ресурсы, а также в традиционную и современную инфраструктуру связи, управление природными ресурсами которого осуществляется посредством политики участия[3]. Развитие концепции “умных городов” в России не имеет широкого распространения, так как из-за ряда экономических и социальных причин общество не заинтересовано в таких объектах. В рамках развития данной отрасли на территории Татарстана было запущено строительство “умного города” Иннополис. Он является самым молодым и одним из немногих построенных с нуля городов постсоветской России. Цель инновационной экономики Иннополиса - создание ИТ-столицы России. Особая экономическая зона является неотъемлемым элементом инвестиционной привлекательности города и создает для резидентов наиболее благоприятные условия для успешного ведения бизнеса и эффективного развития их проектов. Инфраструктура исследуемого объекта включает в себя инновационные технологии: альтернативное энергообеспечение, создание транспортной сети без участия моторизованного транспорта, системы видеонаблюдения, контроля качества воздуха и др. Разработал мастер-плана Иннополиса Лиу Тай Кер, генеральный планировщик департамента по перепланировке Сингапура [1]. Кварталы города озеленены на 50%. Непрерывные зелёные «коридоры» созданы для прогулок жителей, свободной миграции животных [2]. Подземное пространство рационально используется для устройства складов, гаражей, стоянок, аккумуляторов тепловой энергии. Используется

только малоэтажная высокоплотная застройка с энергосберегающими и энергоактивными зданиями, форма которых наиболее приспособлена для применения солнечной и ветровой энергии и энергосбережения. В то же время город плохо приспособлен для МГН, имеет скудность малых архитектурных форм и плохое проектирование общественных зон. Детские площадки внутри кварталов ничем не отличаются от типовых площадок в России.



Рис 1. Мастер-план

На территории города действует общественный электротранспорт, также работают 3 зарядки для электромобилей. Зарядить транспорт можно бесплатно. Но к сожалению, проект каршеринга не удалось внедрить. В Иннополисе поощряют пешеходное движение и велотранспорт. Для велосипедистов устроены сети велодорожек и стоянок, но отсутствуют закрытые велостоянки, и велодорожки не обособлены от других дорог. Рабочие пешеходные потоки пересекаются с зонами рекреации. Все жилые дома оборудованы подземными парковками, на каждую квартиру предусмотрено одно парковочное место. В Иннополисе внедрены две экспериментальные сети: проект NB-IoT (Narrow-Band Internet of Things) и технология передачи данных LoRaWAN (Long Range wide-area networks). Проект используется для работы городских сервисов: автоматизированно собирает данные приборов учета ЖКУ, управляет системами безопасности и мониторинга окружающей среды, организывает парковочные пространства, управляет уличным освещением, организывает безопасное дорожное движение. В Иннополисе большую роль играют боты - важный коммуникационный проект, который является опытным и проверяется на жителях и гостях города. В городе достаточно иметь Telegram, чтобы быть в курсе последних новостей, связаться с мэром, записаться к врачу, отследить местоположение городского транспорта или задать любой интересующий вопрос. Круглосуточный консьерж-сервис для жителей города на русском и английском языках - это единая городская система, в которой можно заказать такси, узнать расписание автобусов, вызвать сантехника, оформить документы. Сейчас разрабатываются новые механизмы связи с жителями, например сервис по созданию и

обсуждению городских инициатив myinnopolis.ru. Основное население (60% жителей) города - специалисты в сфере информационных технологий. Интеллектуальное ядро нового города - Университет Иннополис, где преподают ведущие российские и иностранные специалисты в сферах ИТ и робототехники. Сразу после выпуска студенты начинают работать в компаниях-резидентах Иннополиса. Для формирования личности ребенка в городе реализованы современные детский сад, школа и лицей, где помимо обучения на русском и английском языках существуют различные кружки, способствующие многогранному развитию. Проанализировав концепцию города Иннополис, мы можем выделить основные принципы формирования “умного города”:

- Инновационная экономика: инновации в отраслях, кластерах, районах города; кадровая база знаний: образование и занятость; создание компаний, интенсивно использующих знания.

- Городская инфраструктура: транспорт; энергия, коммунальные услуги; защита окружающей среды, безопасность; Iot (интернет вещей).

- Социальный ресурс: административная служба гражданина; совместная и прямая демократия; обслуживание жителей; открытое правительство; политика участия.

- Человеческий ресурс: образование; наукоемкие профессии; творческая деятельность; развитие личности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Journal of Urban Technology, February 2015 “Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives”

2. *Родионовская И.С., Попов А.В.* Архитектурная оптимизация среды долговременного жилища при вузах // Жилищное строительство. 2014. №1-2, С. 52-57.

3. *Popov A.V.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures // Advanced Materials Research (Volumes 869 - 870). ISSN: 1662-8985. 2014. - Switzerland : Trans Tech Publications, - P. 162-166.

*Студент 3 курса 40 группы ИСА Грибова Е.Е.  
Научные руководители - доц., канд. арх. Попов А.В., ст.пр.  
Сорокоумова Т.В.*

## ТРАНСФОРМИРУЕМЫЙ КОМПАКТНЫЙ ГОРОД С НИЗКИМИ СРЕДНЕГОДОВЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ

Градостроительное планирование в настоящее время претерпевает изменения из-за необходимости преобразования и совершенствования старых городов согласно требованиям современности. На сегодняшний день наблюдается повсеместное использование такой градостроительной концепции, как «компактный город». Некоторые современные города включили концепцию «компактного города» в документы стратегического планирования, в блоки экономического обоснования выработанных проектировочных решений. [3]. Первоначальный смысл этого термина, который раскрыт в данном исследовании, ввели в 1973 году Данциг Джордж и Саати Томас: «Физически Компактный город можно представить себе как трехмерную органическую структуру, спроектированную так, чтобы жизнь в ней была удобной на всех стадиях ее развития»[1]. Они характеризуют компактный город, как трансформируемую бесперебойно работающую систему. Именно тема трансформируемого компактного города наиболее актуальна на сегодняшний день из-за роста городов или неразвитости населенного пункта вследствие недостаточного функционирования. Исторически сложившиеся формы освоения северных территорий России имеют стратегическую, экономическую и научную направленность. В комплексе они составляют базис освоения и развития регионов Севера. На их долю приходится значительная часть промышленного производства, инвестиций в основной капитал, строительных мощностей, транспортных и информационных услуг и объектов социальной сферы [2]. В настоящее время значение Северного морского пути в России значительно возросло. Сейчас решается задача экономического развития Арктического региона при условии сохранения уникальной природы Арктики. Вследствие этого требуется организовать портовые города, которые будут обеспечивать комфортное временное пребывание и постоянное проживание. В рамках данного исследования рассматриваются города, расположенные вдоль северного морского пути и наиболее низкими среднегодовыми температурами: Мурманск, Кандалакша, Архангельск, Мезень, Нарьян-Мар, Онега, Дудинка, Игарка, Певек, Анадырь. Все они считаются компактными, так как не велики по размерам, но это не значит, что их можно считать

«компактными городами». Необходимо рассмотреть некоторые характеристики северных городов, которые покажут, способны ли они справиться с нарастающим использованием портов севера России. Проанализированы пять характерных портовых города в табл. 1 Сравнительный анализ городов-портов СМП.

