



Часть I

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ, 2015

Министерство образования и науки  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

## **АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ**

Материалы 71-й научной конференции профессоров,  
преподавателей, научных работников, инженеров  
и аспирантов университета

7–9 октября 2015 г.

**Часть I**

**АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО**

Санкт-Петербург  
2015

УДК 378.1:001.83(063)

*Рецензенты:*

д-р архит., зав. кафедрой архитектурного и градостроительного наследия,  
декан архитектурного факультета С. В. Семенцов (СПбГАСУ)  
канд. техн. наук, доцент кафедры архитектурно-строительных конструкций,  
декан строительного факультета А. Н. Панин (СПбГАСУ)  
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой городского хозяйства, геодезии, землеустройства  
и кадастров, декан факультета инженерной экологии и городского хозяйства  
Е. А. Шестеров (СПбГАСУ)  
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой наземных транспортно-технологических машин,  
декан автомобильно-дорожного факультета С. А. Евтюков (СПбГАСУ)  
д-р экон. наук, доцент кафедры управления,  
декан факультета экономики и управления Г. Ф. Токунова (СПбГАСУ)  
д-р юрид. наук, профессор, зав. кафедрой теории и истории государства и права,  
декан факультета судебных экспертиз и права в строительстве и на транспорте  
В. М. Чибинев (СПбГАСУ)

**Архитектура – строительство – транспорт:** материалы 71-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 7–9 октября 2015 г.: [в 3 ч.]. Ч. I. Архитектура и строительство; СПбГАСУ. – СПб., 2015. – 268 с.

ISBN 978-5-9227-0592-9

ISBN 978-5-9227-0593-6

В сборнике представлены статьи участников 71-й научной конференции ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета СПбГАСУ*

*Редакционная коллегия:*

Е. Б. Смирнов (председатель)

А. И. Сарыгулов

А. В. Квитко

Ф. В. Перов

С. Г. Головина

А. В. Кудрявцев

Р. А. Мангушев

М. М. Орехов

А. Г. Вайтенс

Е. М. Смирнова

С. В. Бочкарева

М. В. Процуто

Г. Г. Кельх

И. Ю. Лапина

Г. В. Якунина

В. М. Петров

С. С. Шувалова

А. К. Моденов

С. Н. Никифоров

Г. Е. Русанова

Г. А. Задонская

А. Ф. Юдина

Т. А. Дацюк

В. И. Морозов

Д. В. Иванов

В. Ф. Васильев

И. О. Черняев

Ю. В. Пухаренко

В. В. Цаплин

А. И. Солодкий

А. А. Петров

Э. П. Григонис

А. В. Караван

В. В. Асаул

Е. Г. Гужва

В. В. Резниченко

ISBN 978-5-9227-0592-9

ISBN 978-5-9227-0593-6

© Коллектив авторов, 2015

© Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

#### СЕКЦИЯ ГЕОТЕХНИКИ

Ананьев А. А. Расчет опускного колодца, погружаемого в тиксотропной рубашке.....	7
Конюшков В. В., Уразаева Н. Ю., Иващенко О. О. Защита от морозного пучения грунтов при эксплуатации зданий и линейных сооружений.....	16
Мангушев Р. А., Конюшков В. В., Пятница А. В., Тучин Е. А. Проблемы освоения подземного пространства в условиях плотной городской застройки на чувствительных грунтах в г. Санкт-Петербург.....	21

#### СЕКЦИЯ МАТЕМАТИКИ

Михайлов А. Е. Точность аппроксимации устойчивыми распределениями сумм независимых случайных величин со значениями в алгебраических расширениях поля $p$ -адических чисел.....	29
Синкевич Г. И. Метафизика Рихарда Дедекинда.....	31
Синкевич Г. И. Дмитрий Мейер – сын придворного музыканта.....	32
Филимоненкова Н. В., Бакусов П. А. Введение в математический анализ: множества и отображения.....	40

#### СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Семенов А. А. Анализ поведения ортотропной пологой оболочки двоякой кривизны при действии равномерно-распределенной поперечной нагрузки.....	45
--	----

#### СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бызов В. Е. Унификация элементов деревянных строительных конструкций.....	52
Евдокимова Т. С. Исследование напряженно-деформированного состояния кососжимаемого фиброжелезобетонного элемента.....	56
Миронова С. И. Летний университет на острове Кизи.....	59
Петров А. Н., Евсеева А. В. Диаграммный подход к расчету железобетона с трещинами при длительном нагружении.....	64
Романчук В. Э., Вавулин К. Е. Анализ некоторых требований действующих норм по проектированию железобетонных конструкций.....	68
Трофимов А. В. Анализ напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов с учетом специфики закрепления арматуры в бетоне.....	70



## СЕКЦИЯ МЕХАНИКИ

Норина Н. В. Технология модульного обучения дисциплине «Техническая механика» .....	74
Сюй Юнь, Глухих В. Н., Черных А. Г. К вопросу разработки метода расчета несущей способности соединений на металлических накладках с укреплением металлической зубчатой пластиной.....	77
Сюй Юнь, Глухих В. Н., Черных А. Г. Распределение напряженно-деформированного состояния элементов деревянных конструкций на безнагельных соединениях с металлическими накладками.....	86

## СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Васин А. П. Условия определения сроков службы эксплуатируемых опасных производственных объектов.....	93
Верстов В. В., Федулов Е. С. Основные положения методики экспериментальных исследований несущей способности анкерных креплений и методы их интерпретации.....	99
Волкова Л. В., Захаров В. В. Проблемы организации и планирования работ по устройству монолитных перекрытий на высоте более 5,1 метров.....	103
Дьячкова О. Н. Анализ конструктивно-технологических решений витражных систем наружного ограждения зданий.....	107
Егоров А. Н., Шприц М. Л., К вопросу управления качеством в строительстве.....	111
Питулько А. Ф. Совершенствование технологии применения геоматериалов.....	114
Розанцева Н. В. Энерго- и ресурсосберегающая технология монтажа скатных фальцевых кровель.....	117
Челнокова В. М., Мазнева К. Ю. Определение продолжительности выполнения работ на стадии предварительного планирования.....	122
Юдина А. Ф., Лихачев В. Д. Разработка проекта профессионального стандарта «Монтажник бетонных и металлических конструкций».....	126

## СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТРОЛОГИИ

Матвеева Л. Ю., Орлова Н. В. Направленное регулирование надмолекулярной структуры полимерных связующих и композитов с учетом ее иерархии.....	128
Мокрова М. В., Летенко Д. Г. Структурные особенности композиционного материала на основе латексно-гипсовой смеси.....	136
Норин В. А. Оптимизация низкоотходной импульсной торцовки тонкостенных элементов строительных конструкций на основе математического моделирования гидродеформационных процессов.....	140
Харитонов А. М., Харитонов М. И. Повышение эффективности оптимизации состава сухих строительных смесей на основе применения методов численного моделирования....	143
Черевко С. А., Жуков С. В. Исследование фазового состава солевого шлака при термообработке.....	147

## АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, РЕСТАВРАЦИЯ И ДИЗАЙН

### СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ

Козлова Д. С., Горюнов В. С. Каталонский модернизм и его утопизм.....	151
Найданова-Каховская Е. А., Семенцов С. В. Методика разработки историко-градостроительного опорного плана и выявления градостроительных объектов охраны .....	154
Шапченко М. А., Акулова Н. А. Проблема сохранения масштаба города Пушкин.....	159

## **СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Дрижаполова Н. М. Специфика нового жилищного строительства в центральных районах исторического города (на примере адмиралтейского района Санкт-Петербурга)...	162
Золотник С. В. Современные тенденции формирования дошкольных образовательных учреждений в России и за рубежом.....	167
Ивина М. С. Принципы архитектурной организации приходских храмовых комплексов....	170
Колодин К. И. Загородная улица как объект многофункционального комплекса.....	173
Колодин К. И. Проблема формирования частных пространств для городских и загородных объектов.....	179
Перов Ф. В., Девятова Ю. А. Архитектурные традиции города и специфика в архитектурной школе.....	184
Якуненкова М. С. Развитие транспортно-пассажирских хабов в России.....	187

## **СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Иванов Д. С., Головина С. Г. Зарубежный опыт реновации индустриальной жилой застройки.....	191
Степуленок Я. А., Гришин С. Ф. К вопросу о систематизации терминологии городских ориентиров в исторической застройке.....	197

## **СЕКЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА**

Андреева Ю. В., Бояринов А. М. Градостроительное развитие агломераций в системе расселения Юга России.....	203
Духанов С. С. Влияние ландшафтных условий на проекты городов-садов Западной Сибири.....	208
Клевакин А. Н. Функционирование объектов в структуре города.....	211

## **СЕКЦИЯ ДИЗАЙНА АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ**

Лошаков П. И. Опыт проектирования многофункционального спортивно-зрелищного комплекса в Санкт-Петербурге.....	214
---	-----

## **СЕКЦИЯ ИСТОРИИ И ТЕОРИИ АРХИТЕКТУРЫ**

Гранстрем М. А. Венецианский Арсенал. Опыт нового использования уникального индустриального комплекса.....	217
Золотарева М. В. Лев Петрович Шишко – архитектор учебных зданий.....	223
Кефала О. В. Этапы формирования здания «Дворец великого князя Михаила Александровича» на Английской набережной в Санкт-Петербурге.....	230
Пастух О. А. Река Ока как водная транспортная артерия Приокского экономического района (ПЭР).....	233
Сильнов А. В. Античный Иран: компьютерная и графическая реконструкция дворцов Персеполиса.....	238

## **СЕКЦИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

Семенова Н. А. О дисциплинах «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» для специальности «Природообустройство и водопользование».....	244
Соколова В. С., Солодухин Е. А. О разработке тематического плана учебной дисциплины.....	246

Шибанова Е. И. Методика обучения чтению чертежей.....	250
Шувалова С. С., Леонова О. Н. К вопросу разработки компетентностной модели учебной дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» в условиях ФГОС ВПО.....	253

#### **СЕКЦИЯ РИСУНКА**

Молоткова Е. Г. Требования к дизайну логотипа.....	257
Черная Е. А. Изображение – модель осознаваемого пространства. Рисунок на пленэре фрагмента городской среды.....	260

**СЕКЦИЯ ГЕОТЕХНИКИ**

**УДК 624. 15 (035.5)**

*Андрей Александрович Ананьев*, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: andrej.3@mail.ru*

*Andrei Aleksandrovich Ananiev*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: andrej.3@mail.ru*

**РАСЧЕТ ОПУСКНОГО КОЛОДЦА, ПОГРУЖАЕМОГО В ТИКСОТРОПНОЙ  
РУБАШКЕ**

**CALCULATION OF CAISSON IMMERSSED IN THE THIXOTROPIC JACKET**

В статье излагается методика расчета опускного колодца диаметром 24 м и глубиной 15,6 м в грунтовых условиях г. Санкт-Петербурга на нагрузки строительного периода. Проектируется тонкостенный монолитный опускной колодец, погружаемый в тиксотропной рубашке по ярусам со дна пионерного котлована в водонасыщенные грунты. Для закрепления колодца против всплытия предусматривается тампонаж полости тиксотропной рубашки цементно-песчаным раствором, устройство в верхней части колодца воротника, нагруженного песчаной засыпкой, и пригрузка весом форшахты. Приводятся расчетные схемы, формулы и вычисления горизонтальных давлений, сил трения грунтов на боковой поверхности ножа и тампонажной щели, предельных нагрузок на грунт под банкеткой. Производятся проверки ярусов на погружение и колодца на всплытие. Расчет заглубленного сооружения выполнен на основе обязательных требований сводов правил, утвержденных постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521.

*Ключевые слова:* опускной колодец, ярус, тиксотропная рубашка, сила трения грунта, предельная нагрузка на основание, давление воды, расчет на погружение, расчет на всплытие, тампонаж тиксотропной полости, пригрузка колодца.

The article describes the method of calculating the caisson with a diameter of 24 m and a depth of 15.6 m in the ground conditions of St. Petersburg for the loads of the construction period. The author offers the design of thinwalled monolithic caisson, immersed in the thixotropic jacket by tiers from the bottom of the pilot pit in saturated soil. To secure the caisson against the ascent, the plugging of thixotropic jacket cavity with cement-sand mortar, the arrangement of the collar at the top of the caisson laden with sand mat and surcharging by the weight of the fore shaft are ensured. The author provides the design models, formulas and calculations of horizontal pressure, friction force of ground on the side of the blade and plugging gap, ultimate loads on the ground under the berm, as well as tests of the tiers for immersion and the caisson for uplift. The calculation of the buried structure is made on the basis of mandatory requirements of the sets of rules approved by the decree of the Government of the Russian Federation of 26 December 2014 No. 1521.

*Keywords:* caisson, tier, thixotropic jacket, friction force of ground, ultimate load on the bottom, wave pressure, calculation for immersion, calculation for uplift, plugging of thixotropic jacket cavity, surcharging of the caisson.

*Исходные данные*

Расчитать колодец диаметром  $D_0 = 24$  м и глубиной  $H_0 = 15,6$  м на нагрузки и воздействия, возникающие в условиях строительства. Место строительства – г. Санкт-Петербург. Геологический разрез и физико-механические характеристики грунтов приведены на рис. 1.

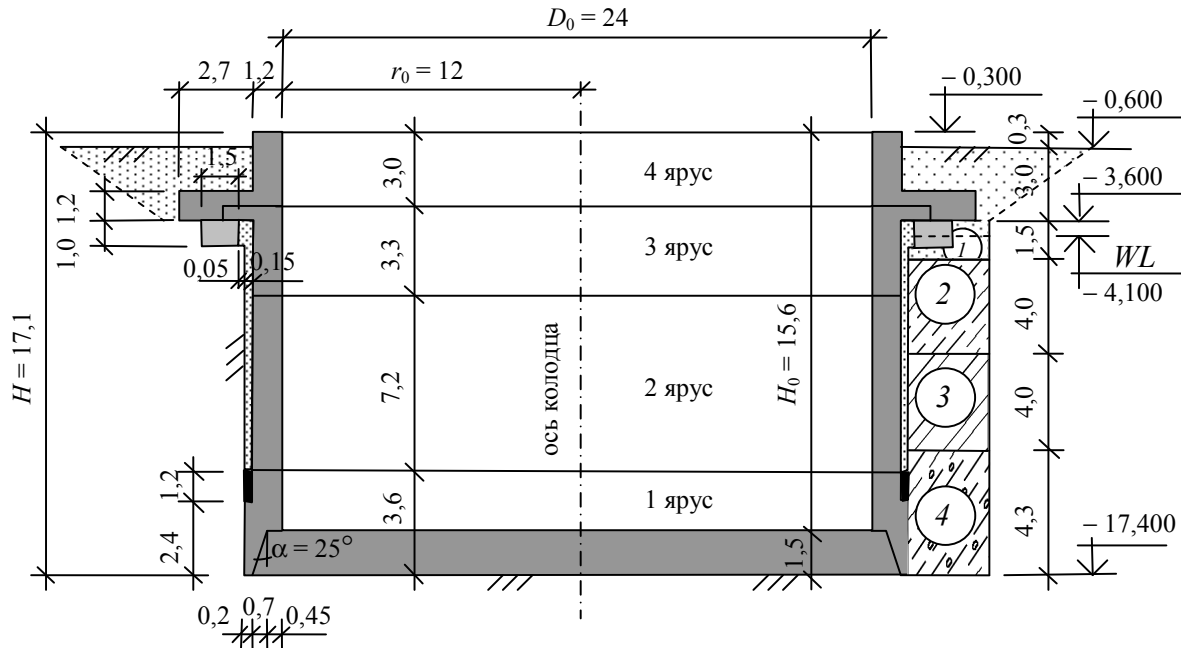


Рис. 1. Вертикальное сечение опускаемого колодца в грунтах: ИГЭ-1 – песок пылеватый средней плотности насыщенный водой ( $\gamma_1 = 19 \text{ кН/м}^3$ ;  $e = 0,7$ ;  $\varphi_1 = 25^\circ$ ;  $c_1 = 2 \text{ кПа}$ ;  $w = 0,22$ ;  $S_r = 0,83$ ); ИГЭ-2 – супесь пылеватая пластичная ( $\gamma_2 = 19 \text{ кН/м}^3$ ;  $e = 0,9$ ;  $\varphi_2 = 14^\circ$ ;  $c_2 = 10 \text{ кПа}$ ;  $I_L = 0,9$ ;  $w = 0,3$ ;  $S_r = 0,93$ ); ИГЭ-3 – суглинок текучий ( $\gamma_3 = 19 \text{ кН/м}^3$ ;  $e = 0,95$ ;  $\varphi_3 = 12^\circ$ ;  $c_3 = 8 \text{ кПа}$ ;  $I_L = 1,1$ ;  $w = 0,34$ ;  $S_r = 0,97$ ); 4 – супесь твердая с гравием и галькой ( $\gamma_4 = 22 \text{ кН/м}^3$ ;  $e = 0,4$ ;  $\varphi_4 = 23^\circ$ ;  $c_4 = 27 \text{ кПа}$ ;  $I_L = -0,08$ ;  $w = 0,13$ ;  $S_r = 0,89$ ); уровень грунтовых вод  $WL$  зафиксирован на глубине 3,5 м от поверхности природного рельефа

### Конструирование

Колодец заглубляется через форшахту с применением открытого водоотлива со дна пионерного котлована глубиной 3 м тремя ярусами высотой 3,6; 7,2 и 3,3 м в тиксотропной рубашке. Четвертый ярус высотой 3 м надстраивается сверху (рис. 1). Толщину стены колодца назначаем 1,2 м, плиты днища – 1,5 м, высоту ножевой части – 2,4 м, уплотнителя (глиняного замка) – 1,2 м, ширину режущей части ножа (банкетки) – 0,2 м, наружного уступа ножа – 0,15 м, угол наклона внутренней грани ножа –  $\alpha = 25^\circ$ , размеры сечения форшахты –  $1,5 \times 1,0$  м, зазор между гранями форшахты и ножа – 0,05 м, материал конструкции – монолитный железобетон класса В 25, W6. Для закрепления колодца против всплытия предусматриваем тампонаж щели тиксотропной рубашки цементно-песчаным раствором и устройство монолитного воротника шириной 2,7 м. Воротник соединяем с форшахтой. Принимаем: удельный вес железобетона  $\gamma_b = 24 \text{ кН/м}^3$ ; – уплотнителя  $\gamma_{sl} = 18 \text{ кН/м}^3$ ; – тиксотропного раствора  $\gamma_{ts} = 11,5 \text{ кН/м}^3$ ; – цементно-песчаного раствора  $\gamma_c = 20 \text{ кН/м}^3$ ; сопротивление грунта на боковой поверхности уплотнителя  $f_{z0} = 20 \text{ кПа}$ ; равномерно распределенную нагрузку  $q = 20 \text{ кПа}$  на поверхности грунта у колодца [1; 2; 3].

### Расчет I яруса колодца на погружение

Определяем объем I яруса колодца и уплотнителя (см. рис. 1):

$$V_{w1} = 3,14[(13,35^2 - 12^2)2,4 - (12,8^2 - 12^2)1,5 + (13,2^2 - 12^2)1,2] = 278,4 \text{ м}^3;$$

$$V_{sl} = 3,14(13,35^2 - 13,2^2)1,2 = 15 \text{ м}^3.$$

Вес I яруса колодца  $G_{w1}$  и уплотнителя  $G_{sl}$  определяем с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 0,9$  по формулам:

$$G_{w1} = \gamma_f V_{w1} \gamma_b = 0,9 \cdot 278,4 \cdot 24 = 6013 \text{ кН};$$

$$G_{sl} = \gamma_f V_{sl} \gamma_{sl} = 0,9 \cdot 15 \cdot 18 = 243 \text{ кН}.$$

На отметке  $-6,600$  заглибления  $I$  яруса колодца на боковой поверхности уплотнителя и ножа колодца действуют силы трения: песка пылеватого средней плотности (ИГЭ-1); супеси пылеватой пластичной (ИГЭ-2); под банкеткой – предельное сопротивление супеси пылеватой пластичной (ИГЭ-2) (рис. 2).

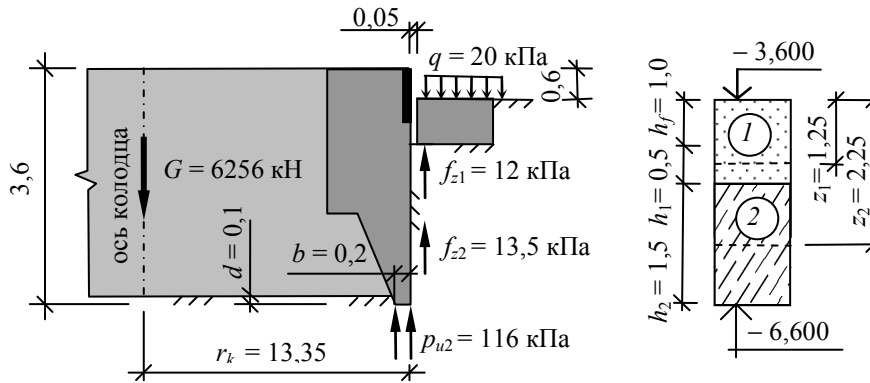


Рис. 2. Схема к определению сил сопротивления грунтов при погружении  $I$  яруса колодца: 1 – песок пылеватый средней плотности насыщенный водой; 2 – супесь пылеватая пластичная

Определяем длину окружности  $u$  ножевой части колодца при ее радиусе  $r_k = 13,35$  м по формуле:

$$u = 2\pi r_k = 2 \cdot 3,14 \cdot 13,35 = 83,84 \text{ м}.$$

Вертикальное давление от веса форшахты на грунт заменяем эквивалентным слоем песка пылеватого высотой, определяемой по формуле (26) [2]:

$$h'_1 = \gamma_b h_f / \gamma_1 = 24 \cdot 1,0 / 19 = 1,26 \text{ м}.$$

Находим необходимые для расчета горизонтального давления *песка пылеватого* мощностью  $h_1 = 0,5$  м: среднюю приведенную глубину слоя по формуле:

$$z'_1 = h'_1 + 0,5h_1 = 1,26 + 0,5 \cdot 0,5 = 1,51 \text{ м};$$

значения коэффициентов  $k_1 = 0,04$ ;  $k_2 = 0,37$ ;  $k_3 = 1,32$  по таблице 6 [2] в зависимости от угла внутреннего трения песка  $\varphi_1 = 25^\circ$  и отношения  $z'_1 / r_k = 1,51 / 13,35 = 0,11$  путем интерполяции.