Таблица 1.

<i>Показатель</i>	<i>Архангельск</i>	<i>Мурманск</i>	<i>Кандалакша</i>	<i>Дудинка</i>	<i>Анадырь</i>
Численность населения, тыс. чел	348	307	35	22	13
Среднегодовая температура	+1,3	+1,5	+0,4	-9,4	-6,9
Отопительный период, сутки	253	275	266	303	311
Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	1193	1930	1143	2048	773
Временное жильё (гостиницы, отели)	65	55	5	1	3
Обеспеченность жильем	высокая	высокая	низкая	низкая	низкая

В ходе проведённого исследования можно сделать следующий вывод: в настоящее время северные портовые города при среднегодовой температуре ниже +0,5 градусов малоразвиты. Это зависит от суровых климатических факторов, значительной удалённости от крупных городов европейской части России, а так же из-за изначального фактора возникновения таких городов – однонаправленная промышленность и обеспечение транспортной связи с удалёнными регионами страны в условиях сурового климата.

Именно поэтому необходима новая форма города, которая способна защитить жителей от холодных ветров и низких температур. Предложенная идея Дж.Данцига и Т.Саати того, каким может быть компактный город, решает проблемы населенных пунктов с низкими среднегодовыми температурами. Подобные городские образования обеспечат на севере комфортность постоянного проживания и временного пребывания, доступность и возможность развития города.

Форма и внешний вид компактного города по Дж.Данциг и Т.Саати представляет собой радиальную модель организации города в качестве идеальной, причем диаметр территории должен был быть 2,694 км для оптимального размещения населения числом 250 тыс. человек, и вдвое больше, в случае, если город был рассчитан на население 2 млн. человек [3]. Преимущества Компактного города Дж. Данциг и Т. Сати в северных районах заключается в том, что он позволяет организовать

трансформируемое удобное для жизни поселение в суровом климате, применяя гибкие конструкции. Возможность трансформации города – главное достоинство, благодаря которому система может изменяться с учетом интересов жителей. Включая актуальность проблемы развития городов на северном морском пути, можно предложить организацию подобных поселений, которые смогут обеспечить комфортное постоянное жилье и временное пребывание.

Компактный город даст удобное и экономически выгодное убежище. Даже на крыше можно будет устанавливать контроль за погодой: избыток теплого воздуха внутри города можно будет направить на крышу, чтобы предохранить растительность от замерзания.[1]

Рассматриваемые аспекты в работе не исчерпывают всего круга вопросов, связанных с изучением компактного города. Тем не менее, они отражают перспективную возможность использования данной идеи для строительства северных городов во всем мире.

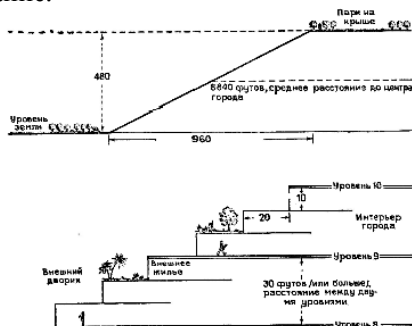


Рис. 7. Форма и внешний вид компактного города

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Данциг Дж., Саати Т.М.* Компактный город: проект организации городской среды/ Москва, Стройиздат, 1977.
2. *Логинов В.Г.* Города как социально-экономическая основа развития Российского Севера/ Экономика региона № 3. – 2012.
3. *А.Г.Кутелева* Концепция «Компактный город» в контексте повышения конкурентноспособности территории / Наука и бизнес:пути развития. – №1(43). - 2015.
4. *Popov A.V.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures // Advanced Materials Research (Volumes 869 - 870). ISSN: 1662-8985. 2014. - Switzerland : Trans Tech Publications, - P. 162-166.

*Студентка 2 курса 41 группы ИСА Исмагилова Е.Д.*

*Студент 3 курса 7 группы ИЭУИС Никонов В.В.*

*Научный руководитель - канд. техн. наук, доц. Данилина Н.В.*

## ЭСТЕТИКА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНЦЕПЦИЯХ 19 – 20ВВ. ПРИМЕНЕНИЕ ЭТИХ КОНЦЕПЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Целостность, порядок, баланс, симметрия, масштабность, пропорциональность, контраст, гармония – эти понятия характеризуют хорошую архитектуру. Они могут быть использованы, чтобы анализировать эстетические качества урбанистического дизайна.

В Вавилоне и Древнем Египте строили города с прямыми улицами и углами. Начиная с 14в. устройство города стало более сложным. Эпоха возрождения (14-16вв.) проложила путь искусству в архитектуру. В основе проектировки многих европейских городов того времени начали проявляться идеалы новой эпохи – порядок, симметрия и единство. Одним из примеров таких городов является Пальманова – образцовый фортификационный проект, созданный в 1593г. в Италии.

В 19 в. многие города переросли в огромные урбанистические центры. В капиталистических условиях строительство стало нацелено на максимальное получение прибыли, а новой целью градостроительства стало разделение земельных участков. В результате внешний облик городов значительно ухудшился, а эстетичность окружающей городской среды утратила свою важность.

Многие архитекторы и градостроители 19-20вв. задумывались над важностью эстетической составляющей городской среды. Они сформировали несколько идей и градостроительных концепций, которые были применены при строительстве городов.

### **Камилло Зитте (1843-1903гг.)**

Австрийский архитектор и градостроитель, который один из первых открыл красоту живописно-пространственной стороны градостроительства. Он считал, что в первую очередь зритель обращает внимание на художественные аспекты окружающей городской среды.

Зитте создал книгу, в которой он выступал против однообразности улиц и примитивности городской планировки. Он считал, что нужно учитывать исторически-культурный контекст и делать акценты на объектах культурного наследия, имеющих связь с историческими традициями. Австрийский градостроитель пропагандировал использование особенностей замкнутых или полуоткрытых пространств.

Камилло Зитте создал градостроительные проекты для Любляны, Оломоуца, Оставы и Либерца. Также в 1850-60гг. он участвовал в перестройке Парижа и реконструкции центра Вены.

### **City beautiful (город прекрасный)**

Направление в градостроительстве США начала 20в. Сторонники этого движения считали, что красота и изящество городского пространства не только приятны с эстетической точки зрения, но и способствуют социальному развитию городов. Наибольший акцент в городском пейзаже делался на муниципальные и культовые сооружения. Предполагалось планировать широкие, элегантные авеню и продуманные ландшафты с преобладанием пышно декорированных общественных сооружений.