Активное давление песка на гладкое цилиндрическое ограждение на глубине  $z_1 = 1,25$  м от поверхности дна котлована (см. рис. 2) определяем с учетом нагрузки  $q = 20$  кПа на этой поверхности и отсутствии удельного сцепления  $c_{01}$  на контакте с боковой поверхностью ножа из выражения [4]:

$$\bar{p}_{h1} = \gamma_1 r_k k_1 + q k_2 - c_{01} k_3 = 19 \cdot 13,35 \cdot 0,04 + 20 \cdot 0,37 - 0 \cdot 1,32 = 17,6 \text{ кПа}.$$

Основное горизонтальное давление грунта в период погружения  $I$  яруса колодца при значении угла внутреннего трения песка на боковой поверхностью ножа  $\varphi_{01} = \varphi_1 = 25^\circ$  определяем по формуле (24) [2]:

$$p_{h1} = \frac{\bar{p}_{h1} + c_{01} \text{tg}(45^\circ - \varphi_{01}/2)}{1 - \text{tg}\varphi_{01} \text{tg}(45^\circ - \varphi_{01}/2)} = \frac{17,6 + 0 \cdot \text{tg}(45^\circ - 25^\circ/2)}{1 - \text{tg}25^\circ \text{tg}(45^\circ - 25^\circ/2)} = \frac{17,6 + 0}{1 - 0,4663 \cdot 0,6371} = 25 \text{ кПа}.$$

Удельное трение песка  $f_{z1}$  по боковой поверхности ножа определяем из выражения (36) [2] с коэффициентом условий работы  $\gamma_c = 1$ :

$$f_{z1} = \gamma_c (p_{h1} \text{tg}\varphi_{01} + c_{01}) = 1,0(25 \cdot 0,4663 + 0) = 12 \text{ кПа}.$$

Силу трения слоя песка  $F_{z1}$  находим из выражения (35) [2]:

$$F_{z1} = f_{z1} u h_1 = 12 \cdot 83,84 \cdot 0,5 = 503 \text{ кН.}$$

Для супеси пластичной мощностью  $h_2 = 1,5 \text{ м}$  (рис. 2) по аналогии определяем: приведенную высоту лежащих выше слоев бетона и песка:

$$h'_2 = (\gamma_b h_f + \gamma_1 h_1) / \gamma_2 = (24 \cdot 1,0 + 19 \cdot 0,5) / 19 = 1,76 \text{ м;}$$

среднюю приведенную глубину слоя:

$$z'_2 = h'_2 + 0,5 h_2 = 1,76 + 0,5 \cdot 1,5 = 2,51 \text{ м;}$$

среднюю относительную глубину слоя:

$$z'_2 / r_k = 2,51 / 13,35 = 0,19;$$

значения коэффициентов  $k_1 = 0,1$ ;  $k_2 = 0,59$ ;  $k_3 = 1,73$  по табл. 6 [2] в зависимости от  $\varphi_2 = 14^\circ$  и отношения  $z'_2 / r_k = 0,19$  путем интерполяции;

удельное сцепление  $c_{02}$  и угол внутреннего трения  $\varphi_{02}$  на контакте со стеной в период погружения колодца при  $k = 0,29$ , назначенным по табл. 5 [2]:

$$c_{02} = c_2 k = 10 \cdot 0,29 = 2,9 \text{ кПа; } \varphi_{02} = \varphi_2 = 14^\circ;$$

активное давление грунта на глубине  $z_2 = 2,25 \text{ м}$  от поверхности дна котлована:

$$\bar{p}_{h2} = \gamma_2 r_k k_1 + q k_2 - c_{02} k_3 = 19 \cdot 13,35 \cdot 0,1 + 20 \cdot 0,59 - 2,9 \cdot 1,73 = 32,1 \text{ кПа;}$$

основное горизонтальное давление грунта:

$$p_{h2} = \frac{\bar{p}_{h2} + c_{02} \text{tg}(45^\circ - \varphi_{02} / 2)}{1 - \text{tg} \varphi_{02} \text{tg}(45^\circ - \varphi_{02} / 2)} = \frac{32,1 + 2,9 \cdot \text{tg}(45^\circ - 14^\circ / 2)}{1 - \text{tg} 14^\circ \text{tg}(45^\circ - 14^\circ / 2)} = \frac{32,1 + 2,9 \cdot 0,7813}{1 - 0,2493 \cdot 0,7813} = 42,7 \text{ кПа;}$$

сопротивление супеси пластичной  $f_{z2}$  по боковой поверхности ножа :

$$f_{z2} = \gamma_c (p_{h2} \text{tg} \varphi_{02} + c_{02}) = 1,0(42,7 \cdot 0,2493 + 2,9) = 13,5 \text{ кПа.}$$

Силу трения слоя супеси пластичной  $F_{z2}$  находим из выражения:

$$F_{z2} = f_{z2} u h_2 = 13,5 \cdot 83,84 \cdot 1,5 = 1698 \text{ кН.}$$

Предельную нагрузку на супесь пластичную  $p_{u2}$  под банкеткой (рис. 2) определяем на глубине погружения ножа в грунт  $d = 0,1 \text{ м}$  ( $d/b = 0,1/0,2 = 0,5$ ) и боковой пригрузке  $q = \gamma_2 d = 19 \cdot 0,1 = 1,9 \text{ кПа}$  из выражения [5]:

$$p_{u2} = N_\gamma \gamma_2 b + N_q q + N_c c_2 = 1,2 \cdot 19 \cdot 0,2 + 3,65 \cdot 1,9 + 10,45 \cdot 10 = 116 \text{ кПа.}$$

Необходимые для прогноза нагрузки коэффициенты несущей способности  $N_\gamma = 1,2$ ;  $N_q = 3,65$ ;  $N_c = 10,45$  находим по таблице 5.12 [6] при  $\varphi_2 = 14^\circ$  и угле отклонения равнодействующей нагрузок от вертикали  $\delta = 0$  путем интерполяции.

Площадь кольцевой нагрузки определяем по формуле:

$$A = \pi[r_k^2 - (r_k - b)^2] = 3,14 \cdot (13,35^2 - 13,15^2) = 16,64 \text{ м}^2.$$

Вертикальную составляющую силы предельного сопротивления основания  $N_{u2}$  вычисляем как произведение

$$N_{u2} = p_{u2} \cdot A = 116 \cdot 16,64 = 1930 \text{ кН.}$$

Проверяем условие (39) [2] погружения I яруса колодца на отм. – 6,600 при коэффициенте надежности на погружение  $\gamma_{f1} = 1,2$

$$(G_{w1} + G_{sl}) / (F_{z1} + F_{z2} + N_{u2}) = (6013 + 243) / (503 + 1698 + 1930) = 6256 / 4131 = 1,5 > 1,2.$$

Погружение обеспечивается.

### Расчет I и II яруса колодца на погружение

При погружении II яруса колодца полость вокруг него заполняется тиксотропным раствором. Вес II яруса колодца  $G_{w2}$  и тиксотропной рубашки  $G_{ts}$  определяем по формулам:

$$G_{w2} = \gamma_f V_{w2} \gamma_b = 0,9 \cdot 3,14 (13,2^2 - 12^2) 7,2 \cdot 24 = 14764 \text{ кН};$$

$$G_{ts} = \gamma_f V_{ts} \gamma_{ts} = 0,9 \cdot 3,14 (13,35^2 - 13,2^2) 6,6 \cdot 11,5 = 854 \text{ кН}.$$

где  $V_{w2}$  и  $V_{ts}$  соответственно объемы II яруса колодца и тиксотропной рубашки (см. рис. 1).

При заглублении I и II ярусов колодца с отм. – 13,800 на боковой поверхности уплотнителя действует сила трения суглинка текучего (ИГЭ-3), на ножевой части колодца – суглинка текучего и супеси твердой (ИГЭ-3;4), под банкеткой – сила предельного сопротивления грунта (ИГЭ-4) (рис. 3). Удельная сила трения грунта в зоне тиксотропной рубашки не учитывается.

Усилие трения уплотнителя  $F_{z0}$  по грунту определяем при его высоте  $h_{sl} = 1,2$ :

$$F_{z0} = f_{z0} u h_{sl} = 20 \cdot 83,84 \cdot 1,2 = 2012 \text{ кН}.$$

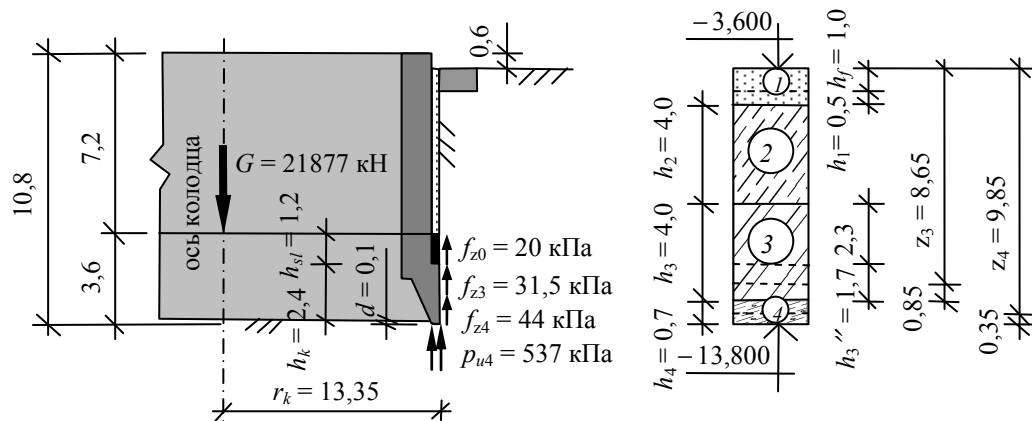


Рис.3. Схема к определению сил сопротивления грунтов при погружении I и II ярусов колодца: 1 – песок пылеватый средней плотности насыщенный водой; 2 – супесь пылеватая пластичная; 3 – суглинок текучий; 4 – супесь твердая с гравием и галькой

Для суглинка текучего определяем: приведенную высоту лежащих выше слоев бетона, песка и супеси мощностью  $h_2 = 4,0$  м:

$$h'_3 = (\gamma_b h_f + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2) / \gamma_3 = (24 \cdot 1,0 + 19 \cdot 0,5 + 19 \cdot 4,0) / 19 = 5,76 \text{ м};$$

среднюю приведенную глубину элементарного слоя суглинка текучего толщиной  $h''_3 = 1,7$  м, контактирующего с ножевой поверхностью (рис. 3):

$$z'_3 = h'_3 + 0,5 h''_3 + 2,3 = 5,76 + 0,5 \cdot 1,7 + 2,3 = 8,91 \text{ м};$$

среднюю относительную глубину расположения слоя:

$$z'_3 / r_k = 8,91 / 13,35 = 0,67;$$

значения коэффициентов  $k_1 = 0,39$ ;  $k_2 = 0,55$ ;  $k_3 = 2,26$  по таблице 6 [2] в зависимости от  $\varphi_3 = 12^\circ$  и отношения  $z'_3 / r_k = 0,67$  путем интерполяции;

удельное сцепление  $c_{03}$  и угол внутреннего трения  $\varphi_{03}$  грунта на боковой поверхности стены при коэффициенте  $k = 0,65$ , назначенным по табл. 5 [2]:

$$c_{03} = c_3 k = 8 \cdot 0,65 = 5,2 \text{ кПа}; \quad \varphi_{03} = \varphi_3 = 12^\circ;$$

активное давление на глубине  $z_3 = 8,65$  м от поверхности дна котлована с учетом нагрузки  $q = 20$  кПа на этой поверхности:

$$\bar{p}_{h3} = \gamma_3 r_k k_1 + q k_2 - c_{03} k_3 = 19 \cdot 13,35 \cdot 0,39 + 20 \cdot 0,55 - 5,2 \cdot 2,26 = 98,16 \text{ кПа};$$

основное горизонтальное давление грунта из выражения:

$$p_{h3} = \frac{\bar{p}_{h3} + c_{03} \text{tg}(45^\circ - \varphi_{03} / 2)}{1 - \text{tg} \varphi_{03} \text{tg}(45^\circ - \varphi_{03} / 2)} = \frac{98,17 + 5,2 \cdot \text{tg}(45^\circ - 12^\circ / 2)}{1 - \text{tg} 12^\circ \text{tg}(45^\circ - 12^\circ / 2)} = \frac{98,17 + 5,2 \cdot 0,8098}{1 - 0,2126 \cdot 0,8098} = 123,6 \text{ кПа};$$



удельное трение суглинка текучего  $f_{z3}$  по боковой поверхности ножа:

$$f_{z3} = \gamma_c(p_{h3} \operatorname{tg} \varphi_{03} + c_{03}) = 1,0(123,6 \cdot 0,2126 + 5,2) = 31,5 \text{ кПа.}$$

Силу трения слоя суглинка текучего  $F_{z3}$  определяем по формуле:

$$F_{z3} = f_{z3} u h_3'' = 31,5 \cdot 83,84 \cdot 1,7 = 4490 \text{ кН.}$$

Для слоя супеси твердой высотой  $h_4 = 0,7$  м (рис. 3) определяем: приведенную высоту лежащих выше слоев бетона, песка, супеси пластичной и суглинка текучего:

$$h_4' = (\gamma_b h_f + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3) / \gamma_4 = (24 \cdot 1,0 + 19 \cdot 0,5 + 19 \cdot 4,0 + 19 \cdot 4,0) / 22 = 8,43 \text{ м;}$$

среднюю приведенную глубину слоя

$$z_4' = h_4' + 0,5 h_4 = 8,43 + 0,5 \cdot 0,7 = 8,78 \text{ м;}$$

среднюю относительную глубину расположения слоя:

$$z_4' / r_k = 8,78 / 13,35 = 0,66;$$

значения коэффициентов  $k_1 = 0,22$ ;  $k_2 = 0,30$ ;  $k_3 = 1,68$  по таблице 6 [2] в зависимости от  $\varphi_4 = 23^\circ$  и отношения  $z_4' / r_k = 0,66$  путем интерполяции;

удельное сцепление  $c_{04}$  и угол внутреннего трения  $\varphi_{04}$  грунта на поверхности стены в период погружения колодца при  $k = 0,22$ , назначенным по табл. 5 [2]:

$$c_{04} = c_4 k = 27 \cdot 0,22 = 5,9 \text{ кПа; } \varphi_{04} = \varphi_4 = 23^\circ;$$

активное давление на глубине  $z_4 = 9,85$  м с учетом пригрузки  $q = 20$  кПа:

$$\bar{p}_{h4} = \gamma_4 r_k k_1 + q k_2 - c_{04} k_3 = 22 \cdot 13,35 \cdot 0,22 + 20 \cdot 0,30 - 5,9 \cdot 1,68 = 60,7 \text{ кПа;}$$

основное горизонтальное давление грунта из выражения:

$$p_{h4} = \frac{\bar{p}_{h4} + c_{04} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{04} / 2)}{1 - \operatorname{tg} \varphi_{04} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{04} / 2)} = \frac{60,7 + 5,9 \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - 23^\circ / 2)}{1 - \operatorname{tg} 23^\circ \operatorname{tg}(45^\circ - 23^\circ / 2)} = \frac{60,7 + 5,9 \cdot 0,6619}{1 - 0,4245 \cdot 0,6619} = 89,9 \text{ кПа;}$$

сопротивление супеси твердой  $f_{z4}$  по боковой поверхности ножа:

$$f_{z4} = \gamma_c(p_{h4} \operatorname{tg} \varphi_{04} + c_{04}) = 1,0(89,9 \cdot 0,4245 + 5,9) = 44 \text{ кПа.}$$

Силу трения супеси твердой  $F_{z4}$  по боковой поверхности ножа определяем по формуле:

$$F_{z4} = f_{z4} u h_4 = 44 \cdot 83,84 \cdot 0,7 = 2582 \text{ кН.}$$

Предельную нагрузку на супесь твердую  $p_{u4}$  под банкеткой (см. рис. 3) определяем на глубине погружения ножа в грунт  $d = 0,1$  м ( $d/b = 0,1/0,2 = 0,5$ ) и боковой пригрузке  $q = \gamma_4 d = 22 \cdot 0,1 = 2,2$  кПа из выражения:

$$p_{u4} = N_\gamma \gamma_4 b + N_q q + N_c c_4 = 4,64 \cdot 22 \cdot 0,2 + 8,96 \cdot 2,2 + 18,39 \cdot 27 = 537 \text{ кПа.}$$

Необходимые для прогноза предельной нагрузки на грунт коэффициенты несущей способности  $N_\gamma = 4,64$ ;  $N_q = 8,96$ ;  $N_c = 18,39$  находим по табл. 5.12 [6 при  $\varphi_4 = 23^\circ$  и угле отклонения равнодействующей нагрузок от вертикали  $\delta = 0$  путем интерполяции.

Вертикальную составляющую силы предельного сопротивления основания  $N_{u4}$  под банкеткой ножа вычисляем как произведение:

$$N_{u4} = p_{u4} \cdot A = 537 \cdot 16,64 = 8936 \text{ кН.}$$

Проверяем условие (39) [2] погружения I и II яруса колодца на отм. – 13,800:

$$(G_{w1} + G_{w2} + G_{sl} + G_{ts}) / (F_{z0} + F_{z3} + F_{z4} + N_{u4}) = (6013 + 14767 + 243 + 854) / (2012 + 4490 + 2582 + 8936) = 21877 / 18020 = 1,21 > 1,2.$$

Погружение I и II ярусов колодца обеспечивается.

#### Расчет I, II и III яруса колодца на погружение

Вес III яруса колодца  $G_{w3}$  и тиксотропной рубашки  $G_{ts}$  (см. рис. 1) определяем из выражений:

$$G_{w3} = 0,9 \cdot 3,14(13,2^2 - 12^2)3,3 \cdot 24 = 6768 \text{ кН};$$

$$G_{ts} = 0,9 \cdot 3,14(13,35^2 - 13,2^2)10,2 \cdot 11,5 = 1320 \text{ кН}.$$

Для супеси твердой определяем: среднюю приведенную глубину слоя мощностью  $h_4'' = 2,4$  м, контактирующего с ножевой поверхностью (рис. 4):

$$z_4' = h_4' + 0,5(h_4 - 1,9) = 8,43 + 0,5(4,3 - 1,9) = 9,63 \text{ м};$$

среднюю относительную глубину расположения слоя:

$$z_4' / r_k = 9,63 / 13,35 = 0,72;$$

значения коэффициентов  $k_1 = 0,24$ ;  $k_2 = 0,28$ ;  $k_3 = 1,70$  по табл. 6 [2] в зависимости от  $\varphi_4 = 23^\circ$  и отношения  $z_4' / r_k = 0,72$  путем интерполяции;

активное давление на глубине  $z_4 = 12,6$  м от поверхности котлована с учетом нагрузки  $q = 20$  кПа на горизонтальной поверхности:

$$\bar{p}_{h4} = \gamma_4 r_k k_1 + q k_2 - c_{04} k_3 = 22 \cdot 13,35 \cdot 0,24 + 20 \cdot 0,28 - 5,9 \cdot 1,70 = 66 \text{ кПа};$$

основное горизонтальное давление грунта из выражения:

$$p_{h4} = \frac{\bar{p}_{h4} + c_{04} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{04} / 2)}{1 - \operatorname{tg} \varphi_{04} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{04} / 2)} = \frac{66 + 5,9 \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - 23^\circ / 2)}{1 - \operatorname{tg} 23^\circ \operatorname{tg}(45^\circ - 23^\circ / 2)} = \frac{69,15 + 5,9 \cdot 0,6619}{1 - 0,4245 \cdot 0,6619} = 97,2 \text{ кПа}.$$

сопротивление супеси твердой  $f_{z4}$  по боковой поверхности ножа:

$$f_{z4} = \gamma_c (p_{h4} \operatorname{tg} \varphi_{04} + c_{04}) = 1,0(97,2 \cdot 0,4245 + 5,9) = 47 \text{ кПа}.$$

Усилие трения ножа колодца  $F_{z4}$  при погружении в супесь твердую определяем по формуле

$$F_{z4} = f_{z4} u h_4 = 47 \cdot 83,84 \cdot 2,4 = 9457 \text{ кН}.$$

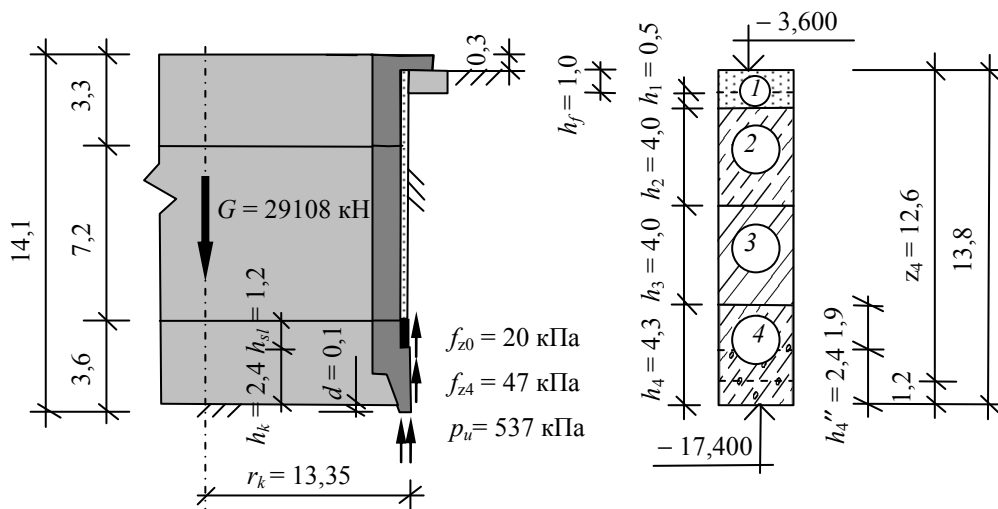


Рис. 4. Схема к определению сил сопротивления грунта при погружении I, II и III яруса колодца: 1 – песок пылеватый средней плотности насыщенный водой; 2 – супесь пылеватая пластичная; 3 – суглинок текучий; 4 – супесь твердая с гравием и галькой

Проверка колодца на погружение на отм.  $-17,400$  :

$$(G_{w1} + G_{w2} + G_{w3} + G_{sl} + G_{ts}) / (F_{z0} + F_{z4} + N_{u4}) = (6013 + 14764 + 6768 + 243 + 1320) / (2012 + 9457 + 8936) = 29108 / 20405 = 1,43 > 1,2.$$

Погружение колодца обеспечено. Остановка колодца на проектной отметке обеспечивается упором консоли в форшахту.