Наиболее заметный отпечаток движение наложало на облик Кливленда, Чикаго и Вашингтона, США.

### **Города-сады Говарда**

Впервые концепция города-сада была описана в книге английского социолога-утописта Эбенизера Говарда «Города-сады будущего» в начале 20в. Эта идея представляет собой город, состоящий из множества уютных благоустроенных районов. Обитатели подобного города живут в гармонии с природой и получают все необходимые блага цивилизации вдали от стресса капиталистического мегаполиса. Городская среда состоит из чередующихся кругов жилой застройки и зелёных насаждений.

Сегодня города-сады можно найти во множестве стран мира – России, Бельгии, Германии, Испании, Швеции. Наибольшая концентрация городов-садов находится в Великобритании.

### **Новый урбанизм**

Эта градостроительная концепция возникла в начале 1980гг. в США. Она подразумевает собой возрождение компактного города, в котором делается акцент на красоту, эстетику и комфортность городской среды. Как и в предыдущих концепциях, в новом урбанизме предусматривается создание гуманистической городской среды и соразмерной человеческому масштабу застройки.

Первым примером нового урбанизма считается городок Сисайд, построенный во Флориде, США.

Приёмы, взятые из этих концепция, применяются при усовершенствовании городской среды и в настоящем времени.

Обрамляющая центральную часть исторического Копенгагена, артериальная дорога Вестер Волдгейд (Vester Voldgade) была трансформирована в длинную зелёную городскую среду. Цель этих преобразований – создать привлекательные променады. Профиль Вестер Волдгейд был изменен, чтобы тротуар находился на солнечной



стороне улицы. Были созданы специальные зоны для пешеходов и велосипедистов, уменьшено количества трафика и увеличено количество озеленения.

Квартал Архусгейд (Århusgade) - строящийся дистрикт в северной гавани Копенгагена. В нём запланировано строительство малоэтажных жилых зданий (4-5 этажей). Архитектура этих построек основана на классическом копенгагенском строительном стиле со светлыми апартаментами, балконами, террасами и садами.

Улица «Одербергер Штрассе» (Oderberger Straße) в Берлине является отличным примером гуманистического подхода к организации эстетического городского пространства. У её жителей существует долгая традиция использования широких тротуаров для высаживания деревьев и кустов, преобразуя улицу в зелёную урбанистическую зону. Одербергер Штрассе привлекает множество посетителей, которые приходят сюда провести свой досуг и посидеть в кафе.

В таких городах, как Берлин и Копенгаген, а также во многих других европейских центрах, увеличивается количество общественных рекреационных зон и озеленения, расширяются улицы, уменьшается количество трафика. Исторические центры облагораживаются, новая застройка создается в соразмерных человеку масштабах. В результате использования приёмов, сформированных в градостроительных концепциях 19-20вв., создаётся симбиоз эстетической городской среды и современного индустриального города.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Карстен Палссон* , How to design humane cities (Как проектировать города с человеческим лицом, 2016
2. Зитте Камилло [[https://ru.wikipedia.org/wiki/Зитте,\\_Камилло](https://ru.wikipedia.org/wiki/Зитте,_Камилло)]
3. Город прекрасный [[https://ru.wikipedia.org/wiki/City\\_Beautiful](https://ru.wikipedia.org/wiki/City_Beautiful)]
4. Город-сад [<https://design-mate.ru/read/megapolis/garden-city>]

## АНАЛИЗ РАБОТЫ ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИХ СТОЯНОК В ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ (НА ПРИМЕРЕ ТПУ АННИНО)

В настоящее время одним из самых перспективных направлений исследований в области градостроительства является поиск альтернативных решений транспортных проблем мегаполисов.

Именно этим и обусловлен интерес к перехватывающим парковкам как к одному из допускаемых вариантов снижения загрузки улично-дорожной сети городов.

Перехватывающая парковка представляет собой точку, в которой автовладелец делает выбор, каким способом продолжать свою поездку. Целью каждой парковки является обеспечение условий для выбора в пользу систем общественного транспорта. [2]



Рис. 1 Перехватывающая парковка Аннино

На февраль 2018 года в Москве эксплуатируется 26 перехватывающих парковок вблизи 16 станций метрополитена, расположенных в периферийных районах и на основных магистралях города, вместимостью более 5000 машиномест. [3] На рисунке 1 приведен план перехватывающей стоянки, расположенной в транспортно-пересадочном узле Аннино.

Оценку планировочного решения перехватывающей стоянки возможно осуществить по следующим критериям:

- 1) Условия доступа к стоянке с улично – дорожной сети;
- 2) Условия въезда / выезда со стоянки;
- 3) Условия движения по стоянке, включая поиск места и парковку;
- 4) Условия движение пешеходов к станции метрополитена

Стоянка на Варшавском шоссе у станции метро Аннино является самой первой и большой перехватывающей стоянкой в Москве, вместимостью 1048 машиномест. В феврале 2018 года были осуществлены натурные обследования и практическое использование парковки. По полученным данным сделана оценка планировочного решения перехватывающей парковки:



Рис. 2 Северное КПП стоянки

1) Заезд на стоянку осуществляется на трех КПП с магистралей 1-го класса: Варшавское шоссе (направление в область), МКАД (внутренняя сторона). Всего на территории 1048 мест, 98 из них предназначены для маломобильных групп, но их параметры не соответствуют нормативным;

2) На парковке организован автоматизированный контрольный пункт при въезде/выезде с максимальной пропускной способностью 4950 авт./час, 11 полос на въезд и 9 полос на выезд.

3) Движение по стоянке осуществляется по проездам шириной от 5 до 9 метров, максимальная длина пути по стоянке 550м., угол установки автомобиля к оси проезда, в соответствии с разметкой – 90 градусов.

4) На стоянке отсутствуют выделенные пешеходные коммуникации, передвижение пешеходов осуществляется по проездам для автомобилей.

5) В качестве элементов благоустройства присутствуют: стойки для велосипедов, оградительные элементы территории, освещение, видеонаблюдение, киоски для оплаты паркинга, урны.

6) Пешеходная связь со станцией Аннино организована от северного КПП (Рис. 2), время в пути до станции метро Аннино 3 минуты (200м.).

Перехватывающая парковка, располагающаяся на территории ТПУ «Аннино» имеет такие недостатки как:

1) Крайне низкая степень благоустройства парковки, отсутствие нормальных условий для МГН

2) Неудачное расположение парковки, так как она находится на противоположной стороне основного потока в утренний час «пик»

По результатам существующего анализа были разработаны проектные предложения по модернизации перехватывающей парковки Аннино:

- 1) Модернизация въезда с МКАД;
- 2) Создание инфраструктуры для маломобильных групп населения, в том числе организация парковочных мест в соответствии с действующими нормативами;
- 3) Создание пешеходных коммуникаций для формирования комфортных и безопасных условий движения пешеходов как по территории стоянки, так и по связи ее с центром транспортного узла;
- 4) Реорганизация внутренних проездов по территории автостоянки для формирования оптимальных условий движения;
- 5) Оборудовать станции для автономной зарядки электромобилей.