Расчет колодца на всплытие

Вес IV яруса колодца  $G_{w4}$ , воротника  $G_{cl}$ , форшахты  $G_f$ , тампонажа щели  $G_c$ , дна колодца  $G_b$ , песчаной засыпки  $G_{bf}$  определяем с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma = 0,9$  по формулам:

$$G_{w4} = 0,9 \cdot 3,14(13,2^2 - 12^2)3,0 \cdot 24 = 6152 \text{ кН};$$

$$G_{cl} = 0,9 \cdot 3,14(15,9^2 - 13,2^2)1,2 \cdot 24 = 6395 \text{ кН};$$

$$G_f = 0,9 \cdot 3,14(14,9^2 - 13,4^2)1,0 \cdot 24 = 2848 \text{ кН};$$

$$G_c = 0,9 \cdot 3,14(13,35^2 - 13,2^2)10,2 \cdot 20 = 2296 \text{ кН};$$

$$G_b = \gamma_f V_b \gamma_b = 0,9 \cdot 3,14 \cdot 12,8^2 \cdot 1,5 \cdot 24 = 16668 \text{ кН}.$$

$$G_{bf} = \gamma_f V_{bf} \gamma_{bf} = 0,9 \cdot 526 \cdot 19 = 8994 \text{ кН}.$$

Засыпку воротника производим песком средней крупности с параметрами:  $\gamma_{bf} = 19 \text{ кН/м}^3$ ;  $\rho_d = 1,65 \text{ г/см}^3$ ;  $\varphi_1 = 32^\circ$ ;  $e = 0,65$ ;  $w = 0,16$  при послойном уплотнении (рис. 5). Объем тела выпирания засыпки при отклонении её грани на угол  $\varphi_0 = \eta\varphi_1 = 0,8 \cdot 32^\circ = 26^\circ$  от вертикали (см. рис. 5), здесь коэффициент  $\eta=0,8$  принят по табл. 7.1 [6], вычисляем по формуле

$$V_{bf} = 3,14(16,35^2 - 13,2^2)1,8 = 526 \text{ м}^3.$$

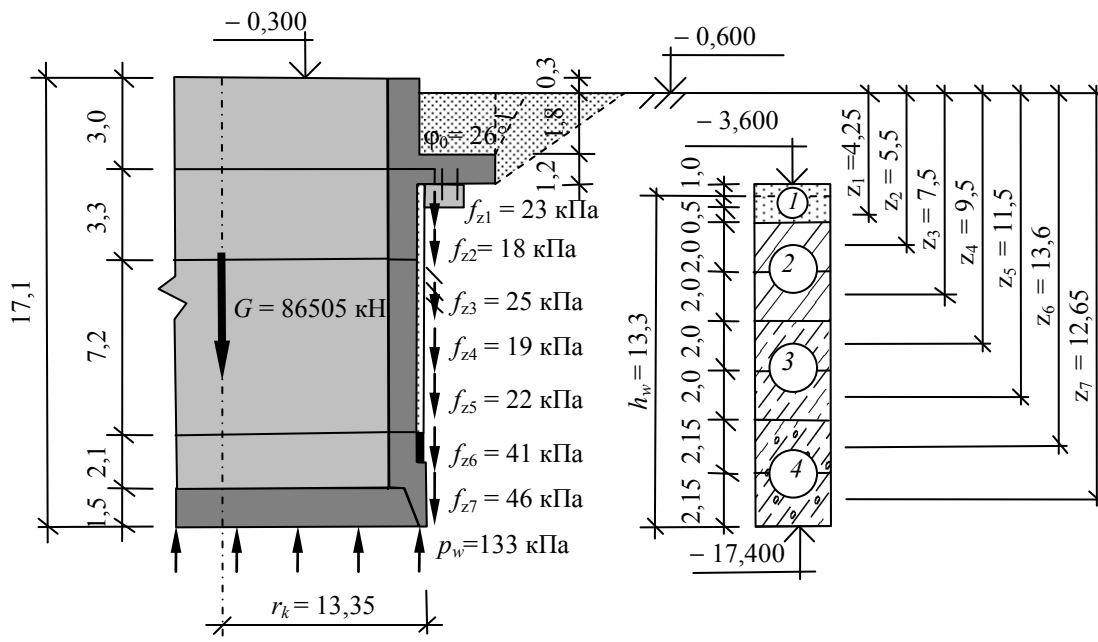


Рис. 5. Схема к расчету колодца на всплытие:

1 – песок пылеватый средней плотности насыщенный водой; 2 – супесь пылеватая пластичная; 3 – суглинок текучий; 4 – супесь твердая с гравием и галькой

Сумму вертикальных нагрузок находим из выражения:

$$\sum G = G_{w1} + G_{w2} + G_{w3} + G_{w4} + G_{cl} + G_f + G_c + G_b + G_{sl} + G_{bf} = 6013 + 14764 + 6768 + 6152 + 6395 + 2848 + 2296 + 16668 + 243 + 8994 = 71141 \text{ кН}.$$

Разбиваем грунтовой массив, взаимодействующий с боковой поверхностью колодца на элементарные слои высотой  $h_i = 0,5$ ;  $2,0$  и  $2,15$  м. Удельное трение  $f_{zi}$  грунта определяем по табл. 2.2 [1] в середине каждого слоя на глубине  $z_i$  от поверхности засыпки (см. рис. 5) методом линейной интерполяции, результаты вычислений сводим в таблице.

Глубина слоя $z_{i,м}$	Толщина слоя $h_{i,м}$	Разновидность грунта	Удельное трение $f_{zfi}$ , кПа	Глубина слоя $z_{i,м}$	Толщина слоя $h_{i,м}$	Разновидность грунта	Удельное трение $f_{zfi}$ , кПа
4,25	0,5	Песок пылеватый	23	11,5	2,0	Суглинок текучий	22
5,5	2,0	Супесь пластичная	18	13,6	2,15	Супесь твердая	41
7,5	2,0	Супесь пластичная	25	15,7	2,15	Супесь твердая	46
9,5	2,0	Суглинок текучий	19				

Суммарное усилие трения грунтов на боковой поверхности тампонажа щели тиксотропной рубашки при всплывании колодца определяем при коэффициенте  $\gamma = 0,5$  [7] из выражения:

$$\sum F'_z = \gamma_f u (f_{z1} h_1 + f_{z2} h_2 + f_{z3} h_3 + f_{z4} h_4 + f_{z5} h_5 + f_{z6} h_6 + f_{z7} h_7) = 0,5 \cdot 83,84 \cdot (23 \cdot 0,5 + 18 \cdot 2,0 + 25 \cdot 2,0 + 19 \cdot 2,0 + 22 \cdot 2,0 + 41 \cdot 2,15 + 46 \cdot 2,15) = 15364 \text{ кН.}$$

Определяем площадь основания колодца по формуле:

$$A_b = \pi r_k^2 = 3,14 \cdot 13,35^2 = 560 \text{ кН.}$$

Проверяем условие (40) [2] на всплывание колодца при удельном весе воды  $\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ , высоте столба воды  $h_w = 13,3 \text{ м}$  и коэффициенте надежности против всплытия  $\gamma_{fw} 1,2$ :

$$(\sum G + \sum F'_z) / (A_b \cdot h_w \cdot \gamma_w) = (71141 + 15364) / (560 \cdot 13,3 \cdot 10) = 86505 / 74480 = 1,16 < 1,2.$$

Условие не выполняется. Рекомендуется закрепление колодца против всплытия грунтовыми анкерами.

### Литература

1. Руководство по проектированию опускных колодцев, погружаемых в тиксотропной рубашке / Харьковкий ПромстройНИИпроект. – М.: Стройиздат, 1979. – 128 с.
2. СП 43.13330.2012. Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 / Минрегион России. – Дата введения 2013-01-01. – М., 2012. – 142 с.
3. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – Дата введения 2013-01-01. – М., 2012. – 198 с.
4. Березанцев В. Г. Осесимметричная задача теории предельного равновесия сыпучей среды / В. Г. Березанцев. – Л.: Гостехиздат, 1952. – 120 с.
5. Соколовский В. В. Устойчивость оснований и откосов / В. В. Соколовский // Известия АН СССР. ОТН. – 1952. – № 8. – С. 67–73.
6. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* / Минрегион России. – Дата введения 2011-05-20. – М., 2011. – 138 с.
7. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В. А. Ильичева и Р. А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.

**УДК УДК 624.159**

*Владимир Викторович Конюшков*, канд. техн. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Надежда Юрьевна Уразаева*, студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Ольга Олеговна Иващенко*, студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: v.konyushkov@mail.ru, 31january@mail.ru,  
anegdotina@mail.ru*

*Vladimir Viktorovich Konyushkov*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Nadezda Iurevna Urazaeva*, student

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Olga Olegovna Ivashchenko*, student

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: v.konyushkov@mail.ru, 31january@mail.ru,  
anegdotina@mail.ru*

**ЗАЩИТА ОТ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЗДАНИЙ И ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**PROTECTION FROM FROST HEAVING OF SOILS IN BUILDINGS AND LINEAR  
STRUCTURES**

В данной статье обобщены методы борьбы с негативным влиянием сил морозного пучения на строительство автомобильных и железных дорог, малоэтажных зданий и сооружений. На основании анализа изученной литературы предложена система как традиционных конструктивных и технологических решений в борьбе с морозным пучением, так и современных методов. Рассмотрены существующие виды армирования грунта и возможности применения геосинтетических материалов, а также использование гидрофобизирующих добавок для снижения деформаций морозного пучения.

*Ключевые слова:* морозное пучение, усиление грунта, армирование, гидрофобизаторы, геосинтетические материалы.

The article deals with the problems associated with the production of excavation in the spread of heaving soils, ways to reduce or eliminate the forces of frost heaving, the measures taken to combat this phenomenon in the construction of roads, railways, low-rise buildings. There are examples of traditional design and technological solutions in the fight against frost heaving, as modern methods, based on literature. The authors review the existing types of reinforcement bases and geosynthetics applications, and using of hydrorhobizators to reduce deformatoins of frost heaving.

*Keywords:* frost heaving, soil stabilization, reinforment, hydrorhobizators, geosyntetics

**Введение**

Деформирование многих увлажненных дисперсных горных пород происходит из-за промерзания верхних слоев земной поверхности, что ведет к сезонному поднятию и увеличению объема из-за замерзания воды и образованию льда в грунте. В строительстве такому процессу дали название морозное пучение, а сами грунты, находящиеся под воздействием пучения – пучинистыми или морозоопасными.

Морозное пучения пагубно влияет на сооружения, начиная с момента строительства и в течение всего времени эксплуатации. Неравномерное «вздутие» грунтов ведет к разрушению конструкции как в целом, так и частично. Большой вред пучение наносит дорожному покрытию и рельсовому пути, приводя их в аварийное состояние. Необходим постоянный контроль и реконструкция дороги, связанная с затратой значительных средств. Поэтому проблема предотвращения негативных последствий морозного пучения имеет важное народно-хозяйственное значение.

Практически все грунты (кроме скальных) могут быть подвержены морозному пучению. Непучинистыми можно считать только средние, крупные, гравелистые пески, если они не содержат пылевато-глинистые частицы, тогда как все остальные (суглинки, глины, супеси, мелкие и пылеватые пески) являются слабо, средне и сильно пучинистыми грунтами.

Количественным показателем пучинистости грунта является относительная деформация морозного пучения  $\varepsilon_{\text{п}}$ , равная отношению подъема ненагруженной поверхности грунта к толщине промерзающего слоя.

По относительной деформации морозного пучения грунты подразделяются согласно таблице [1].

**Разновидности грунтов в зависимости от относительной деформации морозного пучения**

№ п/п	Относительная деформация морозного пучения грунта $\varepsilon_{\text{п}}$ , доли ед.	Разновидность грунта
1	< 0,01	Практически непучинистый
2	0,01-0,035	Слабопучинистый
3	0,035-0,07	Среднепучинистый
4	>0,07	Сильнопучинистый и чрезмерно пучинистый

### **Способы борьбы с морозным пучением при устройстве фундаментов зданий и сооружений**

Вопрос отрицательного влияния морозного пучения особенно остро встает при строительстве малоэтажных зданий с небольшими нагрузками. Важно грамотно подходить к выбору слоя естественного основания, так как следует выбирать глубину заложения фундамента исходя не только из расчетной глубины промерзания, но и учитывать действие сил морозного пучения, приводящих к неравномерным деформациям и потере устойчивости.

Опираясь на опыт эксплуатации искусственных сооружений и фундаментов зданий, М.Ф. Киселев предложил разделить мероприятия против деформаций фундаментов от морозного выпучивания на следующие типы:

- инженерно-мелиоративные (направленные на снижение величины деформации выпучивания),
- строительно-конструктивные (по снижению или предотвращению повреждений зданий и сооружений под действием деформаций и сил морозного пучения грунтов)
- термохимические (оказывающие влияние на снижение удельных касательных и нормальных сил морозного пучения) [2].

Основная причина деформаций зданий и сооружений от морозного пучения – наличие воды в промерзающих грунтах, поэтому работы, направленные на осушение грунтов, считаются первостепенными.

Инженерно-мелиоративные мероприятия сводятся к осушению грунтов и недопущению их водонасыщения в зоне сезонного промерзания и ниже ее на 2–3 м. Мероприятия по водопонижению могут быть как временными (применение иглофильтров, осушительных водоотводных канав), так и постоянными. К последним относятся закрытые дренажи с укладкой гончарных или асбестоцементных труб разного диаметра, капитальные водосборные галереи, колодцы с устройством водоотлива и т. д. [3].

К конструктивным мероприятиям, направленным на снижение и преодоление касательных сил морозного пучения фундаментов, относятся применение столбчатых фундаментов, уменьшение площади боковой поверхности фундамента в слое сезонного промерзания, повышение нагрузок на фундаменты, применение конструкций фундаментов анкерного типа, замена пучинистого слоя грунта непучинистым при засыпке пазух у фундаментов, снижение глубины промерзания грунтов, снижение прочности смерзания грунта с плоскостями фундаментов и т. д. [3].

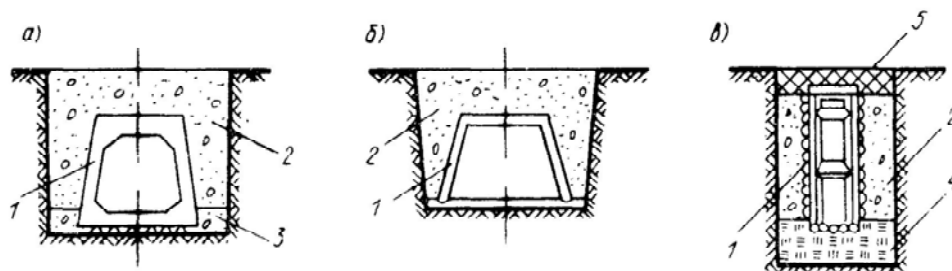


Рис. 1. Виды водоотводимых сооружений:

а – схема железобетонного лотка; б – схема закрытой траншеи; в – схема деревянного лотка; 1 – водоотводимое сооружение; 2 – песчано-гравийная засыпка; 3 – подготовка из тощего бетона; 4 – трамбованная глина или тяжелый суглинок; 5 – слой теплоизоляции

Термохимические мероприятия направлены на регулирование теплообмена промерзающих грунтов. К ним относятся: обогрев фундаментов возле грунтов, засоление грунта, засыпки пазух, обмазка поверхностей фундаментов непрочно смерзающимися материалами (битумные обмазки, засыпки гидрофобным грунтом, эпоксидные смазки и др.), обертка столбчатых фундаментов бризолом или рубероидом.

К современным технологиям улучшения свойств грунтов можно отнести применение геосинтетических материалов, которые используются для различных способов армирования грунтовых массивов. [4] Это связано с тем, что местный грунт является одним из самых дешевых и легкодоступных материалов на строительной площадке.

Наиболее широко армирование грунтовых оснований применяется для усиления оснований зданий и сооружений, в транспортном строительстве, а также при сооружении хранилищ различных отходов.

#### **Способы борьбы с морозным пучением в транспортном строительстве**

В настоящее время в дорожном строительстве применяют различные технологические приемы борьбы с морозным пучением, такие как армирование, теплоизоляция, гидроизоляция и т. п.

**Армирование геосинтетическими материалами** оснований подверженных деформациям грунтовых массивов, является одним из способов улучшения прочностных и деформативных свойств грунтов и при этом позволяет снизить затраты на устройство нулевого цикла [5]. Исследования конструкций из армированного грунта и опыт их применения показали ряд преимуществ их по сравнению с традиционными конструкциями: возможность использования местного грунта в качестве основного строительного материала; возможность строительства в любых грунтовых условиях; невысокая стоимость при скорости и простоте возведения.

В качестве армирующих применяется большое число различных материалов. В настоящее время повсеместно отказались от использования металлической арматуры из-за больших затрат на антикоррозионные мероприятия и начали широко применять синтетические материалы.

Геосинтетика – быстроразвивающееся семейство материалов, используемых в геотехническом строительстве.

Основные типы геосинтетических материалов:

- геотекстильные материалы;
- георешетки;
- геосетки;
- геомембраны;
- геокомпозиаты.

В настоящее время уже накоплен большой опыт применения армированных оснований, который выявил высокую эффективность использования таких конструкций. В основном применяются четыре вида армированных оснований:

- с однослойным армированием горизонтальной прослойкой верхнего контактного слоя;
- с многорядным армированием горизонтальными прослойками;
- с армированием вертикальными и наклонными сваями;
- со смешанным армированием трехмерными, двухмерными и одномерными элементами различной ориентации.

При возведении фундаментов малонагруженных зданий и сооружений, оснований дорожной одежды и земляного полотна на слабых грунтах обычно применяют однослойное армирование горизонтальными прослойками. В данных условиях этот вид армирования оказывается наиболее эффективным.

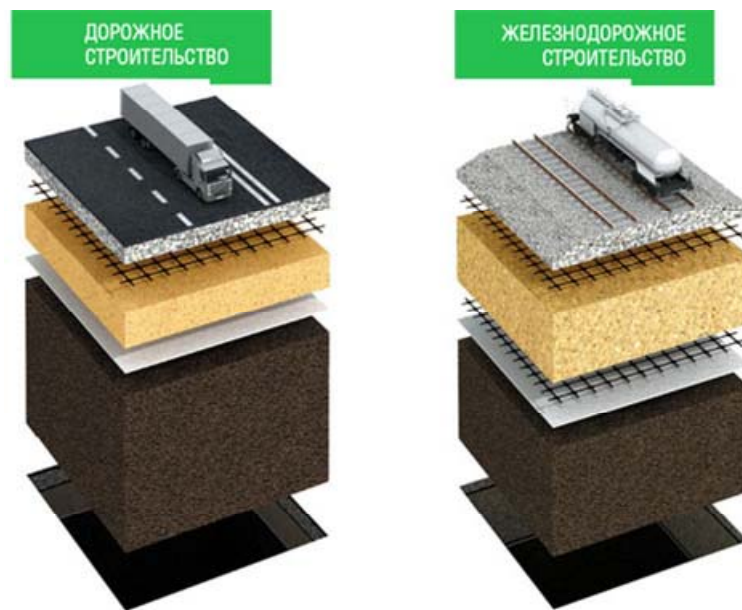


Рис. 2. Армирование геосинтетическими материалами

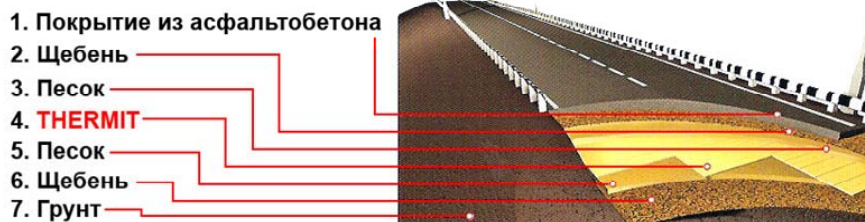
Для ликвидации имеющихся деформаций и стабилизации земляного полотна на пучиноопасных участках чаще всего выполняют **укладку теплоизоляционного покрытия из экструзионного пенополистирола** для предупреждения сезонного промерзания, пучения и оттаивания. Этот метод был признан наиболее эффективным в самых неблагоприятных условиях, при затрудненном поверхностном водоотводе и в зонах повышенных силовых воздействий [6].