Разработанные проектные решения были реализованы в составе студенческой исследовательской работы на основе разработанной методики оценки существующих планировочных решений перехватывающих стоянок. Данная тема имеет дальнейший потенциал для продолжения исследований и использования результатов работы в практике разработки планировочных решений транспортно-пересадочных узлов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Власов Д.Н., Данилина Н.В., Широкая Н.В.* Размещение технологических объектов на территории транспортно-пересадочных узлов, Недвижимость: экономика, управление. 2016. № 4. С. 45-50.
2. *Данилина Н.В.* Особенности формирования системы перехватывающих парковок в агломерациях, Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 2 (33). С. 29.
3. Список перехватывающих парковок ГУП "Московский метрополитен" [Электронный ресурс]// Московский метрополитен URL: <http://metro-parking.mosmetro.ru> (дата обращения: 19.02.2018)

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МОНОГОРОДОВ. ПОИСК РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКШИХ В МОНОГОРОДАХ РОССИИ

Монопрофильные города или моногорода – это населенные пункты, жизнь и развитие которых зависят от экономического положения градообразующего предприятия. В России 319 моногородов, каждый имеет свою уникальную историю развития. Большинство из них зародилось в СССР. Монопрофильные города составляли основу экономики страны, позволяя реализовывать масштабные проекты научно-технического и производственного значения. Переход человечества в эпоху рыночной экономики привел к спаду производства множества промышленных предприятий страны, что повлекло за собой стагнацию, а в некоторых случаях, деградацию городов, для которых они являлись градообразующими. В течение продолжительного периода времени развитие моногородов напрямую зависело от экономического положения градообразующего предприятия, что снизило возможности адаптации городов к современным условиям. На сегодняшний день проблема дальнейшего развития моногородов России стала актуальной. Анализ исторически сложившихся особенностей моногородов России позволяет создать основу для дальнейшего совершенствования организационно-экономического механизма взаимодействия города с предприятием.

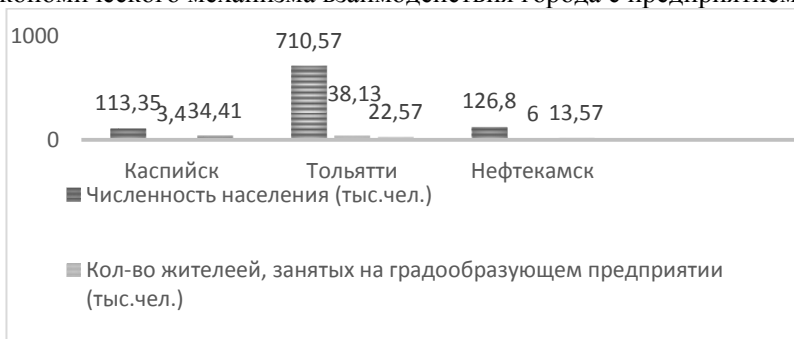


Рис.1. Сравнительный анализ характерных примеров моногородов

*Каспийск* – город площадью 32,94 кв. км, относится к моногородам с наиболее сложным социально-экономическим положением. Развиваться город начал при строительстве завода «Дагдизель», получившего статус градообразующего предприятия. На сегодняшний день в Каспийске

существует множество мест притяжения населения, но располагаются они исключительно в центре города. Основные градостроительные проблемы – слишком плотная застройка и недостаточное количество рекреационных зон.

Также в 1 категорию входит *Тольятти*. Разрастался город благодаря притоку населения, которому способствовало строительство крупнейшего завода АВТОВАЗ. Кризис автомобильной промышленности в 2008 г., резко уменьшил спрос на автомобили, и завод перестал действовать в полную силу. Экономика города существенно пострадала.

*Нефтекамск* – город в Республике Башкортостан РФ. Моногород с относительно сбалансированной экономикой вошел во 2 категорию. Площадь территории – 147,25 кв. км. Градообразующим предприятием является автозавод «НЕФАЗ». Сегодня Нефтекамск – крупный промышленный и культурный центр. В городе хорошо развита транспортная инфраструктура, имеется достаточное количество предприятий обслуживания населения и рекреационных зон.

Рассматривая особый путь развития советских моногородов, можно выделить критерии формирующие упадок развития города, которые прослеживаются на современном этапе в большинстве городов РФ такого типа:

1. Местный бюджет территориального образования непосредственно зависит от ситуации на предприятии.
2. В связи с однородностью профессионального состава населения, затрудняется развитие всех сфер жизни общества, не связанных с предприятием.
3. Зачастую моногорода возникают на местах бывших рабочих поселков. Планировочная структура таких городов не всегда учитывает дальнейшее развитие и увеличение населенного пункта, что в будущем способствует появлению логистических проблем.

Характерной для большинства моногородов проблемой стала недостаточная экономическая и социальная адаптивность города и градообразующего предприятия к современным реалиям. Ключевыми принципами дальнейшего развития монопрофильных городов РФ могут быть:

1. Совершенствование правового статуса моногородов. Законодательно должна быть создана база для взаимодействия собственников предприятия с городом, должна обеспечиваться систематическая поддержка моногородов.
2. Создание системы долгосрочного прогнозирования.
3. Снижение зависимости города от положения градообразующего предприятия путем создания в городе новых рабочих мест за счет

открытия новых перспективных производств, развития сферы обслуживания, транспортной инфраструктуры.

4. Внедрение системы «умный город» позволит мониторинг и комплексное развитие моногорода. Это позволит улучшить качество городской среды, взаимодействие органов самоуправления с населением, своевременное обновление технологических процессов на градообразующем предприятии.

5. Совершенствование транспортной инфраструктуры, которая повысит связь моногорода с другими населенными пунктами.

Несмотря на крайне сложную социально-экономическую ситуацию, в которой на сегодняшний день оказались монопрофильные города страны, вполне возможно реабилитировать их значение в экономике государства. Для этого необходимо переместить акценты внимания управляющих органов с предприятий на человеческие ресурсы. Создание комфортной информационной городской среды, обеспечение достойной жизни населения моногородов должны стать приоритетными направлениями - такой подход способствует возврату городу и предприятиям в нем инвестиционной привлекательности, увеличению количества экономически активного населения и возможности дальнейшего процветания моногорода.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации о мерах Правительства Российской Федерации по реализации приоритетной программы "Комплексное развитие моногородов" № 59-СФ от 30 ноября 2016 года.