Покрывтия из пенополистирола и геотекстиля при усилении основной площадки земляного полотна устраиваются под балластным слоем с целью создания морозозащитного или разделительного слоя. Покрытие из пенополистирола в качестве морозозащитного слоя применяется при необходимости предотвращения деформаций земляного полотна, связанных с морозным пучением грунтов. Разделительный слой из пенополистирола назначается при недостаточной прочности грунтов основной площадки земляного полотна или необходимости отделения очищенного слоя щебня от оставляемого ниже загрязненного балласта.

Покрывтия устраиваются в ходе работ по глубокой очистке балластной призмы без снятия путевой решетки машинами, обеспечивающими необходимую глубину, ширину и ровность поверхности вырезки старого балласта.



**Применение плит THERMIT при строительстве автомобильных дорог**



**Применение плит THERMIT при строительстве железнодорожных магистралей**

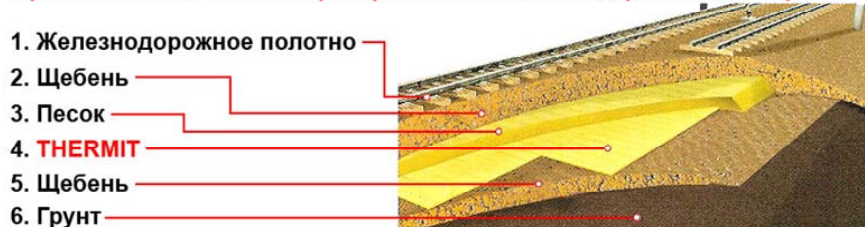


Рис. 3. Применение плит Thermit в дорожном строительстве

**Гидрофобизация**, то есть придание грунту водоотталкивающих свойств производится посредством обработки его небольшим количеством вяжущего материала. В качестве вяжущего могут применяться: жидкие нефтяные битумы, жидкие каменноугольные дегти, торфяные и древесные дегти, фурфурол-анилиновые смолы и другие материалы [7]. Укрепленные грунты в зависимости от примененных добавок могут выполнять функции гидроизоляционных, теплоизолирующих или морозозащитных слоев.

Для придания грунту прочности и водостойкости в жидкие битумы целесообразно добавлять поверхностно-активные вещества – органические, кислоты и фенолы в сочетании с добавками в грунт мелких доз свежегашеной извести.

В грунтах, после насыщения различными катионами (одно-, двух- и трехвалентными), миграция воды и пучение при промерзании усиливаются в соответствии с валентностью катионов. В сильно пучинистых грунтах, преимущественно пылеватых, основная масса льда скапливается в верхней зоне земляного полотна. В гидрофобных грунтах не происходит смачивание, и перераспределение воды при промерзании отсутствует лишь в первых циклах замерзания и оттаивания. При повторных циклах отмечается резкое уменьшение льдовыделения [8].

Гидрофобизаторы вызывают максимальное понижение поверхностной энергии минеральных частиц, а также препятствует миграции воды в зону промерзания, и пучение грунта значительно снижается.

Добиться устойчивой гидрофобизации грунтов довольно сложно, так как через некоторое время гидрофильность грунтов восстанавливается. Кроме того, вызывает технологические трудности процесс обработки гидрофобизирующими веществами. Тем не менее, в связи с совершенствованием приемов гидрофобизации грунтов для борьбы с пучением, продолжается изучение данных проблем [9].

**Заключение**

Строительство на пучинистых грунтах с каждым годом становится реальнее, эффективнее и безопаснее благодаря внедрению новейших разработок. Многолетний опыт предшествующих лет помогает спрогнозировать возможное поведение основания и максимально снизить его губительное действие.

Внедрение современных технологий, таких как применение синтетических армирующих материалов и гидрофобизаторов в сезоннопромерзающих грунтах, несомненно, является целесообразным, так как позволяет реально увеличить несущую способность и жесткость грунтовых оснований, а также уменьшить деформации. Однако «новинки» еще не до конца показали себя и требуют длительного мониторинга. Перед нами стоит необходимость продолжить изучение характера взаимодействия этих

материалов с грунтом, а также совершенствовать конструктивные решения фундаментов, подготовку грунтов в основании, приспособление зданий и сооружений к деформациям морозного пучения.

### Литература

1. ГОСТ 28622-90. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости / Госстрой СССР. – М.: Стандартиформ, 2005. – 6 с.
2. *Киселев М. Ф.* Предупреждение деформации грунтов от морозного пучения / М. Ф. Киселев. – Л.: Стройиздат, 1985. – 130 с.
3. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов / ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1986. – 72с.
4. Руководство по применению полимерных материалов (пенопластов, геотекстилей, георешеток, полимерных дренажных труб) для усиления земляного полотна при ремонтах пути / МПС России. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 110 с.
5. *Кудрявцев С. А.* Проблемы реконструкции насыпей железных дорог в условиях сурового климата / С. А. Кудрявцев // Реконструкция городов и геотехническое строительство: сетевой журн. – 2002. – URL: <http://www.geogec.spb.ru/journals/05/19/19.htm> (дата обращения: 15.03.2015).
6. *Вельсовский А. Ю.* Новый метод обеспечения устойчивости конструкций дорог к воздействию морозного пучения / А. Ю. Вельсовский, Б. Н. Карпов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 1. – С. 59–68.
7. *Кочерга В. Г.* Применение гидрофобизированных цементогрунтов в нижних слоях дорожной одежды / В. Г. Кочерга, В. В. Зырянов, А. В. Ланко // Инженерный вестник Дон. – 2012. – № 2. – С. 650–652.
8. *Невзоров А. Л.* Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах: учеб. пособие / А. Л. Невзоров. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 150 с.
9. *Нерсесова З. А.* Морозное пучение грунтов и способы защиты сооружений от его воздействия / З. А. Нерсесова. – М.: Транспорт, 1967. – 187 с.

### УДК 69.0

*Рашид Абдуллоевич Мангушев*, д-р техн. наук,  
профессор

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Владимир Викторович Конюшков*, канд. техн. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Антон Васильевич Пятница*, студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Ефим Андрианович Тучин*, студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: ramangushev@yandex.ru,*

*v.konyushkov@mail.ru,*

*pyatnicza.anton@mail.ru,*

*fikus\_rabota@mail.ru*

*Rashid Abdullovich Mangushev*, Dr of Tech.Sci.,  
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Vladimir Viktorovich Konyushkov*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Anton Vasilyevich Pyatnitsa*, student

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Yefim Andrianovich Tuchin*, student

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: ramangushev@yandex.ru,*

*v.konyushkov@mail.ru,*

*pyatnicza.anton@mail.ru,*

*fikus\_rabota@mail.ru*

## ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ГРУНТАХ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

### PROBLEMS DEVELOPMENT OF UNDERGROUND SPACE IN DENSE URBAN AREAS ON SENSITIVE SOILS IN SAINT-PETERSBURG

Рассмотрены основные факторы, влияющие на здания соседней застройки, при разработке котлована в условиях плотной городской среды на чувствительных грунтах города Санкт-Петербург. Предложены мероприятия, позволяющие повысить эффективность ведения работ в данных условиях. Рассмотрены при-

чины развития деформаций зданий соседней застройки. На основании результатов обследования, рассмотренного в статье объекта, и инженерно-геологических условиях площадки строительства сделаны выводы и даны соответствующие рекомендации по сведению к минимуму осадок зданий прилегающей застройки, выпадающих в радиус зоны влияния строительства.

*Ключевые слова:* геотехнический мониторинг, здания соседней застройки, ограждение котлована, слабый грунт, численное моделирование.

The article describes major factors affecting the neighboring building development, the design of the pit in a dense urban environment on sensitive soils of the Saint-Petersburg. The measures that improve efficiency of work in these conditions. The causes of deformations of buildings adjacent building. Based on the survey results discussed in the article object and geotechnical conditions of the construction site of the conclusions and recommendations are appropriate to minimize sediment buildings adjacent buildings falling within the radius of the zone of influence of construction.

*Keywords:* geo-technical monitoring, neighboring buildings development, fencing of trench, soft ground, computational modeling.

## Введение

Строительство зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки является трудной задачей. В последнее время актуальность этой проблемы значительно возросла: в Санкт-Петербурге, Москве и других крупных городах, где отсутствуют территории, свободные от застройки, с каждым годом проектируется все большее количество зданий и сооружений разного назначения.

Основной задачей при освоении подземного пространства в городской среде является сохранение уже существующих зданий и сооружений. Величины дополнительных осадок существующей застройки в зависимости от конструктивной схемы и категории состояния здания или сооружения находятся в пределах от 1 до 5 сантиметров и ограничиваются требованиями СП 22.13330.2011 [1].

Наиболее опасным и сложно прогнозируемым свойством грунтов Санкт-Петербурга является их чувствительность к внешним воздействиям. При внешних механических воздействиях чувствительные тиксотропные и водонасыщенные грунты резко снижают свои прочностные и деформационные характеристики. При устройстве котлованов в плотной городской застройке используются различного рода конструктивные и технологические мероприятия по ограждению котлованов, обеспечивающие их устойчивость и минимальную осадку зданий прилегающей застройки. Неверно организованное производство строительных работ вызывает разрушающие механические воздействия на структуру тиксотропных грунтов в основании фундаментов, что зачастую приводит к дополнительным осадкам.

Рассмотрим проблему устройства котлована в условия плотной городской застройки на чувствительных грунтах на основании научно-технического сопровождения строительства подземной части медицинского центра.

## Сведения об объекте

Строящийся многофункциональный медицинский центр находится в центральной части Санкт-Петербурга на участке, который был ранее занят старыми служебными постройками, снесенными в процессе строительства. В непосредственной близости от объекта расположены больничные корпуса – здания старой постройки и несколько жилых населенных домов. Минимальное расстояние от ограждения проектируемого котлована до стен зданий соседней застройки 8 метров.

Устройство свайного фундамента с плитным ростверком, под строительство нового медицинского центра, подразумевает под собой разработку котлована в условиях плотной городской застройки с использованием технологических мероприятий для его ограждения.

## Инженерно-геологические изыскания и гидрогеологические условия строительной площадки

В геоморфологическом отношении исследуемая территория расположена в пределах Приневской низины. Геологическое строение площадки представлено большим разнообразием грунтов. Из составленных геологических разрезов видно, что ряд слоев выклинивается, другие слои залегают линзами. В пределах глубины 30 м идентифицировано 12 ИГЭ.

Грунты, залегающие на рассматриваемой территории, характеризуются отрицательными строительными свойствами, представленными в таблице.

**Характеристика геологического напластования площадки освоения**

№ ИГЭ	Описание инженерно-геологического элемента	Отрицательные строительные свойства	Мощность слоя, м		Абсолютные отметки подошвы слоя, м	
			От	До	От	До
<u>Современные техногенные отложения (IV)</u>						
1	Насыпной грунт – песчано-глинистая смесь (преимущественно пески разной крупности) со строительным мусором (куски древесины, битый кирпич и др.), с примесью органических веществ, с гнездами торфа, у поверхности встречается асфальтовое покрытие, мощностью 0,2 м.	Неоднородны по составу и свойствам, неравномерно уплотнены, содержат органику, обладают различной сжимаемостью	1,20	3,80	4,20	1,50
<u>Современные морские, озерные отложения (m I IV)</u>						
2	Супесь пылеватая, текучая, слабозаторфованная, с прослоями песка, гнездами торфа, древесными остатками, коричневая.	Отличается повышенной гидрофильностью, неустойчивой консистенцией, высокой сжимаемостью и низкой прочностью.	0,3	1,6	–	–
3	Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой, с прослоями супеси, с примесью органических веществ.	Чувствительны к нарушению естественного сложения, в частности при действии динамических нагрузок могут приобретать плавунные свойства.	0,7	2,6	2,2	1,3
4	Песок пылеватый, плотный, насыщенный водой, с растительными остатками, серый. Слой встречен повсеместно.		1,4	2,2	–0,8	–1,9
5	Песок крупный, плотный, насыщенный водой, с гнездами песка разной крупности, серый.		2,1	2,1	–0,8	3,3
<u>Верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения (lg III)</u>						
6	Суглинок тяжелый пылеватый, текуче-пластичный, местами до текучего, ленточный, с тонкими прослоями песка, серовато-коричневый.	Характеризуется текуче-пластичной консистенцией и невысокими значениями физико-механических характеристик, могут сжиматься значительно и неравномерно, при нарушении естественного сложения дополнительно ухудшают свойства.	0,6	5,6	–2,1	–6,9
7	Суглинок легкий пылеватый, текуче-пластичный, слоистый, с прослоями песка, с редким гравием, серый.		0,5	4,2	–	–

№ ИГЭ	Описание инженерно-геологического элемента	Отрицательные строительные свойства	Мощность слоя, м		Абсолютные отметки подошвы слоя, м	
			От	До	От	До
8	Песок средней крупности, плотный, насыщенный водой, с гнездами песка разной крупности, супеси, неоднородный, коричневатого-серый и серый.	Чувствительны к нарушению естественного сложения, в частности при действии динамических нагрузок могут приобретать пльвунные свойства.	2,5	5,6	-9,7	-10,7
9	Песок пылеватый, плотный, насыщенный водой, с гнездами песка разной крупности, с редким гравием, серый		2,0	5,1	-8,1	-14,8
10	Супесь пылеватая, пластичная, неяснослоистая, слоистая, с утолщенными прослоями песка, суглинка, с редким гравием, тиксотропная, серая.		0,7	5,2	-	-
<b>Верхнечетвертичные ледниковые отложения (г III)</b>						
11	Суглинок легкий пылеватый, тугопластичный, с редким гравием и галькой до 5–10 %, с линзами (гнездами) песка, коричневатого-серый и серый.	-	3,6	18,1	-	-
12	Суглинок легкий пылеватый, полутвердый, с редким гравием и галькой до 5–10 %, с линзами (гнездами) песка, коричневатого-серый и серый.	-	0,5	11,8	-	-

Уровень грунтовых вод установлен на абсолютных отметках от 2,8 до 4,2 м. Водовмещающими являются озерно-морские пески – слои ИГЭ-3, 4. В песке пылеватом плотном (ИГЭ-9) содержатся межпластовые воды с напором 5–8 м и подъемом до уровня грунтовых вод со свободной поверхностью.

На основании результатов проведенных инженерно-геологических исследований, были сделаны выводы и даны соответствующие рекомендации:

- инженерно-геологические условия площадки относятся к III (высокой) категории сложности по СП 11–105–97, приложение Б;
- в качестве естественного основания для плитного ростверка рекомендуются пески пылеватые (ИГЭ-3), с глубиной залегания 3,40 м;
- в качестве основания под острие свай на проектируемой глубине 28–30 м служат ледниковые суглинки тугопластичной и полутвердой консистенции (ИГЭ-11, 12);
- рекомендуется применять щадящие для окружающих сооружений и грунта основания технологии производства работ;
- нормативные и расчетные характеристики прочностных и деформационных характеристик грунта, выявленных в результате исследований, принимаются только при условии сохранения естественного сложения грунтов;
- при проектировании необходимо предусмотреть специальные мероприятия:
  - при отрывке котлована предусмотреть мероприятия, исключающие возможность дальнейшего разуплотнения, увлажнения и промерзания грунтов;
  - рекомендуется учесть опыт реконструкции (строительства) и проектирования в рассматриваемом районе;
  - предусмотреть устройство бортов котлована и водоотлив.

### Состояние несущих конструкций зданий соседней застройки

Для определения технического состояния несущих конструкций зданий специалистами проводилось обследование их подземной и надземной частей.

Конструктивная схема почти всех зданий – бескаркасная, с несущими продольными и поперечными стенами. Здания разной этажности и назначения. Почти все несущие стены выполнены из кирпича.

Фундаменты зданий соседней застройки вдоль внутренних фасадов по конструкции ленточные, по устройству на естественном основании, по материалу бетонные, железобетонные и в виде бутовой кладки на известковом растворе. Глубина заложения подошвы фундаментов составляет 0,3–3,0 м. Уровень подземных вод расположен на глубине 2,5–3 м от уровня планировки.

На основании результатов обследований, сделанных в 2011 г., и в соответствии с приведенными в них рекомендациями, строительство было разрешено. По техническому состоянию конструкций здания соседней застройки были отнесены к ограниченно работоспособным.

Согласно геотехническому обоснованию сделаны выводы, что прогнозируемые осадки зданий соседней застройки будут меньше максимально допустимых, которые не должны превышать от 1 до 2 см.

В качестве ограждения котлована использовался шпунт Ларсен, длиной 22 м с одним распором на глубине 1,5 м от поверхности земли. Были выполнены расчеты шпунтового ограждения котлована и сделаны выводы, что дома, примыкающие к проектируемому зданию, не требуют усиления фундаментов или иных несущих конструкций.

В процессе разработки котлована были вызваны вибрационные и динамические нагрузки, которые привели к расструктуриванию грунта и, как следствие, осадке соседних зданий, что привело к образованию и раскрытию трещин. Работы были остановлены. На место строительства были приглашены специалисты, которыми повторно были выполнены работы по инженерному обследованию строительных конструкций, геотехническому сопровождению и контролю технического состояния объектов окружающей застройки с рекомендациями по дальнейшей разработке котлована и предотвращению дополнительного развития осадок зданий соседней застройки.

Для определения конструкции и технического состояния основания и фундаментов зданий было откопано двадцать семь исследовательских шурфов. Для определения физико-механических свойств грунтов в лабораторных условиях, из-под подошвы фундамента были отобраны образцы. Оценка прочности кладки фундаментов осуществлялась неразрушающим методом в откопанных шурфах. Для этого применялся электронный прибор ИПС-МГ 4.03, предназначенный для оперативного и лабораторного контроля прочности и однородности кирпича, камня, бетона и раствора методом ударного импульса.

Для определения других физико-механических свойств грунтов было выполнено динамическое зондирование – процесс погружения зонда в грунт под действием ударной нагрузки с измерением показателей сопротивления грунта внедрению зонда.

На основании вышеизложенных результатов обследований, в программном комплексе Plaxis 8 было выполнено численное моделирование основания и фундаментов вдоль внутренних фасадов зданий соседней застройки.

Выявление дефектов обследуемых конструкций надземной части выполнялось путем визуального осмотра с применением оптического оборудования. Для корректного описания конструктивных элементов и проведения поверочных расчетов выполнялись выборочные обмеры надземных конструкций.

Для определения прочностных характеристик кирпичной кладки основных несущих стен зданий применялись неразрушающие методы контроля. Испытание кирпича и раствора кладки производилось методом ультразвукового прозвучивания. Общие деформации зданий измерялись методами инженерной геодезии. В ходе проведения геодезических измерений выполнено нивелирование линий верха цоколей по фасадам зданий.

При обследовании были обнаружены следующие дефекты и повреждения несущих конструкций:

- горизонтальные, вертикальные и наклонные трещины шириной раскрытия от 0,5 до 50 мм;
- трещины в перекрытиях шириной раскрытия до 2 мм;
- замачивание и биоповреждение по деревянным элементам стропил;
- сеть трещин по штукатурному слою;
- разрушение защитного слоя бетона с оголением и коррозией арматуры и другие повреждения.

На основании результатов обследования здания были отнесены ко II (удовлетворительная) и III (неудовлетворительная) категориям технического состояния по СП 22.13330.2011. 11.3.6. Категория технического состояния конструкций зданий по ГОСТ 31937–2011 – ограниченно-работоспособное состояние [2].

### **Причины развития деформаций соседней застройки**

Основными причинами интенсивного развития осадок фундаментов соседней застройки является комплексное воздействие следующих основных факторов:

1. Ограниченно работоспособное техническое состояние фундаментов зданий соседней застройки.

2. Технологическое влияние строительства в условиях сильнодеформируемых и чувствительных грунтов, подстилающих основание фундаментов зданий соседней застройки.

При обследовании фундаментам здания присвоено ограниченно-работоспособное техническое состояние, в связи с наличием следующих дефектов:

- пустые швы в бутовой кладке фундаментов в результате процесса выщелачивания известкового раствора;
- отсутствие связности и совместной работы некоторых камней бутовой кладки;
- разрушение кирпичной кладки некоторых наружных стен в уровне обреза фундаментов на глубину до 25 см вследствие длительной эксплуатации в грунте с увлажнением-высушиванием-промерзанием-оттаиванием;
- наличие практически полностью сгнивших деревянных лежней в основании некоторых фундаментов.

Наличие дефектов и повреждений, привело к снижению несущей способности, но опасность внезапного обрушения отсутствует. Функционирование и эксплуатация конструкций возможны при мониторинге технического состояния, и в случае необходимости при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и грунтов основания [3].

На данной строительной площадке работали машины и механизмы, погружалось шпунтовое ограждение, выполнялось свайное поле из буронабивных свай, производилась откопка котлована и т. д. Все эти работы оказывали серьезное технологическое влияние на чувствительные тиксотропные грунты в основании фундаментов зданий соседней застройки и, как следствие, вызвали расструктуривание грунта.

Согласно численному моделированию, прогнозируемые величины максимальных дополнительных осадок зданий соседней застройки при разработке котлована существенным образом зависят от степени сохранения структурных связей в водонасыщенных глинистых грунтах малой степени литификации. При сохранении структурных связей горизонтальные смещения ограждения котлована минимальны (по расчету – не более 3–4 мм), что приводит к незначительной осадке соседних зданий (порядка 1 мм). В случае нарушения структурных связей осадки соседней застройки возрастают до 30–60 мм, что в 1,5–3 раза выше предельно допустимых. Таким образом, согласно результатам окончательного численного моделирования, прогнозируемые максимальные дополнительные осадки фундамен-

тов зданий соседней застройки при разработке котлована до проектной отметки в случае нарушения природной структуры слабых глинистых грунтов составили 20–60 мм.

Для обеспечения сохранности зданий соседней застройки при откопке котлована для нового строительства было рекомендовано проведение следующих поэтапных мероприятий, которые были реализованы при дальнейшем производстве работ:

1. Работы осуществлялись при постоянном мониторинге окружающей застройки.
2. Разработка грунта в середине котлована до проектной отметки с выполнением откоса в 45 градусов, с последующим устройством пластового дренажа и бетонной подготовки.
3. Разработка земляной бермы ниже середины с последующим устройством пластового дренажа и бетонной подготовки.
4. Устройство армирования и бетонирования фундаментной плиты, вплотную подведенной к шпунтовому ограждению в месте разработанного грунта.
5. Установка наклонных подкосов выше разработанного грунта.
6. Разработка грунта котлована на участке 6 с последующим устройством пластового дренажа, бетонной подготовки, армирования и бетонирования фундаментной плиты.
7. Разработка грунта котлована на участке 7 с последующим устройством пластового дренажа, бетонной подготовки, армирования и бетонирования фундаментной плиты.
8. Выполнение холодных швов бетонирования с гидрошпонками.

Все строительные работы нулевого цикла рекомендовалось вести с использованием максимально щадящих технологий и в соответствии с согласованными проектами производства работ и настоящих рекомендаций.

В течение всего периода производства работ по захваткам не допускался демонтаж распорных креплений ограждения котлована.

За прошедшие 5 месяцев после проведенных мероприятий дополнительные осадки окружающей застройки составили не более 5–15 мм. Таким образом, рекомендованные и реализованные на объекте мероприятия, изложенные выше, продемонстрировали свою эффективность.

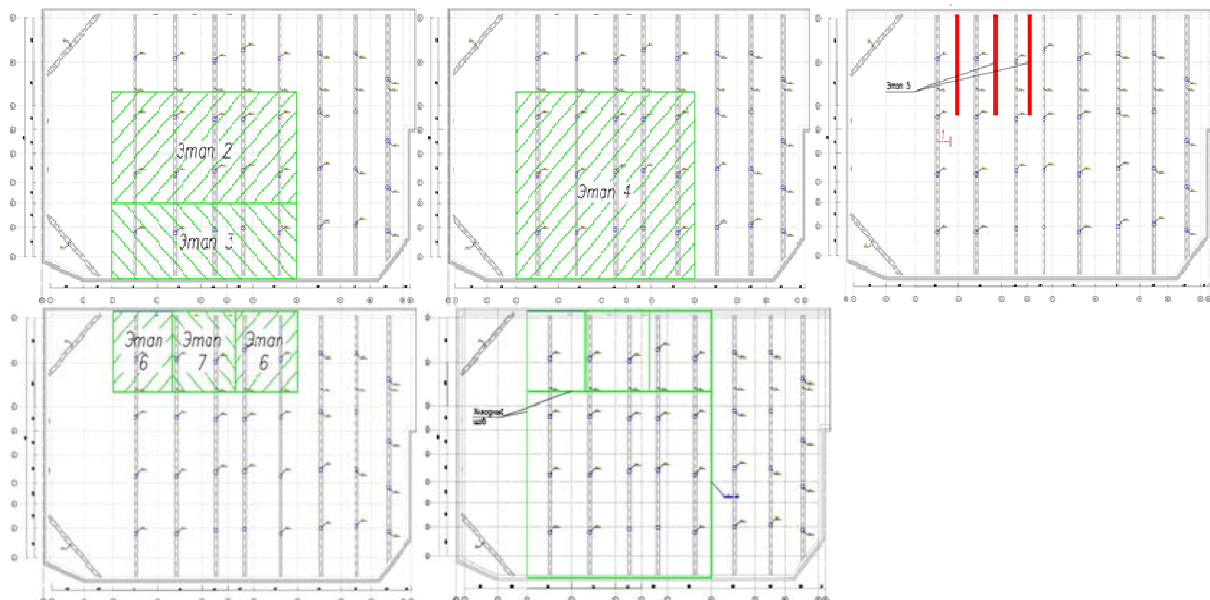


Рис. 1. Технологическая схема поэтапной разработки котлована



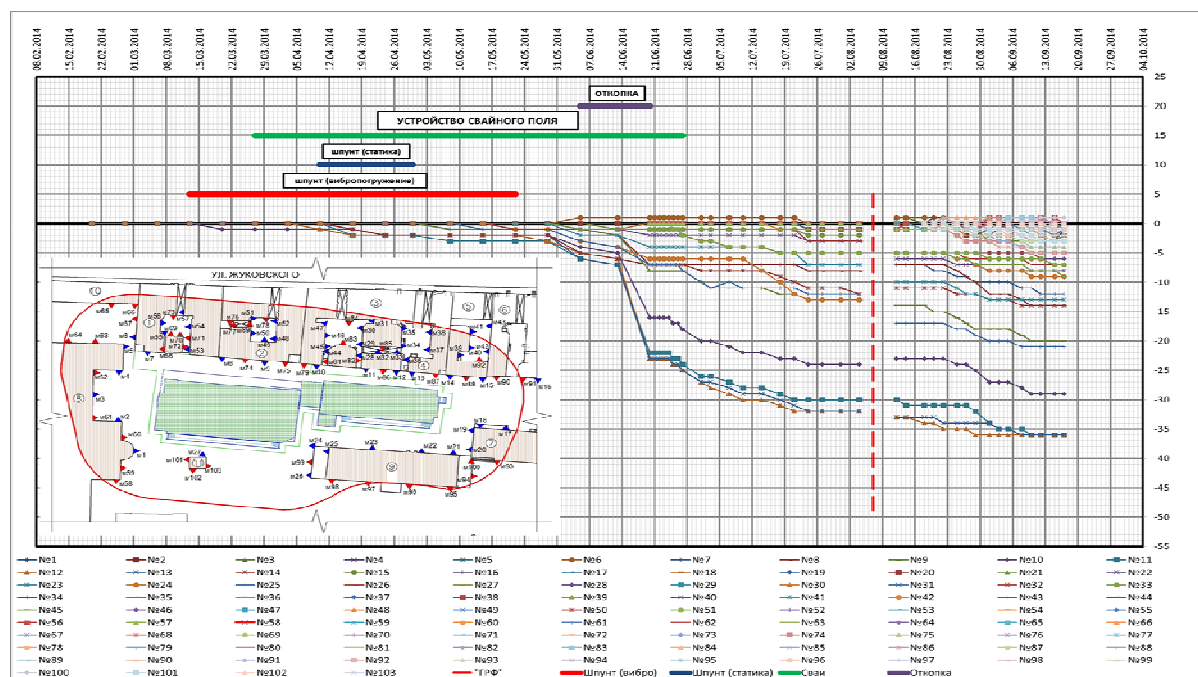


Рис. 2. График наблюдения осадок зданий прилегающей застройки

## Вывод

На основании вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы и дать соответствующие рекомендации:

- необходимо приступать к работе с детальным изучением информации об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях строительной площадки и техническом состоянии зданий соседней застройки;
- необходимо учитывать комплекс исходных данных при численном моделировании и давать рекомендации по сведению к минимуму осадок, полученных при расчете;
- производство работ необходимо выполнять только на основе детально разработанного проекта производства работ при этом должны учитываться технологические схемы, применяемые оборудования и механизмы, производство работ по захваткам и т. д.;
- в целях предотвращения расструктурирования чувствительных грунтов рекомендуется не использовать вибрационный метод погружения шпунтового ограждения и отдавать предпочтение статическому вдавливаю;
- в условиях слабых грунтов рекомендуется использовать щадящие технологии устройства буронабивных свай;
- рекомендуется поэтапная разработка котлована по захваткам от середины, с армированием и бетонированием фундаментной плиты;
- при необходимости рекомендуется разработка мероприятий по усилению фундаментов зданий соседней застройки;
- в настоящее время необходима разработка нормативного документа по изысканиям, проектированию и производству работ в условиях плотной городской застройки на чувствительных грунтах.

## Литература

1. Мангушев Р. А. Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах / Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова, В. В. Конюшков и др. – М.: АСВ, 2013. – 256 с.
2. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния / МНТКС. – М., 2012. – 89 с.
3. Мангушев Р. А. Геотехника Санкт-Петербурга / Р. А. Мангушев, А. И. Осокин. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 260 с.

**СЕКЦИЯ МАТЕМАТИКИ**

**УДК 519.21**

*Александр Евгеньевич Михайлов*, канд. физ.-мат. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: event\_horizon@inbox.ru*

*Alexander Evgenyevich Mikhailov*, PhD of Physics and Mathematics, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: event\_horizon@inbox.ru*

**ТОЧНОСТЬ АППРОКСИМАЦИИ УСТОЙЧИВЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ СУММ НЕЗАВИСИМЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН СО ЗНАЧЕНИЯМИ В АЛГЕБРАИЧЕСКИХ РАСШИРЕНИЯХ ПОЛЯ P-АДИЧЕСКИХ ЧИСЕЛ**

**THE ACCURACY OF APPROXIMATION OF SUMS OF INDEPENDENT RANDOM VARIABLES WITH VALUES IN AN ALGEBRAIC EXTENSION OF THE FIELD OF P-ADIC NUMBERS WITH STABLE DISTRIBUTIONS**

Получены обобщения оценок точности аппроксимации сумм независимых случайных величин устойчивыми распределениями, полученных ранее автором для случайных величин со значениями в поле p-адических чисел, на случай сумм нормированных сумм со значениями в алгебраических расширениях поля p-адических чисел. Полученные результаты аналогичны полученным ранее, для устойчивых распределений на поле p-адических чисел, результатам. Константы в полученных неравенствах зависят от нормы введенной на алгебраическом расширении поля p-адических чисел и особенностей поведения характеристической функции в окрестности нуля.

*Ключевые слова:* p-адические числа, алгебраические расширения поля p-адических чисел, устойчивые распределения, суммы независимых случайных величин, точность аппроксимации.

Generalizations estimates of the accuracy of approximation of sums of independent random variables stable distributions obtained earlier by the author for random variables with values in the field of p-adic numbers, in case the sums of normalized sums with values in an algebraic extension of the field of p-adic numbers. The results obtained are similar to the results previously obtained for stable distributions on the field of p-adic numbers. The constants in the inequalities obtained depend on the norm at algebraic extension of the field of p-adic numbers and the behavior of the characteristic function in the neighborhood of zero.

*Keywords:* algebraic extension of the field of p-adic numbers, stable distributions, sum of independent random variables, accuracy of the approximation.

Пусть  $K$  алгебраическое расширение поля  $Q_p$ . Снабдим его нормой  $\|x\| = |N_{K/Q_p}(x)|_p$ , где  $N_{K/Q_p}(x)$  – определитель матрицы соответствующей линейному отображению заданному умножением на  $x$ , если  $K$  рассматривать как линейное пространство над  $Q_p$ . Данная норма является ультраметрической, как и норма на  $Q_p$ . Обозначим  $R = \{x \in K, \|x\| \leq 1\}$  и  $P = \{x \in K, \|x\| < 1\}$ . Тогда  $R$  – кольцо, а  $P$  – его максимальный идеал и  $R/P$  – конечное поле из  $q = p^f$  элементов. Норма  $\|x\|$  принимает значения  $q^{-n}, n \in Z$ .

Подробную информацию о поле  $Q_p$ , его алгебраических расширениях и вероятностных распределениях на них см. [1–4].

Далее, обозначим  $u$  элемент  $K$  такой, что  $P = uR$ . Характеры на  $K$  имеют вид

$$\chi(x \bullet), \text{ где } \chi(y) = \exp\left(2\pi i \left\{ \text{Tr}_{K/Q_p}(u^{-d} y) \right\}_p\right).$$

Определим характеристическую функцию случайной величины  $X$ :

$$\varphi_X(x) = \int_{\Omega} \chi(xX(\omega)) dP.$$

Для устойчивых распределений характеристическая функция имеет вид:

$$\varphi(x) = \exp\left(\int_K (\chi(xy) - 1) dN(y)\right),$$

где мера  $N$  обладает следующим свойством –  $N(vB) = \gamma N(B)$ , для некоторого положительного  $\gamma$  и  $v = u^{k_0}$ . Тогда функция  $\psi(x) = \int_K (\chi(xy) - 1) dN(y)$  обладает свойством

$$\psi(vx) = \|\nu\|^\alpha \psi(x).$$

Для распределений на  $K$  определим семейство полуметрик:

$$v_{q^n}(P_1, P_2) = \left| P_1 * U_{q^n} - P_2 * U_{q^n} \right|_{TV},$$

где  $U_{q^n}$  – равномерное распределение на  $\{x \in K, \|x\| \leq q^n\}$ . Сходимость в каждой из этих полуметрик равносильна слабой сходимости.

**Лемма.** Для любого  $R = q^N > r = q^m$  имеет место неравенство:

$$v_{q^m}(P_1, P_2) \leq \frac{\sqrt{R}}{2} \left( \int_{B\left(0, \frac{1}{r}\right)} |\varphi_{P_1}(x) - \varphi_{P_2}(x)|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{R}{2} \left( \int_{B\left(0, \frac{1}{R}\right)} (1 - \varphi_{P_1}(x)) dx + \int_{B\left(0, \frac{1}{R}\right)} (1 - \varphi_{P_2}(x)) dx \right).$$

Данная лемма доказывается аналогично лемме для распределений на  $Q_p$  (см. [5]).

Пусть  $X_1, \dots, X_n$  независимые одинаково распределенные случайные величины с характеристической функцией

$$\varphi_X(x) = 1 + \psi(x) + \beta(x), \beta(x) = o(\|x\|^\alpha).$$

$Y_1, \dots, Y_n$  независимые устойчивые случайные величины с характеристической функцией

$$\varphi_Y(x) = \exp(\psi(x)).$$

Обозначим  $S_n = \frac{X_1 + \dots + X_n}{B_n}$  и  $Z_n = \frac{Y_1 + \dots + Y_n}{B_n}$  их нормированные суммы.

**Теорема 1.** Имеет место неравенство:

$$v_{q^m}(P_{S_n}, P_{Z_n}) \leq n v_{q^m} \left( \frac{P_X}{B_n}, \frac{P_Y}{B_n} \right)$$

**Доказательство.**

$$\begin{aligned} v_{q^m}(P_{S_n}, P_{Z_n}) &= \left| P_{S_n} * U_{q^m} - P_{Z_n} * U_{q^m} \right|_{TV} = \\ &= \left| \frac{P_{X_1}}{B_n} * U_{q^m} * \dots * \frac{P_{X_n}}{B_n} * U_{q^m} - \frac{P_{Y_1}}{B_n} * U_{q^m} * \dots * \frac{P_{Y_n}}{B_n} * U_{q^m} \right|_{TV} \leq \\ &= \sum_{i=1}^n \left| \frac{P_{X_i}}{B_n} * U_{q^m} - \frac{P_{Y_i}}{B_n} * U_{q^m} \right|_{TV} = n v_{q^m} \left( \frac{P_X}{B_n}, \frac{P_Y}{B_n} \right) \blacksquare \end{aligned}$$

**Теорема 2.** Выберем последовательность  $B_n = u^{N(n)}$  так, чтобы выполнялись неравенства:

$$0 < c \leq \frac{n}{\|B_n\|^\alpha} \leq C < \infty. \text{ Пусть } |\beta(x)| = g(x)\|x\|^\alpha. \text{ Тогда имеет место оценка:}$$

$$\begin{aligned} v_{q^m}(P_{S_n}, P_{Z_n}) &\leq \\ &\leq \frac{n\sqrt{R}}{\|B_n\|^\alpha} \left( \int_{B(0, q^{-m})} g^2\left(\frac{x}{B_n}\right) \|x\|^{2\alpha} dx \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{nK}{\|B_n\|^\alpha R^\alpha}, \end{aligned}$$

где  $K = \max \left( \frac{|1 - \varphi_X(x)|}{\|B_n\|^\alpha}, \frac{|1 - \varphi_Y(x)|}{\|B_n\|^\alpha} \right) \int_{B(0,1)} \|x\|^\alpha dx$ .

**Доказательство.** Используем предыдущую теорему и лемму. Заметив, что

$$\int_{B\left(0, \frac{1}{R}\right)} (1 - \varphi_X(x)) dx + \int_{B\left(0, \frac{1}{R}\right)} (1 - \varphi_Y(x)) dx \leq \frac{2K}{R^{\alpha+1}},$$

мы получим требуемое утверждение ■.

### Литература

1. *Владимиров В. С.* *p*-адический анализ и математическая физика / В. С. Владимиров, И. В. Волович, Е. И. Зеленев. – М.: Физматлит, 1994. – 352 с.
2. *Kochubei A. N.* Pseudo-Differential Equations and Stochastics over Non-Archimedean Fields / A. N. Kochubei. – New York: Marcel Dekker, 2001. – 336 p.
3. *Schikhof W. H.* Ultrametric calculus. An introduction to p-adic analysis / W. H. Schikhof. – Cambridge: Cambridge University Press, 1984. – 306 p.
4. *Yasuda K.* Semi-stable processes on local fields / K. Yasuda // Tohoku Math. – 2006. – J. 58. – P. 419–431.
5. *Михайлов А. Е.* Оценки скоростей сходимости к устойчивым распределениям на  $\mathbb{Q}_p$  / А. Е. Михайлов // Вероятность и статистика 20. Зап. научн. семин. ПОМИ. – 2013. – Т. 420. – С. 142–148.

### УДК 51(091)

*Галина Ивановна Синкевич*, канд. физ.-мат. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: galina.sinkevich@gmail.com*

*Galina Ivanovna Sinkevich*, PhD of Physics and  
Mathematics, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: galina.sinkevich@gmail.com*

## МЕТАФИЗИКА РИХАРДА ДЕДЕКИНДА

### RICHARD DEDEKIND'S METAPHYSICS

В XIX веке в математике проходит реформа строгости и обоснования, начатая О. Коши и продолженная К. Вейерштрассом. Теория множеств, создаваемая как обобщение арифметики, стала основой математики. Проблемы математического анализа – понимание действительного числа и непрерывности – стимулировали создание четырех новых концепций, возникших почти одновременно, около 1872 года. Автор одной из концепций, Рихард Дедекин (1831–1916), утверждал свободу математика создавать математические объекты при условии их непротиворечивости. В работе «Что такое числа и для чего они служат?» Дедекин формулирует теорему о бесконечности мира представлений.

*Ключевые слова:* Дедекин, концепция действительного числа, непрерывность, сечение, теория множеств, метафизика.

In the XIX century in mathematics passes reforms of rigor and ground, begun by Cauchy and extended by Weierstrass. Set theory was created as generalization of arithmetic, but it became the foundation of mathematics. The main problems of mathematical analysis: understanding the real number and continuity, stimulated the creation of four new concepts that appeared almost simultaneously, around 1872. The author of one of concepts, Richard Dedekind (1831–1916), claimed the freedom to create math mathematical objects with the condition of their consistency. In “Was sind und was sollen die Zahlen?” Dedekind formulated a theorem on the infinity of the mental world.

*Keywords:* Dedekind, concept of a real number, continuity, cut, set theory, metaphysics.

Математика XIX века создала удивительный феномен: в ней возникли внутренние разделы, не имеющие прикладной направленности, развитие которых было обусловлено только самой внутренней логикой и потребностью математики. Эти исследования были направлены на обоснование математики. Новые области и разделы появились в теории чисел и числовых систем (дзета-функция Римана, системы комплексных чисел, кватернионы и принцип постоянства формальных законов Ганкеля); возникают неевклидова геометрия, теория множеств, новые концепции непрерывности и действительного числа в основаниях математического анализа, новые разделы геометрии («Эрлангенская программа» Ф. Клейна). Оказалось, что математика, не связанная физическими или геометрическими интерпретациями, свободна и может порождать собственные объекты, на основе которых далее строятся новые теории. Многие из этих открытий впоследствии оказались востребованы и в приложениях: например, топология, теория графов, функциональный анализ, теория меры, теория вероятности. Концепции действительного числа появились в одно и то же время в работах Мере, Кантора, Дедекинда и Вейерштрасса [1]. В работах Гильберта был поставлен вопрос об их непротиворечивости, а затем в середине XX века Колмогоровым была доказана эквивалентность этих аксиоматических систем [2].