2. Распоряжение Правительства РФ от 29 июля 2014 г. N 1398-р «Об утверждении перечня моногородов».

3. *Кузьмин, А.И.* Стратегия муниципального развития моногородов высокотехнологического типа (на материалах городского округа Заречный Свердловской области): монография. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. 184 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ В РЕАЛИЗАЦИИ «УМНОГО ФАСАДА»

Появление концепции "устойчивого развития" в градостроительном сообществе потребовало разработки инновационных решений по обеспечению энергоэффективности строительных объектов, на ряду с комплексным развитием урбсреды. Прогресс технической составляющей дал старт самым смелым идеям по применению робототехники в оснащении мелкой пластики фасада.

Актуальной тенденцией в технологии устройства фасадных решений и пространственных оболочек становится применение конструкций, работа которых основана на техниках «оригами» (характерным примером воплощения техники Миура-Ори являются фасады Башен Аль-Бахар см. Рис.1. – система питается за счет фотонных установок на крышах зданий) – известных в Японии еще с VIII века способах складывания бумаги, с изменением сгибов шарнирными, пневматическими и иными конструкциями, а полотна – жесткими пластинами-аккумуляторами, светопоглощающими панелями, тентами и т.п.(выбор материала объясняется районом строительства, функциональной и экономической характеристиками).



Рис. 1. Монтаж динамического фасада. Башни Аль-Бахар. Архитектурное бюро Aedas Architects. ОАЭ

Таким образом, основанная на природной гибкости, ассимиляции жестких форм в пластичных биоморфных композициях достигается некая абсолютная концепция динамики здания, его трансформации-архитектура отходит от понятия «статичности и неизменности», что отражает изменчивость мира, рост значимости и развития технологий; объекты наиболее интересны инвесторам, привлекательны с политической точки зрения. Своеобразная эволюция порождает новую «размерность» динамического фасада, а именно, движение в пространстве и времени с воплощением в малых архитектурных формах, мелкой и средней пластике, поверхностях, отдельных объемах. Подобные смещения деталей оболочек, навесных конструкций относительно друг друга именуется «трансформацией» – комбинации



методик по изменению общей формы объекта, посредством передвижения ее составляющих либо их частичного преобразования.

Основным отличием от статической архитектуры является возможность пространственной трансформации форм здания, способность вписываться в любую планировочную структуру (ткань города), изменчивости в соответствии с актуальными потребностями и взглядами потребителя, создание

эргономичных внутренних пространств, решение актуальных задач повседневной жизнедеятельности и понижение острой ресурсной потребности на отдельных территориях. Динамические конструкции способствуют равномерному движению воздушных масс и рассеиванию сильных ветровых потоков, вентиляции в зданиях и сооружениях, защите здания от излишней инсоляции, уменьшают накопление пыли на оконных вставках. Так как конструкция может быть выполнена из декоративных панелей, резных, живописных решеток с из различных материалов, с орнаментами или дизайнерскими колористическими решениями, унифицированными лишь по габариту, конструкции представляют особую нишу на рынке фасадных материалов. Особый механизм монтажа позволяет производить своевременный быстрый демонтаж испорченных сегментов и замену их на подобные, либо на улучшенные детали. Динамический фасад может покрывать как все здание целиком, так и его части – в этом заключается еще один значимый аспект его применения. Комбинация проемов, аэрационных коридоров и ажурных навесных защитных экранов способна преобразить облик уже существующих однотипных микрорайонов и жилых групп в частности. Выделение таких акцентов в безликой городской застройке играет роль навигации, комплексно улучшает восприятие пространства, оказывает положительное влияние на психосоматическое ощущение жителями внутри урбосреды. Фасад, изготовленный из стекла с (технология трафаретной печати органических солнечных элементов для производства электроэнергии – Oxford Photovoltaics; вид солнечных батарей, способных не только аккумулировать электричество, но и пропускать свет – UCLA) встроенными светопоглощающими элементами, при этом зрительно напоминающими витраж, при развитом их производстве, позволяет не



Рис. 2. Энергоэффективное решение фасада. Кампус университета в Кольдинге. Архитектурное бюро Henning Larsen Architects. Южная Дания

только сократить стоимость объекта строительства, улучшить эксплуатационные качества застройки, но и соответствуют современным стандартам энергоэффективности (см.Рис.2.) EN 15603 и EN 15217. Анализируя мировой проектирования и строительства динамической архитектуры, применения элементов «умных фасадов», выявлены следующие возможности: изменение облика города за счет поэтапной трансформации фасадов застройки; уход от статичности облика урбосреды; осуществление регуляции микроклимата помещений, светового режима; внедрение энергосберегающих технологий, интеллектуальных систем, инновационных технологий.

На данный момент возможность построения автономных фасадов, а также воплощение абсолютно подвижной архитектуры реализуется не в полной мере, поэтому целесообразно всесторонне изучать возможности динамичных конструкций. Задачи последующих работ в данной области: Результатом развития направления применения «умных фасадов» является упрощение строительного цикла таких зданий, возможность вторичного использования материалов, экономичность систем обслуживания и другие качественные изменения строительной индустрии. Умные фасады требуют изучения с точки зрения энергоэффективности, возможности утилизации или использования с изменением функционального назначения, модификации и унификации самих сегментов системы. Необходим анализ и уточнение сроков эксплуатации, поиск новых алгоритмов систематизации и «пространственного взаимного смещения» блоков. Применение «динамических фасадов», как решение для организации городов будущего, диктующее черты их идентификации и развития творческого потенциала населения, являются актуальной областью исследования в рамках комплекса градостроительных дисциплин.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сорокоумова Т.В., Акимова А.Н.* Влияние урбосреды на общее состояние здоровья человека//Строительство -формирование среды жизнедеятельности : сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27-29 апреля 2016 г., Москва). М.: НИУ МГСУ, 2016. -С.178-180.

## БРЕНД ГОРОДА ВИДНОЕ «ВИДНОЕ - ГОРОД-САД»

Видное – это небольшой подмосковный город, расположенный в трех километрах к югу от МКАД. История города насчитывает менее 70 лет, однако его историческая часть является уникальным памятником послевоенной советской архитектуры. В своем проекте я расскажу про историю отдельно взятого социалистического города-сада, который вполне вписывается в общую концепцию городов-садов Эбенизера Говарда. Я рассмотрю историю градостроительного развития города и попытаюсь понять, как в моем городе на данный момент используется уже сложившийся бренд города-сада и предложу свои идеи по дальнейшему развитию этой концепции.

История города Видное началась со строительства в 1937 году Московского Коксогазового Завода и рабочего поселка при нем, состоявшего из деревянных бараков. Первыми жителями посёлка стали строители и рабочие коксогазового завода.

В 1947 году было принято решение о возведении поселка для рабочих завода. С 1947 по 1950 год рабочий поселок при Московском коксогазовом заводе застраивался кирпичными одноэтажными и двухэтажными домами с мансардой. Дома строились по типовым проектам и имели огороженный придомовый участок. Такими домами застраивались такие улицы как Школьная, Садовая, Лемешко и переулки Медицинский, Пионерский и Клубный. За время 50-х гг. поселок обрел свое неповторимое лицо: аккуратные улицы, утопающие в зелени деревьев двух-трехэтажные здания. Этим видновчане прежде всего обязаны бессменному в течение трех десятилетий директору МКГЗ Павлу Гаевскому и рабочему Тимофею Лемешко, много сделавшим для того, чтобы превратить наш город в социалистический город-сад.

Город-сад — концепция идеального города, которую разработал английский социолог-утопист Эбенизер Говард на рубеже 19-го и 20-го веков. Его идея оказала сильное влияние на развитие градостроения в XX веке. Город-сад — малонаселенное и малоэтажное поселение, которое сочетает в себе преимущества города и деревни, не наследуя основных недостатков того и другого. Как мы видим, старая часть города Видное вполне соответствует тем принципам и характеристикам города-сада, которые изложил в своей работе Эбенизер Говард. Безусловно, эта концепция оказала влияние и на советских градостроителей. В нашей стране не раз предпринимались попытки

создать город-сад, но, в основном, все они либо не были в полной мере реализованы, либо не сохранились в изначальном виде. Видное же является одним из немногих примеров социалистического города-сада, который сумел сохранить свою уникальную архитектуру в практически нетронутом виде. «Видное – город-сад» - это исторически сложившееся устойчивое выражение и, само собой, оно является настоящим брендом нашего города. И оно неразрывно связано с историей градостроительного развития города. В январе 1949 г. Президиум ВС РСФСР своим Указом перевёл населённый пункт при строительстве коксогазового завода в категорию рабочего посёлка и утвердил название Видное. Авторами проекта стали архитектор Б.В. Ефимович и инженер-конструктор А.М. Рузский. Строительство жилого поселка Видное было разделено на два этапа: 1-я очередь – Северная часть, 2-я очередь – Южная часть. Северная часть поселка - 1-я очередь строительства возводилась с 1949 по 1950 год и получила прямоугольную форму, вытянутую с юго-запада на северо-восток. Планировочная структура, состоящая из нескольких равновеликих кварталов, образована двумя параллельными основной трассе ( Школьной улице ) улицами (совр. Садовая и Лемешко), пересеченными поперечными сквозными проездами (в западной части Клубной улицей и Пионерским переулком, в восточной Медицинской улицей и Детским переулком) и небольшими проездами. При проектировании кварталов принят принцип усадебной застройки с земельными участками для каждой квартиры. Группировка отдельных домов и блокировка участков произведены таким образом, что все дома выходят фасадами на общепоселковые или внутриквартальные проезды с отступом от красной линии около 7 м; хозяйственные постройки размещены по внутренним границам в глубине владений. Восточная и западная части 1-й очереди разделены поселковым центром, включающим центральную площадь, городской парк и примыкающий к нему с северо-востока стадион. С самого начала авторы проекта хотели придать поселку Видное черты города-сада, соединенного с современными городскими удобствами - освещением, водопроводом, газоснабжением, канализацией, отоплением, телефоном и радио. Вокруг каждого жилого дома создавались приусадебные участки с плодовыми деревьями, ягодными кустарниками и небольшим огородом для каждой семьи, возводился каменный сарай с ледником и чердаком.

2-я очередь – Южная часть поселка возводилась с 1950 по 1952 год. В 1950 году в целях удешевления строительства было принято решение заменить одно- и двухэтажную застройку на трехэтажную. Первые этажи отдавались под общественные нужды. Такими домами застраивались улицы Заводская, Новая, 1я, 2я и 3я Радиальные,

Строительная. Одновременно с застройкой южной части поселка завершилось формирование застройки, образующей архитектурный ансамбль Советской площади, расположенный на пересечении Школьной, Заводской и Гаевской улиц. В короткий срок вдоль дорог, во дворах и переулках было посажено около 17 тыс. декоративных и 10 тыс. фруктовых деревьев, а также 60 тыс. кустарников и 10 тыс. ягодников. Оригинальные архитектурные решения, обилие зелени придавали улицам и скверам особый неповторимый облик. На одном из заседаний поселкового Совета депутатов директор МКГЗ П.Ф. Гаевский сказал: "Здесь будет город-сад". Тогда это выражение и "пошло в народ". Поэтому "город-сад" для Видного – это не просто бренд, это путь развития. И это понимают все неравнодушные к судьбе и истории города жители. Несмотря на противодействие городских и районных властей, активисты добились придания историческому центру города Видное охранного статуса объекта культурного наследия. Теперь на его территории запрещено любое новое строительство, а существующие постройки будут приведены к единому архитектурному стилю. Старый город, безусловно, нужно реконструировать, возвращать историческим фасадам первоначальный облик, благоустраивать общественные пространства. Только так удастся популяризировать бренд «Видное – город-сад» и привлечь туристов. Ведь у города Видное огромный потенциал развития как туристического центра, сравнимого с Коломной или Сергиевым Посадом. «Социалистический город-сад» в Подмоскowie мог бы стать единственным в России памятником послевоенной советской архитектуры. Учитывая расположение Видного в 5 км от МКАДа, у такого маршрута «выходного дня» есть все основания стать одним из самых востребованных в ближайшем Подмоскowie.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волчок Ю.П.* Историко-культурное исследование градоустройства на территории «старого города» в Видном.
2. Видновская городская библиотека [<http://www.biblio-vidnoe.ru/>]

## ФУНКЦИИ ГОРОДСКИХ НЕКРОПОЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Площадь городской черты с каждым годом увеличивается в сторону области, что ведет к реорганизации городской структуры. Основная причина, по которой сегодня затруднительно устойчивое развитие среды - потерпевшие негативный результат попытки «перестроить» город. С каждым годом из-за расширения границ бывшие окраинные территории становятся частью города. В городскую структуру попадают фабрики, заводы, исторические кладбища, некрополи и т.п. В такой ситуации места особого назначения приобретают повседневное нейтральное значение, не теряя своих основных функций.

Данная работа посвящена анализу существующей ситуации и нормативной документации на примере Новодевичьего кладбища. В наше время похоронное дело документально нормируется: федеральными, местными органами власти, органами местного самоуправления. Процесс захоронения осуществляется специальными службами по вопросам похоронного дела. Погребение в Москве осуществляется на основе экологических, санитарных и других законодательных норм. За границей мировая практика организации кладбищ рассматривается иначе. В современных городах стараются отстраниться от мыслей о смерти, поэтому некрополям придают иные функции. Таким примером могут служить: «Веселое кладбище» в Румынии, «Hollywood Forever» в Лос-Анджелесе, кладбищенский сад Тулькана в Эквадоре, Мемориальный парк «Нирвана» в Малайзии.