Первым обратил внимание на необходимость обосновать математику без обращения к физическим и геометрическим понятиям Бернард Больцано. В своей работе 1810 года «К вопросу об обосновании математики» [3] и в работах следующих лет он высказывал мысль о необходимости арифметизации математики, освобождения ее от понятий времени, движения и геометрической наглядности. До XIX века доказательства осуществлялись только в геометрии; в арифметике, анализе и алгебре утверждения объяснялись, сопровождалась примерами, но строгих доказательств не было. Первое в математическом анализе аналитическое доказательство привел Больцано в статье 1817 года [4]. В этой работе Больцано впервые сформулировал идею точной верхней грани, критерий сходимости последовательности, а в работах 1830-х годов сделал попытку осуществить определение числа через сечение. Заметим, что именно в работах Больцано были определены основные направления создания концепций непрерывности: принцип сходящихся последовательностей, принцип верхней грани и принцип сечения [5].

С 1821 года теоремы анализа в Париже начал доказывать Огюстен Коши. Реформу строгости в обосновании анализа, начатую им, продолжил в Берлине в своих лекциях Карл Вейерштрасс в 1856–1889 годах.

Ответом на потребность математики в обосновании понятия действительного числа и концепции непрерывности привела к появлению концепций Ш. Мере (1869) [6; 7], Г. Кантора и Э. Гейне (1872) [8; 9; 10] и Вейерштрасса (в работах 1870–1880 годов [11], его теоретическая арифметика, в изложении Э. Коссака, ученика Вейерштрасса, вышла в 1872 году [12]). Концепция француза Мере, основанная на последовательностях Коши, не была принята соотечественниками, ее оценили лишь столетие спустя, сейчас французы называют ее концепцией Мере – Кантора [7]. Концепция Вейерштрасса была основана на понятии агрегата, приближении числа десятичными дробями и понятии точной верхней грани [13]. Концепция Кантора, изложенная также его коллегой Гейне, была основана на фундаментальных последовательностях и сходящихся подпоследовательностях, в эквивалентной терминологии – на принципе вложенных отрезков. Концепция Дедекинда была

основана на понятии сечения [10]. В 1889 году Дж. Пеано логически обобщил концепцию Дедекинда, сформулировав первую аксиоматическую систему арифметики [14].

Немецкие авторы спорили о достоинствах каждой концепции, ставили вопрос о возможности установления взаимно-однозначного соответствия между геометрической прямой и числовой прямой. Структура строения этих объектов различна; прямая как континуум имела долгую историю изучения, а числовой континуум только начал рассматриваться математиками<sup>1</sup> XIX века. Вейерштрасс высказывал сомнения в том, что каждой точке прямой может быть поставлено в соответствие действительное число; Кантор утверждал, что это недоказуемо и постулировал это соответствие. Дедекинд на основании понятия сечения доказал непрерывность числовой прямой, непрерывность числового множества, после чего ввел взаимно-однозначное соответствие как аксиому (1872 год, Дедекинд, Р. Непрерывность и иррациональные числа).

Рассмотрим отношение Дедекинда к свободе математического творчества, выраженное в двух его основных работах 1872 [16; 17] и 1888 года [18; 19]. Дедекинд утверждал необходимость самостоятельности арифметики, ее независимости от других областей, «чтобы арифметика развивалась сама из себя» [17, с. 16]. При этом, если геометрическая прямая имеет материальную природу, то числа – это порождения человеческого ума, и математик свободен создавать их так, как считает необходимым: «Нужно создать числа таким образом, чтобы область чисел приобрела ту же полноту, или, скажем прямо, ту же непрерывность, как и прямая линия... Как отрицательные и дробные рациональные числа введены путем свободного творчества, и как вычисления с этими числами должны были

и могли быть сведены к законам вычислений с целыми числами, точно так же должно стремиться к тому, чтобы иррациональные числа были вполне определены через посредство рациональных чисел» [17, с. 16–17].

«Принятие свойства прямой линии быть непрерывной [через сечение] есть ни что иное, как аксиома, посредством которой мы только и признаем за прямой ее непрерывность, мысленно вкладываем (*hineindenken*) непрерывность в прямую. Если вообще пространство имеет реальное бытие, то ему *нет необходимости* быть непрерывным. Бесчисленные его свойства оставались бы теми же, если бы оно было разрывным. И если бы мы знали наверное, что пространство не обладает непрерывностью, то, при желании, нам все-таки ничто не могло бы сделать это непрерывным через мысленное заполнение его пробелов. Это заполнение должно было бы состоять в созидании новых точек и осуществлялось бы сообразно упомянутому принципу» [17, с. 18].

Работа Рихарда Дедекинда «Что такое числа и для чего они служат?» (1888) была переведена на русский язык в 1905 году и сейчас малодоступна [19]. Поэтому мы позволим себе привести довольно большую цитату из нее. Дедекинд утверждает существование внутреннего мира  $S$  – мира наших мыслей, независимого от внешнего мира.

Вот что пишет Дедекинд: «Числа суть свободные создания человеческого духа, и они служат средством, дающим нам легче и яснее постигать различие вещей. Строя науку о числах чисто логически и создавая в ней непрерывную числовую область, мы в состоянии точно исследовать наши представления о пространстве и времени, приводя последние в связь с созданной в нашем духе числовой областью.

Если мы точно проследим за тем, что мы делаем при счете множества или численности вещей, то мы придем к рассмотрению особой способности нашего духа – относить одну вещь к другой, создавать соответствие между двумя какими-либо вещами или же

---

<sup>1</sup> Теоретико-множественные представления в эпоху Возрождения и в Новое время, разумеется, были, например у М. Штифеля, Г. Галилея [15], но они не имели общего характера. Даже гениальные предвидения Больцано не были обоснованы теоретически, так как не был разработан логический аппарат.

отображать одну вещь с помощью другой; без этой способности, вообще говоря, никакая мысль невозможна...

Условимся на будущее понимать под *вещью* всякий объект нашего сознания.

Очень часто случается, что какие-либо различные вещи  $a, b, c, \dots$  из каких либо соображений рассматриваемые с некоторой общей точки зрения сразу бывают мыслимы в нашем сознании, мы же скажем в этом случае, что вещи  $a, b, c, \dots$  образуют *систему*  $S$ , и каждую из них будем называть *элементом* – они все содержатся в  $S$ , и обратно,  $S$  состоит из них...

Система  $S$  называется бесконечной, если она подобна какой-либо правильной своей части<sup>2</sup>, в противном случае  $S$  называется конечной системой...

*Теорема.* Существуют бесконечные системы. *Доказательство.* Наш мир представлений, то есть совокупность  $S$  всех тех вещей, которые могут быть объектами нашей мысли, – бесконечен. Дело в том, что если  $s$  есть элемент системы  $S$ , то мысль  $s'$  об  $s$ , как о предмете нашего сознания, сама является элементом системы  $S$ . Если теперь мы будем рассматривать  $s'$  как изображение  $\varphi(s)$  элемента  $s$ , то тогда мы получим в  $\varphi$  некоторое определенное отображение системы  $S$ , обладающее тем свойством, что изображение  $S'$  является частью  $S$ , и притом  $S'$  очевидно – правильная часть  $S$ , так как в  $S$  существуют такие элементы (например, наше собственное «я»), которые отличны от всякой такой мысли  $s'$ , и, следовательно, не содержатся в  $S'$ . Наконец, очевидно, что, если  $a$  и  $b$  – различные элементы в  $S$ , то их изображения  $a'$  и  $b'$  – также различны, то есть отображение  $\varphi$  – однозначно (подобно). Таким образом,  $S$  – бесконечна» [19, с. 11, 30].

Кантор, который горячо обсуждал с Дедекиндом создаваемую им теорию множеств, с восторгом относился к идеям Дедекинда. В письме к Дедекинду от 15 апреля 1882 года Кантор, обсуждая понятие связности континуума, писал: «Для создания понятия пространства нет никакой внутренней необходимости представлять последнее всюду непрерывным. Вы явно обратили внимание на этот момент в Вашем мемуаре о непрерывности. Тогда казалось бы естественным вывести непрерывность пространства из внешних обстоятельств, а именно из возможности непрерывного перемещения, т. е. движения, и таким было мое мнение довольно долго.

Но теперь последнее нельзя защищать, поскольку и в столь всюду разрывном пространстве, каким является пространство, обозначенное в моем письме через  $A$ , возможно непрерывное перемещение от любой одной точки к любой другой. И можно было бы, следовательно, вообразить модифицированную механику, справедливую для пространства  $A$ ?» [11, с. 356].

Дедекиннд сравнивал формирование понятие числа с многовековым, от Евклида, восхождением по лестнице «длинного ряда простых заключений, тщательного расчленения ряда мыслей. Обладание ими и вера в них никогда не дается нам непосредственно, но всегда приобретается только путем более или менее полного повторения отдельных заключений» [19, с. 3].

Период творчества Кантора и Дедекиннда приходился на значительные перемены в картине мира, в физике механистическая картина сменялась релятивистской, зарождалась квантовая механика. Процессы, изучаемые физикой, требовали большей свободы интерпретации и нового математического аппарата, создание которого являлось не отражением наблюдаемых явлений, а обобщением исторического опыта и чистым творчеством.

Дедекиннд вводит математическое творчество и его объекты в ранг математических понятий. Определяемый им мир  $S$  – мир мыслей – становится частью математики. Математика из науки, открывающей истины подобно астроному, преобразуется в науку, создающую истины подобно художнику или писателю.

<sup>2</sup> Является частью системы, не совпадая с ней.

## Литература

1. *Sinkevich G.* Concepts of a Numbers of C. Méray, E.Heine, G. Cantor, R. Dedekind and K. Weierstrass / *G. Sinkevich* // Technical Transactions. – 2014. – 1-NP. – P. 211–223.
2. *Колмогоров А. Н.* К обоснованию теории вещественных чисел / А. Н. Колмогоров // УМН. – 1946. – № 1. – С. 217–219.
3. *Bolzano B.* Beiträge zu einer begründeteren Darstellung der Mathematik / B. Bolzano. – Prag: Karl Barth., 1810. – 152 s.
4. *Bolzano B.* Rein analytischer Beweis des Lehrsatzes, daß zwischen zwey Werthen, die ein entgegengesetztes Resultat gewähren, wenigstens eine reelle Wurzel der Gleichung liege / B. Bolzano. – Prag: Gottlieb Haase, 1817. – 60 s.
5. *Синкевич Г. И.* Распространение и влияние идей Больцано на развитие анализа XIX века / Г. И. Синкевич // Бесконечномерный анализ, стохастика, математическое моделирование: новые задачи и методы. Проблемы математического и естественнонаучного образования. Тезисы и тексты докладов Международной конференции 15–18 декабря 2014 года. – Москва: РУДН, 2014. – С. 436–438.
6. *Méray Ch.* Remarques sur la nature des quantités définies par la condition de servir de limites à des variables données / Ch. Méray // Revue des Sociétés savantes, Sci. Math. phys. nat. – 1869. – (2) 4. – P. 280–289.
7. *Синкевич Г. И.* Развитие понятия непрерывности у Шарля Мере / Г. И. Синкевич // Труды X Международных Колмогоровских чтений: сборник статей. – Ярославль: Издательство ЯГПУ. – 2012. – С. 180–185.
8. *Синкевич Г. И.* Генрих Эдуард Гейне. Теория функций / Г. И. Синкевич // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: межвузовский тематический сборник трудов. Выпуск 18. Под редакцией д-ра физ.- мат. наук, проф. Б. Г. Вагера. СПбГАСУ. – СПб., 2012. – С. 6–26.
9. *Гейне Э.* Лекции по теории функций / Перевод и примечания Г. И. Синкевич // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: межвузовский тематический сборник трудов. Выпуск 18. Под редакцией д-ра физ.- мат. наук, проф. Б. Г. Вагера. СПб: СПбГАСУ. – 2012. – С. 26–46.
10. *Синкевич Г. И.* Понятие непрерывности у Дедекинда и Кантора / Г. И. Синкевич // Труды XI Международных Колмогоровских чтений: сборник статей. – Ярославль: Издательство ЯГПУ, 2013. – С. 336–347.
11. *Кантор Г.* Труды по теории множеств / отв. ред. А. Н. Колмогоров, А. П. Юшкевич; пер. Ф. А. Медведева и П. С. Юшкевича. – М.: Наука, 1985. – 485 с.
12. *Kossak E.* Die Elemente der Arithmetik, Programm Fried. / E. Kossak // rogramm Fiedrichs-Werder. Gumn. – Berlin, 1872.
13. *Синкевич Г. И.* Формирование топологических понятий в лекциях Вейерштрасса 1886 года / Г. И. Синкевич // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: межвузовский тематический сборник трудов. Выпуск 19. Под редакцией д-ра физ.- мат. наук, проф. Б. Г. Вагера. СПб: СПбГАСУ. – 2013. – С. 4–23.
14. *Peano G.* Arithmetices principia, nova methodo exposita / G. Peano. – Torino: Bocca, 1889. – 49 p.
15. *Синкевич Г. И.* Михаэль Штифель (1487–1567) и теоретико-множественные представления XVI века / Г. И. Синкевич // История науки и техники. – 2013. – № 10. – С. 11–16.
16. *Dedekind R.* Stetigkeit und irrationale Zahlen / R. Dedekind. – Braunschweig, Vieweg 1872. – 35 s.
17. *Дедекиндр Р.* Непрерывность и иррациональные числа / пер. с нем. О. С. Шатуновского. – Одесса: Матезис, 1923. – С. 9–31.
18. *Dedekind R.* Was sind und was sollen die Zahlen? / R. Dedekind. – 1 Auflage. – Braunschweig: Vieweg, 1888. – 79 s.
19. *Дедекиндръ, Р.* Что такое числа и для чего они служат? / пер. с нем. Н. Парфентьева. – Казань, 1905. – 80 с.

### УДК 51(091)

*Галина Ивановна Синкевич*, канд. физ.-мат. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: galina.sinkevich@gmail.com

*Galina Ivanovna Sinkevich*, PhD of Physics and  
Mathematics, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: galina.sinkevich@gmail.com

## ДМИТРИЙ МЕЙЕР – СЫН ПРИДВОРНОГО МУЗЫКАНТА

### DMITRY MEYER – THE SON OF A COURT MUSICIAN

Дмитрий Иванович Мейер (1819–1856), профессор права Казанского и Петербургского университетов, считается отцом русского гражданского права. Его сочинения переиздаются до сих пор. За свою короткую жизнь он создал основы отечественной цивилистики; блестящий лектор, он проповедовал социальную справедливость, осуждал крепостное право. Среди студентов, на мировоззрение которых он оказал решительное



тельное влияние, был молодой Лев Толстой. О семье и происхождении Дмитрия Мейера ранее было известно лишь то, что он сын придворного музыканта. Архивные исследования автора статьи позволили восстановить историю его семьи, родственную связь со знаменитым математиком Георгом Кантором.

*Ключевые слова:* Дмитрий Мейер, Георг Кантор, гражданское право, история России, XIX век.

Dmitry Ivanovich Meyer (1819-1856), professor of law at the Kazan and St. Petersburg Universities, is considered to be the father of Russian civil law. His writings have many editions. A brilliant lecturer, he preached social justice, condemned serfdom. Among his students whom he had a decisive influence, was a young Leo Tolstoy. About the origin of the family and Dmitry Meyer was previously known only that he was the son of the court musician. Archival research allowed the author to reconstruct the history of his family, kinship with the famous mathematician Georg Cantor.

*Keywords:* Dmitri Meyer, Georg Cantor, civil law, history of Russia, XIX century.

Дмитрий Иванович Мейер (1819–1856), профессор права Казанского и Петербургского университетов, сделал большой вклад в развитие гражданского права в России. Помимо его магистерской диссертации «Опыт о праве казны по действующему законодательству», докторской диссертации «О древнем русском праве залога» и монографии «О значении практики в системе юридического образования», остались его лекции по гражданскому праву, записанные и изданные его студентами. Мейер прожил недолгую, но яркую жизнь, умерев от чахотки в 36 лет. По поводу его происхождения было известно лишь, что он сын придворного музыканта.

В архивах Петербурга сохранились документы, открывающие историю этой семьи. А судьба семьи была богата талантами. Целью моего исследования была научная биография великого немецкого математика Георга Кантора (1845–1918), родившегося в Петербурге [1]. Членом этой же семьи был и Дмитрий Мейер. Об этом в письмах говорит математик Георг Кантор: «Мы говорили о моем покойном дяде Дмитрие Мейере, чей портрет висит рядом с портретом Лобачевского в комнате г-на Васильева<sup>3</sup>. Дмитрий Мейер (его отец и мать моего покойного отца были братом и сестрой) умер относительно молодым, будучи профессором права в Казани (в 1856)» [2, с. 269]. История семьи Дмитрия Мейера, найденная в петербургских архивах, публикуется впервые.

Предки Дмитрия Мейера происходили из Копенгагена, из семьи, которая приехала в Данию из Португалии. Георг Кантор вспоминает: «Мой покойный отец, Георг Вольдемар Кантор, умерший в Германии в 1863 году, со своей матерью ребенком приехал в Петербург, и был тотчас же окрещен в лютеранскую веру. Однако он родился в Копенгагене от родителей-евреев, которые принадлежали там к иудейской португальской общине, и, вероятнее всего, сами были испано-португальского происхождения» [2, с. 241].

В конце XV века Испанию и Португалию покинула большая группа преследуемых инквизицией иноверцев и новообращенных католиков [3]. От инквизиции старались убежать все. Эмиграция продолжалась несколько веков, направляясь в Бразилию и Европу. Большинство оседало в городах северной Европы, главным образом в Голландии, затем постепенно переселялось в немецкие и скандинавские земли, смешиваясь с местным населением.

В России XVIII–XIX веков фамилия Мейер была очень распространена среди иностранцев из Дании, Швейцарии, немецких княжеств. Только из Копенгагена в Петербурге в начале XIX века проживало несколько Мейеров.

*Купец Абрам Мейер из Копенгагена.*

В августе 1799 года в Кронштадт пришел датский торговый галиот «Ди Фрау Мария» с грузом пряностей и кофе. В гавани мест не было, и галеот<sup>4</sup> встал на рейде. Вот что случилось дальше. Как следует из рапорта директора таможни, «*Шкипер Тильзен с кораблем своим Ди Фрау Мария, нагруженным товаром, в 130 000 рублей оцененным, прибыл*

---

<sup>3</sup> Александр Васильевич Васильев (1853–1929) – русский математик, профессор Казанского и Петербургского, затем Ленинградского университетов.

<sup>4</sup> Sic!

из Копенгагена 16 августа 1799 года на Кронштадтскую рейду. В то время, когда получил паспорт, ветер был столь противен, что не мог выступить в море. Якорная стоянка его была такова, что по обеим сторонам суда могли проходить свободно и безопасно. В сем положении наехал на него идущий из Кронштадтской пристани военный корабль и висящим якорем проломил его столь сильно, что он тот же час принужден был потонуть со всем грузом. Хорошими распоряжениями был корабль поднят из глубины и приведен в Кронштадтскую купеческую пристань»<sup>5</sup>.

Торговцы (на корабле находился товар 20 купцов) потерпели убытки, среди них был копенгагенский купец, проживавший в Петербурге, Абрам Мейер. Он обратился к Павлу I не за компенсацией убытков, а с просьбой устроить судьбу его сыновей – принять их в русскую службу. С этой аудиенции начинается покровительство царской семьи Мейерам.

У Абрама Мейера было два сына – Осип и Гартвиг Иоганн, и две дочери. Семья была иудейского исповедания, и для того, чтобы дети могли жить и работать в Петербурге, сыновей окрестили в лютеранскую веру, Настасья приняла православие<sup>6</sup>, вторая дочь, имя которой неизвестно, приняла лютеранство.

Сыновей в сентябре 1799 года Павел I определяет придворными музыкантами в Театральную дирекцию: «21 января 1800 года. Его Императорское Величество высочайше указать соизволил престарелого копенгагенского купца Меера Абрамова, проживающего ныне здесь на Санкт Петербурге, детей его на службу никуда не определенных Осипа и Гартвига Меера определить на службу по его величества на театральной дирекции музыкантами с жалованьем каждому по пятьсот рублей на год»<sup>7</sup>.

Скрипач Гартвиг Мейер, Петербург. Двое сыновей престарелого копенгагенского купца остались служить при дворе. В 1803 году Осип умер. «Из кабинета Его Императорского Величества в контору Театральной дирекции. Из числа определенных по Именному Высочайшему указу к Театральной дирекции двух братьев Мееров с произведением от кабинета жалования по тысяче рублей на год один из них Осип Меер минувшего октября 22 числа умер, и следующее ему жалованье по день его смерти, по прошению выдано брату его Гартвиху Мееру, о чем Кабинет его Императорского величества оную Контору сим и уведомляет»<sup>8</sup>. Заметим, что ни о ком из артистов, даже более крупных, такой императорской заботы не было.

Гартвиг Иоганн Мейер, лютеранин, продолжает службу скрипачом в оркестре<sup>9</sup>. Еще холостой, не очень умелый музыкант («такого рода музыканты прежде сего таскались по улицам, талантами своими доставали себе пропитание»,<sup>10</sup> как выразился граф Гурьев о Гартвиге Мейере), на свое небольшое жалование содержит престарелую мать и сестер. Семья едва сводила концы с концами.