а

б

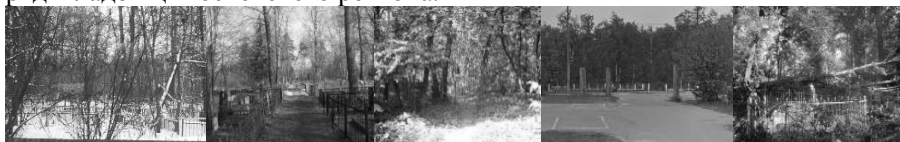
в

г

Рис. 1. Мировая практика организации кладбищ: а) Веселое кладбище в Румынии, б) «Hollywood Forever» в Лос-Анджелесе, в) Кладбищенский сад Тулькана в Эквадоре, г) Мемориальный парк «Нирвана» в Малайзии.

Основные нормативные акты, которые регламентируют деятельность ритуально-похоронной отрасли в РФ: Федеральный закон "О погребении и похоронном деле" от 12.01.1996 N 8-ФЗ; Указ

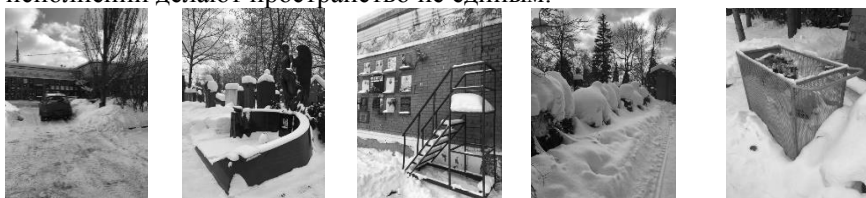
Президента РФ от 29.06.1996 N 1001 "О гарантиях прав граждан на предоставление услуг по погребению умерших"; СанПиН 2.1.1279-03 «Гигиенические требования к размещению, устройству и содержанию кладбищ, зданий и сооружений похоронного назначения»; Рекомендации о порядке похорон и содержании кладбищ в Российской Федерации МДК 11-01.2002 В качестве исследования был рассмотрен ряд кладбищ Московского региона.



*а* *б* *в* *г* *д*

Рис. 2. Кладбища Московского региона: а) Леоновское кладбище в Балашихе, б) Старое кладбище в Истре, в) Старое городское кладбище в Электростали, г) Городское кладбище Шатуры, д) Ногинское кладбище по Починковскому шоссе.

Было принято решение рассмотреть одно типовое кладбище. Площадь 7-8 га. Общее число захоронений около 2600 шт. Дорожно-тропиночная сеть хорошо развита и образует прямоугольную систему. В такой же геометрической зависимости расположены и места захоронений. Стена-колумбарий находится по периметру некрополя, где доступ маломобильных групп населения затруднен. Несистематизированное расположение памятников разных габаритов и исполнений делают пространство не единым.



*а* *б* *в* *г* *д*

Рис. 3. Новодевичье кладбище: а) Автостоянка на территории кладбища, б) Памятник Починку А.П., в) Лестница для подъема к плите колумбария, г) Укрытые снегом памятники, д) Контейнер для мусора.

Эта раздробленность мешает зрительному восприятию, а иногда загораживает другое не менее важное захоронение. В СанПиНе 2.1.1279-03 не предусмотрены ограничения по габаритам надгробных памятников. Законодательно уход за могилами закреплен за родственниками покойных. Только при отдельной плате эта обязанность будет выполняться коммунальными работниками. Следует

пересмотреть закон для кладбищ исторического и культурного значения, так как неухоженный вид захоронений портит ландшафтно-архитектурное решение. На территории некрополя не предусмотрена площадка для мусоросборника. Урны для сбора мусора расположены в произвольном порядке. Неоднозначность в документации по месторасположению хозяйственных площадок и автостоянок на территории некрополя приводит к таким последствиям, как помеха архитектурно-ландшафтному восприятию и нарушение правила пользования некрополем. В связи с современными проблемами требуется переосмысление организации городских некрополей. Прежде чем это постараться внедрить в городскую структуру следует пересмотреть нормативную документацию. В тоже время недочеты нормативной документации в современной структуре кладбища не дают возможности рассматривать территорию для уточнения и внесения поправок в связи с новыми потребностями городской планировки. К примеру, неоднозначность расположения площадок различного назначения может привести к экологической проблеме. Частный уход за могилами порой не осуществляется, поэтому на территории не является возможным просветительская функция. Нельзя сказать с полной уверенностью, что без этих функций возможно безопасное и комфортное времяпрепровождение. Нужно пересмотреть существующий нормативный документ для уточнения и внесения поправок в связи с новыми потребностями городской планировки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Моляренко О.А.* Местные СМИ о проблемах муниципальных кладбищ// Мир России. Т.26.№3.С. 142-146.
2. *Сорокоумова Т.В., Акимова А.Н.* Влияние урбосреды на общее состояние здоровья человека//Строительство -формирование среды жизнедеятельности : сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27-29 апреля 2016 г., Москва) М.: НИУ МГСУ, 2016. -С.178-180.



## АНАЛИЗ ОТКРЫТЫХ НАДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ

В условиях стремительной урбанизации и увеличения темпов формирования улично-дорожной сети, плотности застройки, уменьшения площади озелененных территорий рассматривается возможность активного освоения надземного пространства.

Надземные пешеходные переходы могут иметь различное функциональное назначение:

1. *транзитное (коммуникационное)*, 2. *рекреационное*, 3. *преобразование транспортной артерии в пешеходное пространство*.

**Транзитное** (коммуникационное). Основная идея данного пешеходного перехода – это классическая организация передвижения через транспортные артерии:

- через автомобильные магистрали.

Для изучения выбраны объекты транзитного функционального назначения, показанные на рис. 1-2.

Предназначены для передвижения пешеходов и велосипедистов над автомобильными магистралями. Основная задача при проектировании – обеспечение территориальной целостности и связи основных фокусов притяжения в городе. Недостатками являются – громоздкая конструкция, неблагоприятное воздействие на эмоциональное состояние людей

- для организации передвижения через водные линейные объекты;

Основная цель – создание единого пешеходного каркаса путем объединения двух набережных. Уменьшает нагрузку на общественный транспорт и улучшает экологическую обстановку в городе.



1. Голландия



2. Китай



3. Россия

Рис. 1. Примеры реализованных проектов кругового моста



1. Лусаил



2. Лондон



3. Москва

Рис. 2. Пешеходные мосты над водными объектами

**Рекреационное.** Основная идея – отдых населения, сохранение природных элементов, раскрытие видовых перспектив.



1. Шэньчжэнь, Китай



2. Москва, Россия

Рис. 3. Пешеходные мосты над парками

### Преобразование транспортной артерии в пешеходное пространство



1. Нью-Йорк, США



2. Сеул, Корея

Рис. 4. Проекты реконструкции транспортной магистрали

Данные мосты универсальны по своему назначению – выполняют коммуникационную, рекреационную функции и смотровой площадки. Основная цель – преобразование транспортной артерии в зеленый парк с возможностью быстрого передвижения населения. Данные проекты не разумны в городах с плотной застройкой.