Гартвиг женился на Шарлотте Вульф в 1814 году, родились дети: Гелена Эмилия в 1815, Наталья-Мария в 1818, Дмитрий Иосиф в 1819, Александр в 1824 году, Адольф в 1826 году. Мейер просит об увеличении жалования, т. к. не может содержать себя с семьей. Был уволен, но по недостатку скрипачей взят обратно. В 1827 году приведен к присяге на вечное подданство России<sup>11</sup>.

Гартвиг Мейер служил музыкантом до 1828 года. Умер 26 марта 1867 года<sup>12</sup>. Жили Мейеры на Екатерининском канале, в доме аптекаря Тротта (Трутта) (в этом же доме жил

<sup>5</sup> РГИА Ф.13. Оп. 2. Д.167.

<sup>6</sup> РГИА Ф. 497. Оп.1 Д. 223. Л. 15.

<sup>7</sup> РГИА Ф.468. Оп. 4212/646. Д. 498; Ф. 466. Оп. 1. Д. 204.

<sup>8</sup> РГИА Ф. 497. Оп.1 Д. 72.

<sup>9</sup> РГИА Ф. 497. Оп.1 Д. 1463.

<sup>10</sup>РГИА. Ф. 468. Оп. 34. Д. 225. 14 Л.

<sup>11</sup> РГИА Ф. 497. Оп. 1. Д. 3369

<sup>12</sup> РГИА Ф. 468. Оп. 4, Д. 692, 2122

тогда молодой Гоголь), а к 1844 году в Средней Мещанской в доме Кузьмина (ныне Садовая улица у площади Тургенева [4, т. 2, с. 351]).

Семью Гартвига Мейера прославил его сын Дмитрий-Иосиф, Дмитрий Иванович, «фамильное сокровище», «Дмитрий Казанский» – профессор права. Его называют отцом русской цивилистики.

*«Профессор, пользовавшийся глубоким уважением слушателей и явившийся в мрачное время русской жизни глашатаем начал свободы и независимости человеческой личности. Не только выдающийся юрист практического направления, но и широко образованный человек. Ни одно сочинение по русскому гражданскому праву не избегло влияния Мейера. Дмитрий Иванович был олицетворенная честность; вся его жизнь представляла служение одной идее»,* – писал его ученик В. А. Белов [5].

Дмитрий Иванович Мейер (1819–1856) закончил Вторую городскую гимназию, а в 1841 году с золотой медалью Главный педагогический институт по курсу юридических наук (в отличие от Университета, студенты педагогического института находились на казенном содержании [6], что было важно для небогатой семьи). Был направлен на стажировку в Берлинский университет, где с марта 1842 до осени 1844 года слушал лекции. В конце осени 1844 года возвращается в Петербург, а в 1845 году назначен в Казанский университет на должность адъюнкта. В 1846 году – магистерская диссертация «Опыт о праве казны по действующему законодательству», в 1848 году – докторская диссертация «О древнем русском праве залога». В 1855 году вышла его монография «О значении практики в системе юридического образования» [7]. В 1853 году он был избран деканом юридического факультета.

«Осенью 1844 года Л. Н. Толстой поступил в Казанский университет студентом своекоштного содержания по разделу арабско-турецкой словесности. Во всем Казанском университете, – пишет биограф Толстого Левенфельд, – был только один симпатичный Толстому профессор гражданского права Мейер, имевший сильное влияние на Льва Николаевича. Мейер предложил Толстому столь интересную тему для сочинения, что Толстой весь ушел в эту работу» [8, с. 148].

Мейер был немногим старше своих казанских учеников, но влияние его было огромно. Г. Ф. Шершеневич писал: *«Студенты Казанского университета выносили из его лекций такую массу знаний, какой не получали в ту эпоху нигде слушатели. Кроме обширного материала, расположенного в строгой научной системе, лекции Мейера были проникнуты тем гуманным характером, тою смелостью чувства, которые должны были увлекательным образом действовать на учеников. Когда в 40-х годах с кафедры раздается голос протеста против крепостничества, чиновничьего взяточничества, против различия в правах по сословиям и вероисповеданиям – приходится заключить, что профессор обладал значительным гражданским мужеством. Смелое слово учителя не оставалось без влияния на учеников: известен случай, когда один из учеников Мейера отказался от выгодной покупки крепостных именно под влиянием впечатления, вынесенного из университета»* [9, с. 34].

К этой характеристике, сделанной на основе чужих воспоминаний, надо добавить другую, написанную А. Н. Пыпиным (будущим историком литературы), поступившим в 1849 году на словесный факультет Казанского университета: *«Среди своих сотоварищей это был профессор нового типа: как говорят, талантливый и тонкий юрист, он был также очень образованный человек, и на его лекции студенты шли толпами, между прочим, из других факультетов: изложение своей науки он соединял с объяснениями, взятыми из современной европейской и русской жизни и литературы, его юридическое учение было вместе учение нравственное; лично мягкий в своей манере, он был строгим в своих принципах, – характер, к сожалению, довольно редкий в тогдашних университетах»* [10, с. 31].

Соколовский, слушатель Казанского университета: *«Дмитрий Иванович был олицетворенная честность; вся его жизнь представляла служение одной идее; несмотря на невзгоды, на физические и нравственные страдания, он твердо, безуклонно шел к своей цели, ни разу не отступая, ни разу не погнувшись перед бурями»* [11, с. 17–18].

Интересен был метод преподавания Мейера. Чтобы облегчить будущим юристам вхождение в профессию, он на занятиях консультировал обращающихся к нему по юридическим вопросам людей. В своей работе «О значении практики в системе современного юридического образования» Мейер пишет: «Знание односторонне, и человек нелегко убеждается, что сверх знания требуется еще умение применить его» [7, с. 10].

Мейер был близок к кругу Чернышевского и Белинского. В 1857 году в Казани вышло посмертное издание лекций Мейера, записанных студентами «Очерки русского вексельного права». Чернышевский в сопроводительном тексте назвал Мейера «одним из героев гражданской жизни – тех героев, о которых не вспоминает без благоговения ни один знавший их человек, на какое бы поприще деятельности ни поставила судьба».

О честности Мейера много написано в воспоминаниях. В завещании он оставил свою библиотеку Петербургскому университету<sup>13</sup>.

Заметим, что родным языком Дм. Мейера был русский – он ведет на русском свой юношеский дневник<sup>14</sup>.

В отделе рукописей РНБ сохранилось письмо<sup>15</sup> его кузена Георга Вольдемара Кантора (отца великого математика) Дмитрию Мейеру 1854 года. Письмо написано готической немецкой скорописью, Дмитрия он называет Осса – уменьшительное от Иосифа – второго имени Дмитрия. Вот фрагменты письма:

*«Санкт-Петербург, 27-го октября 1851 г.*

*Мой дорогой старый Осса,*

*сотни раз я мысленно беседовал с Тобой на разные темы и всякий раз испытывал желание и потребность написать Тебе... Несколько недель назад твой отец поведал содержание Твоего последнего письма, в котором Ты сообщаешь о составлении завещания<sup>16</sup>, что воистину вконец расстроило милого доброго старика и повергло его в меланхолию. Скажи мне, дорогой друг, впрямь ли была такая нужда тревожить твоих старых родителей признаниями и известиями такого рода?? Правда ли, что с твоей грудью все настолько опасно?*

*Ты очень не прав, столь глубоко огорчив своими неосторожными рассуждениями твоих старых, боготворящих Тебя родителей! В конце концов, советую и прошу Тебя: беги из Казани, ежели не навсегда, то хоть на время, для укрепления твоего здоровья поезжай в путешествие в Италию, Германию или Швейцарию, но непременно через Петербург, или, если Ты так уж заостенел для совершения столь героических поступков, устрой так, чтобы Твои старые родители приехали бы на несколько месяцев к Тебе. Старики пребывают в постоянной тоске по Тебе – их фамильному сокровищу...*

*Ну, на сегодня все – надо заканчивать сие длинное послание Георгия к Дмитрию Казанскому; в мыслях от всего сердца жму руку, твой старый Георг»<sup>17</sup>.*

В 1855 году Мейер перевелся в Санкт-Петербургский университет на кафедры гражданского и истории русского права. *«Побуждает меня к тому желание служить в Петербурге как сосредоточии нашей умственной жизни, с которым я, притом связан родственными отношениями»* [12, с. 13]. 21 декабря 1855 года Мейер прочел первую лекцию в Санкт-Петербургском университете, а 18 января 1856 года умер от чахотки в возрасте 36 лет. Похоронен на Смоленском кладбище (семья Мейеров хоронила там близких).

<sup>13</sup> ОР РНБ Ф. 476. Д. 4

<sup>14</sup> ОР РНБ Ф. 476. Д. 20

<sup>15</sup> ОР РНБ ф.476 д. 54. Перевод Шушкевича Г.М.

<sup>16</sup> Дмитрию Мейеру было 35 лет.

<sup>17</sup> Полный текст письма опубликован в [1, с. 158–166].

Сочинения Мейера переиздаются и поныне (вышло 12 изданий), его читают и изучают.

**Принятые сокращения:**

РГИА – Российский Государственный Архив, Санкт-Петербург.

ЦГИА – Центральный Государственный архив Санкт-Петербурга.

РНБ ОР – Российская Национальная Библиотека Санкт-Петербурга, Отдел Рукописей.

РНБ ОЭ – Российская национальная библиотека Санкт Петербурга, Отдел Эстампов.

**Литература**

1. Синкевич Г. И. Георг Кантор & Польская школа теории множеств / Г. И. Синкевич; СПбГАСУ. – СПб., 2012. – 352 с.
2. Décaillot Anne-Marie. Cantor et la France. Correspondance du mathématicien allemand avec les français à la fin du XIX siècle / Anne-Marie Décaillot // Ouvrage publié avec le concours du Centre National du Livre. – Paris II: Éditions Kimé 2, impasse des Peintres, 2008. – P. 278.
3. Жозе Эрману Сарайва. История Португалии / пер. с порт. – Москва: Издательство «Весь мир», 2007. – 384 с.
4. Всеобщая адресная книга. Адресь-календарь Санкт-Петербургских жителей, составленный по официальным документам и сведениям К. М. Нистремом. – СПб., 1844.
5. Мейер Д. И. Избранные произведения по гражданскому праву / Д. И. Мейер. – М.: АО «Центр ЮрИнфо», 2003. – 390 с.; сер. «Научное наследие».
6. Высшая школа Санкт-Петербурга. XIX – начало XX в. Сборник документов / отв. сост. Н. Ф. Никольцева. – СПб.: Лики России, 2007. – 432 с.
7. Мейер Д. И. О значении практики в системе современного юридического образования / Д. И. Мейер. – Казань, 1855. – 50 с.
8. Гольденвейзер А. Б. Вблизи Толстого / предисл. К. Н. Ломунова; Примеч. В. С. Мишина. – М.: Гослитиздат, 1959. – 487 с.
9. Шершеневич Г. Ф. Наука гражданского права в России / Г. Ф. Шершеневич. – Казань, 1893. – 244 с.
10. Пытин А. Н. Мои заметки / А. Н. Пыпин; под ред. В. А. Ляцкой. – М.: Изд-во «Бухгейм», 1910. – 312 с.
11. Соколовский Н. С. Воспоминания / Н. С. Соколовский // Отечественные записки. – 1858. – Т. III. – № 5.
12. Гольмстен А. Х. Дмитрий Иванович Мейер, его жизнь и деятельность / А. Х. Гольмстен // Мейер Д. И. Русское гражданское право: чтения, изданные по записям слушателей, под. Ред. А. Вицина; с исправл. и доп. А. Х. Гольмстена. – Изд. 10-е. – Петроград, 1915.

**УДК 372.851, 517.1**

Надежда Викторовна Филимонова,  
канд. физ.-мат. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
Павел Анатольевич Бакусов, студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: nf33@yandex.ru, bakusovpavel@gmail.com

Nadezda Victorovna Filimonenkova,  
PhD of Physics and Mathematics, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
Pavel Anatolievich Bakusov, student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: nf33@yandex.ru, bakusovpavel@gmail.com

**ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ:  
МНОЖЕСТВА И ОТОБРАЖЕНИЯ**

**INTRODUCTION INTO CALCULUS: SETS AND MAPPINGS**

Представлены результаты методической разработки краткого вводного курса в математический анализ. Курс получил название по доминирующим в нем дефинициям – «Множества и отображения». Предложено большое количество новых практических заданий, разнообразие которых служит формированию широкого взгляда на понятия «множество» и «отображение». Большинство упражнений составлены таким образом, чтобы параллельно с освоением нового материала обеспечить повторение школьного курса математики в ее базовой части. Курс предназначен к использованию в технических вузах, в учебном процессе специальностей, для которых, с одной стороны, предусмотрено основательное изучение математики, но, с дру-

гой стороны, характерно недостаточное количество учебных часов и недостаточно высокий уровень базовой математической подготовки студентов.

*Ключевые слова:* математический анализ, введение, технический университет, множества, отображения.

The paper presents the methodological development of a short introductory course into calculus. The course is called by the dominant definitions in it – «Sets and mappings of sets». It includes new types of practical tasks. The course is intended to be used in technical universities in the educational process specialties with in-depth study of mathematics, insufficient training of students and not enough training hours.

*Keywords:* calculus, introduction, technical university, set, mapping.

В статье освещены результаты методической разработки краткого вводного модуля в курс математического анализа, предназначенные к использованию в технических вузах, в учебном процессе специальностей с углубленным изучением математики, недостаточным уровнем подготовки студентов и недостаточным количеством учебных часов.

Вводный модуль в курс математического анализа имеет переходное и подготовительное значение, поэтому методика его изложения должна решать две основные задачи.

Первая задача: обеспечивать непрерывность и последовательность математической подготовки при переходе от школьного курса к разделам высшей математики. Дать студентам возможность повторить школьный материал, ликвидировать пробелы, унифицировать разрозненные навыки.

Вторая задача: обеспечивать формирование базовой математической грамотности, необходимой для дальнейшего освоения всех разделов высшей математики и главным образом математического анализа. Предоставить студентам возможность для овладения средствами формальных математических высказываний (математические символы, фразы, отрицания, импликации), основными понятиями теории множеств (на прямой, на плоскости с декартовой и полярной системами координат) и теории отображений, функций (типы отображений, композиции, обратные отображения), которые составляют язык современной математической и научно-технической литературы.

В условиях снижающегося уровня подготовки абитуриентов для полноценного решения первой и второй задачи требуется создание семестрового компенсирующего и адаптирующего курса по математике, что и сделано в некоторых вузах. В других вузах такой возможности нет, и данная методическая разработка исходит именно из такой ситуации: считаем, что на введение в математический анализ отводится 4-6 недель в начале первого семестра. За столь малое время обе задачи не могут быть решены целиком, поэтому приоритет оставлен за второй задачей. Причем и вторую задачу нельзя решить только за счет аудиторных занятий, приходится делать ставку на самостоятельную работу студентов с учебными ресурсами.

Таким образом, для ряда специальностей технического вуза актуально создание простого и компактного экспресс-курса по введению в математический анализ. Такой курс по понятным причинам не представлен в академических учебниках, которые предназначены для неторопливого и систематического изучения предмета. В результате данной разработки создан именно такой экспресс-курс, который получил название по доминирующим в нем дефинициям – «Множества и отображения множеств». Методика реализована при составлении соответствующего учебного пособия и форм текущего контроля.

Выделим некоторые особенности разработанной методики.

1. Как уже было замечено, идея и предназначение экспресс-курса не позволяют уделить много внимания компенсации пробелов в школьной подготовке. Кроме того, монотонное повторение школьной программы бывает для первокурсников скучно и перебивает ожидание чего-то нового, с которым многие из них приступают к высшему образованию. Поэтому предлагается ненавязчиво вплести повторение школьной математики в ткань «нового материала». В результате такого подхода достигается как экономия времени, так и повышение интереса аудитории. Поэтому практические задания для вводного

модуля разработаны таким образом, чтобы при их выполнении была неизбежна мобилизация основных навыков элементарной математики, а именно: решение алгебраических и трансцендентных уравнений, неравенств, знание простейших свойств вещественных чисел и функций одной вещественной переменной, построение графиков основных элементарных функций и простейшие преобразования графиков.

Для примера приведем формулировки типового задания по теме «Числовые множества» и задания повышенной сложности по теме «Операции над множествами».

**Задача 1.** Выразить числовые множества в явном виде, изобразить на числовой прямой. Указать, является ли данное множество

- конечным или бесконечным;
- связным, дискретным;
- замкнутым, открытым;
- ограниченным или неограниченным.

Найти для этого множества максимум и минимум, супремум и инфимум.

$$A = \{x \in Z : x^2 < 5 < 2^x + 4\}; \quad B = \left\{x \in R : \frac{1}{x+2} \leq \frac{1}{2x-3}\right\};$$

$$C = \{x \in R : \ln(x-1) < 1\}; \quad D = \{\alpha \in R : \cos \alpha \geq 0\};$$

$$E = \left\{\sin \frac{\pi k}{2} + \cos \pi k, k \in Z\right\}; \quad F = \{x \in R : \sqrt{2x-3} < 3\};$$

$$W = \left\{\frac{n-1}{n}, n \in N\right\}; \quad X = \{x \in R : |x-4| + |x-6| \geq 8\}.$$

**Задача 2\*.** Из функций, определенных на всей числовой прямой, составим следующие множества:

- $A$  – множество всех четных функций;
- $B$  – множество всех нечетных функций;
- $C$  – множество всех строго убывающих функций;
- $D$  – множество всех периодических функций;
- $E$  – множество всех функций, график которых проходит через начало координат;
- $F$  – множество всех степенных функций с натуральным показателем;
- $G$  – множество всех показательных функций с положительным основанием;
- $H$  – множество всех ограниченных функций.

А. Указать в следующих списках верные и ошибочные утверждения о принадлежности заданной функции определенным множествам.

Пусть  $f(x) = x^2$ :  $f \in G$ ;  $f \in F$ ;  $f \notin E$ ;  $f \in \bar{H}$ ;  $f \in A \cap F$ ;  $f \in F \setminus B$ ;  $f \in C \cup H$ ;

Пусть  $g(x) = \sin(x)$ :  $g \in E$ ;  $g \in \bar{G}$ ;  $g \notin B$ ;  $g \in C \cup D$ ;  $g \in H \setminus D$ ;  $g \in B \cap H \cap C$ .

Б. Указать в следующем списке верные и ошибочные утверждения о множествах:  
 $\bar{A} = B$ ;  $A \cap B = \emptyset$ ;  $A \subset H$ ;  $A \cap H \neq \emptyset$ ;  $B \cup E = E$ ;  $A \cap C = \emptyset$ ;  $C \cap D \neq \emptyset$ ;  $G \setminus C = G$ ;  
 $(G \cup F) \subset \bar{H}$ ;  $F \subset (A \cup B)$ .

Заметим, что повторение школьной математики параллельно интенсивному введению в математический анализ предполагает отсутствие у студента серьезных и запущенных проблем в базовом математическом образовании. Для студентов, которые имеют такие проблемы и потому нуждаются в длительном намерстывании школьной программы, предлагаемый экспресс-курс просто не предназначен.

2. Вторая особенность разработанной методики обусловлена тем, что специальности технического вуза с углубленным изучением математики (например, «Прикладная математика», «Прикладная математика и информатика») по большому счету нацелены на профессиональную подготовку в области математического моделирования. При составлении математической модели большую роль играет вариативность способа описания одних и тех же математических объектов (множеств, функций), на что и сделан один из главных акцентов предлагаемого экспресс-курса. Уделяется внимание трем основным способам описания: словесному, графическому и особенно аналитическому. В статье [1] отмечено, что для студента-прикладника важно не только уметь работать с аналитически заданными структурами, т. е. с формулами, но и уметь составлять адекватные формулы по имеющимся «наблюдениям», в чем, собственно, и заключается математическое моделирование. На элементарном уровне это может означать переход от изображенной линии к ее уравнению или от изображенного на плоскости множества к системе неравенств. Поэтому для вводного модуля, кроме классических задач на построение плоских множеств, заданных системой неравенств, специально разработано и «обратное» упражнение.

**Задача 3.** Записать множество, изображенное на плоскости (рис. 1–3), аналитическим способом, т. е. с помощью системы неравенств.

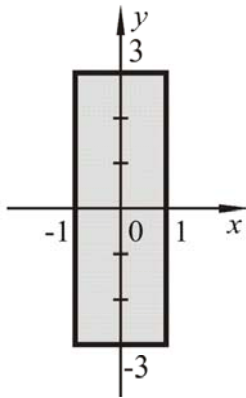


Рис. 1.