Таким образом, можно выделить основные принципы формирования надземных пешеходных пространств:

- *безопасность.* В первую очередь, переходы должны быть оборудованы ограждениями, нормируемыми по высоте. Во-вторых, все пространство должно освещаться в темное время суток. В-третьих, должно применяться специальное покрытие для пешеходных и велосипедных дорожек.

- *безбарьерная среда*. Для подъема на пешеходную эстакаду могут использоваться лестницы, пандусы, лифты, которые необходимо адаптировать для маломобильных групп населения, оборудовать на расстоянии не более 40 м.

- *экологичность*. Пешеходы, находясь на эстакадах, должны быть защищены от вредного воздействия окружающей среды. Это возможно путем озеленения переходов, подъема на определенную высоту, при котором загазованность и шумовое воздействие будут минимальны.

- *расположение в структуре города*. Необходимо осуществление связи функциональных зон города. Надземные пешеходные пространства должны органично вписываться в городскую застройку, находится от нее на расстоянии, при котором не будет оказываться негативное влияние на эмоционально-психическое состояние человека.

- *обеспечение необходимыми объектами обслуживания*

- *защита от воздействия солнца/ветра/осадков*. Подразумевает обустройство навесов, водостока.

Дополнительно надземные пешеходные пространства могут включать в себя:

- *озеленение: газоны, кустарники*

- *малые архитектурные формы*: скамейки, фонари, клумбы, мусоросборники, теневые навесы

Для благоустройства пространства в составе улично-дорожной сети, предназначенного для движения и отдыха пешеходов, необходимо не только обеспечение безопасности и высокого комфорта пребывания, но и решение проблем, возникающих в процессе жизнедеятельности. Каждый из перечисленных видов пешеходных мостов должен совмещать различные функции. В зависимости от сложившейся ситуации возможно внедрение любого из типов пешеходных мостов.

Для большинства российских городов подобные решения надземных пешеходных пространств не практичны в связи с большим количеством осадков, в связи с чем разумно строительство крытых надземных переходов. Реализованные же проекты в России, наподобие западным и американским, являются неразумной тратой денег.

## ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНОГО КАРКАСА ГОРОДА

В современном мире высокие темпы урбанизации и увеличение плотности населения диктуют необходимость разработки системы целостного городского ландшафта. Это выражается в обеспечении природного каркаса города как устойчивой системы озеленения и акваторий в городской среде. Природный каркас города – озелененные территории, непрерывно связанные друг с другом, элементами которого являются «ядра» и «коридоры», связывающие между собой природные объекты. Главные функции этой системы направлены на изоляцию техногенных территорий, поддержание экосистем и биоценозов, улучшение экологической обстановки в городе [1]. С правовой точки зрения экологический каркас делится на зоны: рекреации, особо охраняемые природные территории, объекты исторического и культурного наследия, формирование и перспективное развитие которых предусматривает становление природных элементов территорий города, формирование новых экологических комплексов, создание непрерывного ландшафта, сохранение исторических и особо охраняемых природных территорий [ООПТ]. С учетом увеличения жилых и производственных территорий, располагающихся в непосредственной близости к природным зонам, увеличивается отрицательное воздействие на природные комплексы. Прежде всего, это сказывается на рекреационных территориях парковых зон, где потенциальная рекреационная нагрузка начинает превышать нормируемую и вызывает ухудшения состояния зеленых насаждений, вследствие чего сокращает численность популяций и вызывает нарушение городской экосистемы. Поэтому тема исследования влияния плотности населения на формирование природного каркаса города актуальна и в сложившейся ситуации на сегодняшний день. При рассмотрении территории ООПТ как важную часть природно-экологического каркаса города с точки зрения законодательства РФ возникают юридические коллизии и разногласия. Это противоречия и расхождения между действующим градостроительным кодексом РФ и Федеральным законом об особо охраняемых территориях № 33-ФЗ. Согласно которому: «На территориях ООПТ запрещается любая деятельность, которая может нанести ущерб природным комплексам и объектам растительного и животного мира, культурно историческим объектам», в том числе строительство различных объектов [2].



(рис.2) показаны зоны распределения рекреационной нагрузки на территориях различных функциональных зон.

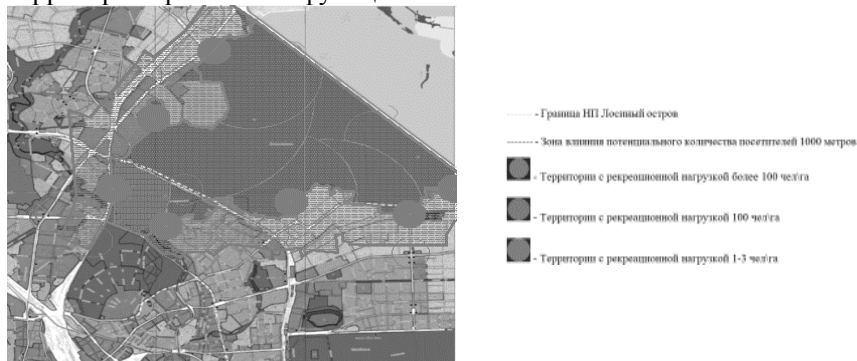


Рис.2.Функциональное зонирование территории НП «Лосиный остров»

По результатам исследований можно сделать выводы, что территория НП «Лосиный остров» в черте города испытывает нагрузку превышающую нормативную и изменить сложившуюся ситуацию уже затруднительно. В дальнейшей работе необходимо уделить особое внимание территории парка за пределами города и разработать методические подходы, которые позволят реализовать основные принципы охраны окружающей среды, направленные на сохранение и развитие ООПТ, на границах прилегающих территорий парка с необходимым условием заданных параметров жилой застройки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов//Архитектура-С – 2010. 182с.
2. Федеральный закон. Об особо охраняемых природных территориях от 14.03.1995 № 33-ФЗ (в ред. от 28.12.16).
3. Щербина Е. В., Слепнев М.А. Система градостроительных регламентов для обеспечения устойчивого развития территорий. Журнал «Научное обозрение», № 6, 2016, с. 240-244.
4. [http://www.druzialosinki.ru/wpcontent/uploads/2012/08/ЛО\\_Записка\\_Проект-2012-02-27.pdf](http://www.druzialosinki.ru/wpcontent/uploads/2012/08/ЛО_Записка_Проект-2012-02-27.pdf) (дата обращения: 21.11.17).