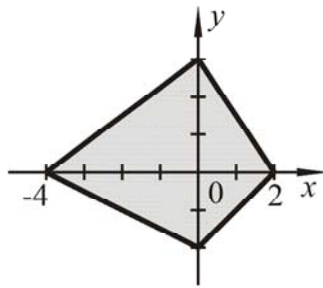


Рис. 2

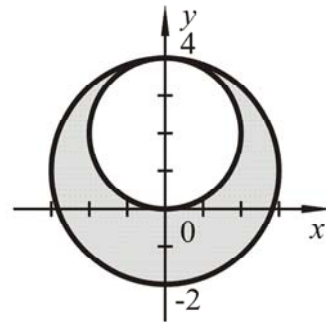


Рис. 3

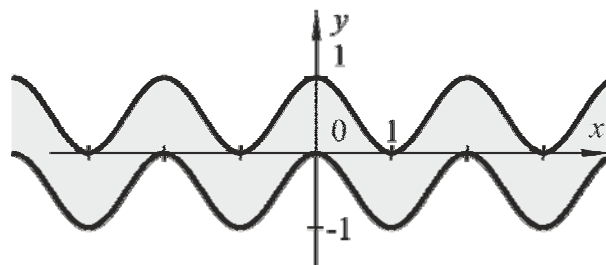


Рис. 4

**Задача 4\*.** Задать множество, изображенное на плоскости (рис. 4–6), одним неравенством.

Задача 4 отнесена к задачам повышенной сложности, поскольку здесь, кроме описания множества системой неравенств, требуется еще и синтез нескольких неравенств, связанных логическими союзами «и»/«или», в одно неравенство (за счет свойств операции умножения). Например, множество, изображенное на рисунке 6, можно задать неравенством  $(y - x^2 + 1)(y + x^2 - 1) \geq 0$ .



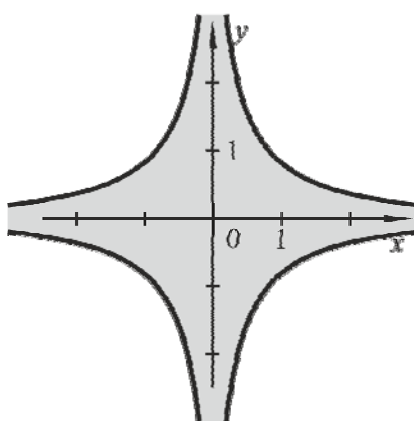


Рис. 5.

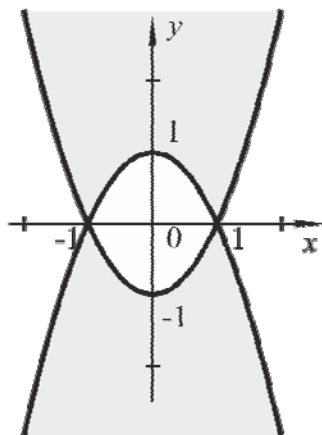


Рис. 6

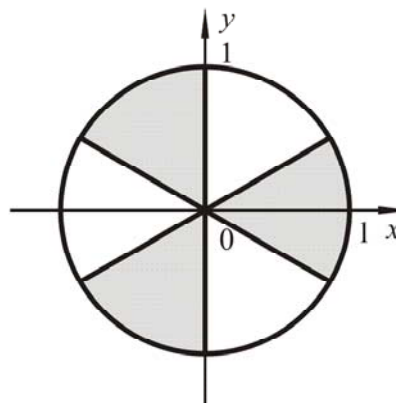


Рис. 7

3. При составлении учебного пособия был принят, в целом, академический стиль изложения (версия «light», конспективная) и были учтены классические сюжеты, которые традиционно рассматривают при введении в математический анализ. В частности, все понятия, свойства и операции продемонстрированы в первую очередь на типичных представителях множеств и отображений: это числовые множества, множества на плоскости, числовые отображения и особенно отображения  $f: R \rightarrow R$ , которые принято называть числовыми функциями одной вещественной переменной. Однако классика была дополнена элементами (комментариями и задачами) неакадемического или даже развлекательного характера, с привлечением множеств и отображений самой разной природы. Во-первых, наличие развлекательного оттенка играет адаптивную роль в процессе переключения студента от школьной к высшей математике. Во-вторых, и это главное, подчеркнутое разнообразие примеров необходимо для формирования правильного, панорамного взгляда на такие фундаментальные понятия, как множество и отображение, чье значение на самом деле выходит за рамки теории функций одной и нескольких переменных.

Приведем пример задания, в котором намеренно собран «зоопарк» из самых разных отображений, многие из которых далеки от привычных задач, однако ко всем оказывается применима общая математическая типология.

**Задача 5.** Дано отображение  $f: X \rightarrow Y$ . Определить, является ли оно инъекцией, сюръекцией, биекцией.

1.  $X$  – множество всех слов русского языка,  $Y = N$ , отображение  $f$  сопоставляет каждому слову число его букв;

2.  $X$  – множество всех четных чисел,  $Y = Z$ , отображение  $f$  сопоставляет каждому четному числу  $x$  его половину  $x/2$ ;

3.  $X = R^2$ ,  $Y$  – множество всех прямых на плоскости с декартовой системой координат, отображение  $f$  сопоставляет каждой паре чисел  $(k, b) \in R^2$  прямую, задаваемую уравнением  $y = kx + b$ ;

4.  $X$  – множество всех возможных исходов при бросании монеты,  $Y = \{0, 1\}$ , отображение  $f$  действует так: если выпал «орел», то  $f$  принимает значение 0, если выпала «решка», то  $f$  принимает значение 1;

5.  $X$  – множество всех студентов некоторого вуза,  $Y = N$ , отображение  $f$  сопоставляет каждому студенту номер его зачетной книжки;

6.  $X = Z \times N$ ,  $Y = Q$ , отображение  $f$  сопоставляет каждой паре чисел  $(m, n)$  результат их деления  $m/n$ ;
7.  $X$  – множество всех многочленов с вещественными коэффициентами,  $Y = R$ , отображение  $f$  сопоставляет каждому многочлену число его вещественных корней;
8.  $X$  – множество всех окружностей на плоскости,  $Y = R^2 \times (0; +\infty)$ , отображение  $f$  сопоставляет каждой окружности тройку чисел  $(x, y, r)$ , где  $x, y$  – абсцисса и ордината центра окружности,  $r$  – радиус окружности.

Изложение теоретической части учебного модуля «Множества и отображения множеств» опирается на классические учебники по математическому анализу [2–4], тогда как практическая часть модуля является в основном результатом авторской разработки. Составлены задачи, которые иллюстрируют теоретический материал и приводятся с образцами решения или с ответами, а также 15 типовых заданий (30 вариантов условия в каждом задании), предназначенных для осуществления текущего контроля.

Апробация прошла успешно в группах, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика», «Прикладная математика и информатика», в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете.

#### Литература

1. Мышкис А. Д. О преподавании математики прикладникам / А. Д. Мышкис // Математика в высшем образовании. – 2003. – № 1. – С. 37–52.
2. Пратусевич М. Я. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс. Профильный уровень / М. Я. Пратусевич, К. М. Столбов, А.Н. Головин. – М.: издательство «Просвещение», 2009. – 415 с.
3. Колмогоров А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. – Изд. 4-е, переработанное. – М.: Издательство «Наука», 1976. – 531 с.
4. Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа. Том 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды. Учебник / Л. Д. Кудрявцев. – Изд. 3-е. – М.: Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 400 с.

### СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

#### УДК 539.3, 539.4

Алексей Александрович Семенов, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: sw.semenov@gmail.com

Aleksey Aleksandrovich Semenov, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: sw.semenov@gmail.com

#### **АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ОРТОТРОПНОЙ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ РАВНОМЕРНО-РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКИ<sup>18</sup>**

#### **ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF AN ORTHOTROPIC SHALLOW SHELL OF DOUBLE CURVATURE FOR A UNIFORMLY DISTRIBUTED TRANSVERSE LOAD**

В работе показаны результаты исследования поведения ортотропной пологой оболочки двойкой кривизны при действии внешней равномерно-распределенной нагрузки, направленной перпендикулярно к срединной поверхности. Комплексно рассматривается прочность и устойчивость конструкции, в математической модели учитывается ортотропия материала, геометрическая нелинейность и поперечные сдвиги.

<sup>18</sup> Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ, проект № 3801.

Анализ прочности проводится по критериям максимальных напряжений, Мизеса – Хилла и Фишера. Приводятся графики зависимостей различных компонент перемещений и различных компонент напряжений от нагрузки, а также поля прогибов и напряжений до и после потери устойчивости. Показаны области невыполнения условий прочности.

*Ключевые слова:* оболочки, ортотропия, прочность, устойчивость, критерии прочности.

The article presents the results of studies of the behavior of orthotropic shallow shell of double curvature under the action of uniformly distributed transverse load, comprehensively analyzes the strength and stability, with orthotropy of material, geometric nonlinearity and transverse shifts taken into account. Strength analysis is carried out according to the criteria of maximum stress, Mises – Hill and Fisher. The plots of the different components of the displacement and stress of the various components of the load are given, as well as the field of deflections and stresses before and after buckling. Fields of breach of strength are shown.

*Keywords:* shells, orthotropy, strength, stability, strength criteria.

## Введение

Устойчивость оболочек исследовалась многими авторами, однако практически все публикации относятся к исследованию изотропных цилиндрических оболочек, не исследуется закритическое поведение и взаимосвязь устойчивости и прочности [1].

В исследованиях Р. Б. Рикардса и Г. А. Тетерса [2] было показано, что для оболочек из ортотропных материалов поперечные сдвиги имеют существенно большее влияние, чем для изотропных, поэтому при исследовании устойчивости их учитывать необходимо.

Для расчета конструкций из современных композиционных материалов, которые зачастую можно считать ортотропными, необходимо использовать специальные критерии прочности [3; 4]. Таких критериев существует достаточно много, и для разных классов материалов необходимо выбирать наиболее оптимальный.

В данной области следует отметить работы С. И. Трушина, А. Н. Гузя и И. Ю. Бабича, Л. Г. Белозерова и В. А. Киреева, J. N. Reddy, В. А. Максимюка и И. С. Чернышенко и др. [4–11].

## Расчеты

В данной работе будем рассматривать пологую оболочку двоякой кривизны, квадратную в плане с параметрами:  $a = b = 60h$ ,  $R_1 = R_2 = 225h$ ,  $h = 0,09$  м, закрепление контура – шарнирно-неподвижное. К конструкции прикладывается статичная равномерно-распределенная поперечная нагрузка, направленная по нормали к поверхности в сторону вогнутости. Параметры материала: Углепластик *M60J/Ероху*,  $E_1 = 3,3 \cdot 10^5$  МПа,  $\mu_{12} = 0,32$ ,  $E_2 = 0,59 \cdot 10^4$  МПа,  $G_{12} = G_{13} = G_{23} = 0,39 \cdot 10^4$  МПа,  $F_1^+ = 1760$  МПа,  $F_1^- = -780$  МПа,  $F_2^+ = 30$  МПа,  $F_2^- = -168$  МПа,  $F_{12} = 39$  МПа.

Расчет проводился в соответствии с геометрически нелинейной математической моделью [12], учитывающей поперечные сдвиги и ортотропию материала. Использовался алгоритм, построенный на методе Ритца и методе продолжения решения по наилучшему параметру, при разложении искомых функций в ряды удерживалось 16 членов разложения. Расчет проводился в безразмерных параметрах.

На рис. 1 приводится график зависимости безразмерного параметра прогиба

$\bar{W} = \frac{W}{h}$  от безразмерного параметра нагрузки  $\bar{P} = \frac{a^4 q}{h^4 E_1}$ . Показаны кривые прогиба в ха-

рактерных точках конструкции: кривая максимального прогиба  $\bar{W}^{\max}$ , который вычисляется по всей области оболочки; кривая прогиба  $\bar{W}^c$  в центре области конструкции ( $x = a/2, y = b/2$ ); кривая  $\bar{W}^4$  в четверти ( $x = a/4, y = b/4$ ); кривая  $\bar{W}^8$  в восьмой части ( $x = a/8, y = b/8$ ). Пунктиром показан переход на новое равновесное состояние (потеря устойчивости). Крестами на графике отмечены моменты потери прочности, полученные

по разным критериям прочности: критерию максимальных напряжений (*Max*), критерию Мизеса – Хилла (*M – H*) и критерию Фишера (*F*).

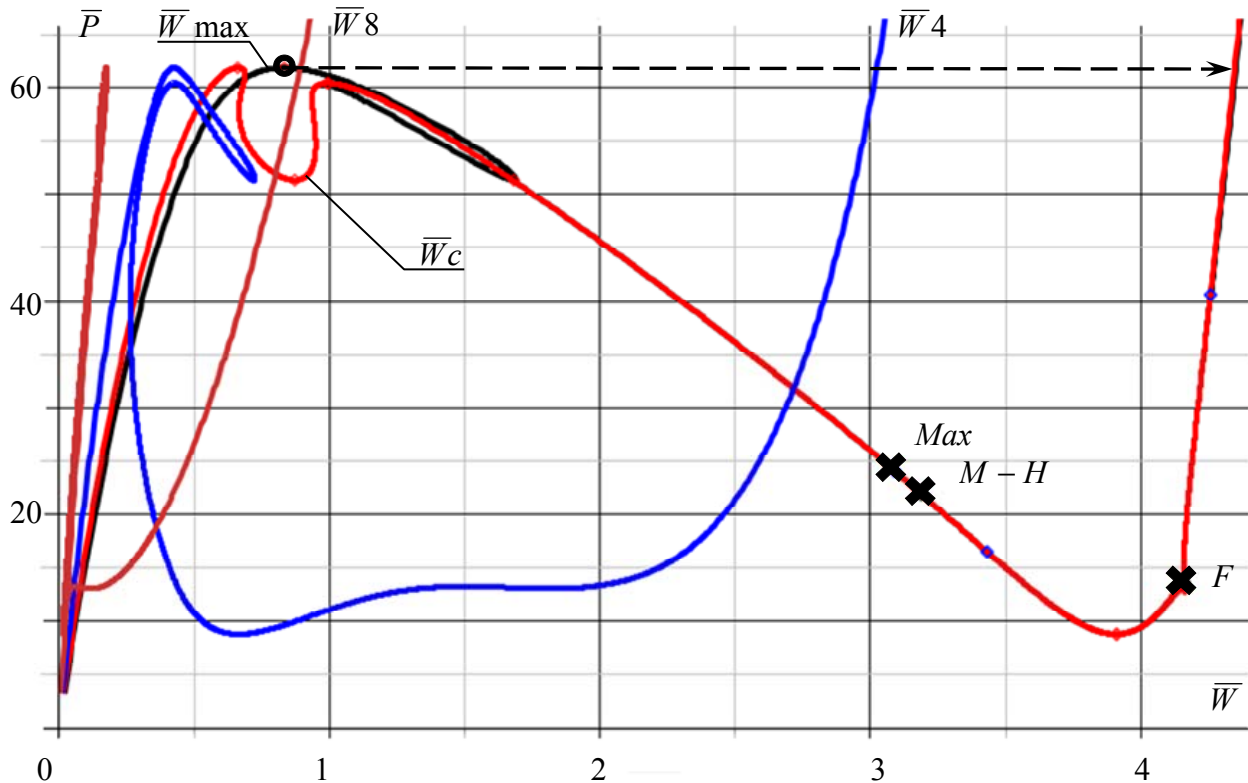


Рис. 1. График зависимости прогиба от нагрузки

Также интерес могут представлять зависимости других компонент перемещений от нагрузки (рис. 2). Используются безразмерные параметры [13]  $\bar{U} = \frac{aU}{h^2}$ ,  $\bar{V} = \frac{bV}{h^2}$ ,  $\bar{W} = \frac{W}{h}$ ,  $\bar{\Psi}_x = \frac{\Psi_x a}{h}$ ,  $\bar{\Psi}_y = \frac{\Psi_y b}{h}$ . Следует отметить, что в силу симметрии конструкции перемещения в ее центре равны нулю, а наиболее характерной точкой конструкции будет ее четверть ( $x = a/4, y = b/4$ ). Как видно из представленных графиков, зависимости перемещений  $\bar{U}, \bar{V}$  носят схожий характер, однако все же различаются. Это вызвано влиянием ортотропией материала, т. е. разницей его физических свойств в разных направлениях. При этом, как видно из рисунков, разница в изменении углов поворота нормали  $\bar{\Psi}_x, \bar{\Psi}_y$  намного больше – характер кривых существенно различается. На графиках кружками показаны особые точки решения, в которых определитель матрицы Якоби, характеризующий состояние системы, обращается в ноль. Такие точки могут соответствовать либо критическим нагрузкам потери устойчивости, либо точкам бифуркации.

На рис. 3 показаны графики зависимости трех компонент напряжений на внешней стороне оболочки от нагрузки. Напряжения вычислялись в центре конструкции и сразу переводились в размерные параметры, так как анализ прочности необходимо проводить именно в размерных параметрах.

Все три кривые ведут себя по-разному, но есть общие характерные черты, которые повторяют график «нагрузка – прогиб».

Как видно из рис. 1, устойчивость рассматриваемая конструкция теряет при  $\bar{P} = 61,8718$ . Невыполнение условий прочности происходит уже после первой критиче-

ской нагрузки, на том участке кривой, которая на практике не реализуется. Поэтому будем считать, что потеря прочности произошла одновременно с потерей устойчивости, при переходе на новое равновесное состояние. На рис. 4 показано поле прогибов при критической нагрузке  $\bar{P} = 61,8718$  до и после потери устойчивости. Здесь  $\xi, \eta$  – безразмерные координаты конструкции.

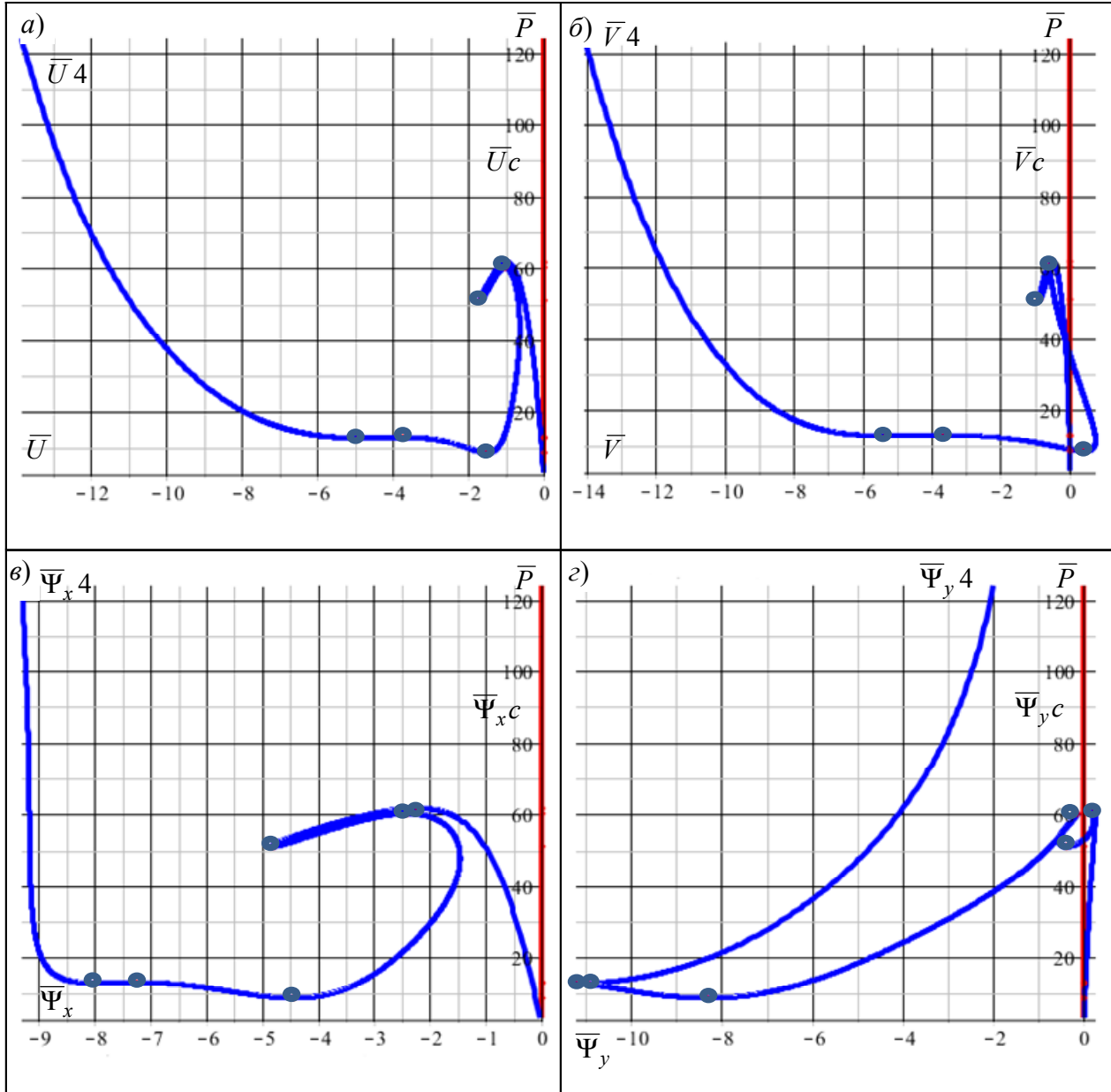


Рис. 2. Графики зависимостей « $\bar{P} - \bar{U}$ », « $\bar{P} - \bar{V}$ », « $\bar{P} - \bar{\Psi}_x$ », « $\bar{P} - \bar{\Psi}_y$ »

На рис. 5 показаны поля различных компонент напряжений до и после потери устойчивости. Располагая информацией о распределении опасных напряжений по полю оболочки, можно подкрепить конструкцию в этих местах ребрами жесткости, таким образом повысив ее жесткость и прочность.

Существует большое количество критериев прочности для ортотропных материалов. В данной работе рассматриваются три: критерий максимальных напряжений, критерий Мизеса – Хилла и критерий Фишера. На рис. 6 показаны области невыполнения условий прочности согласно этим трем критериям. Как видно из рисунка, полученные области имеют схожий характер.

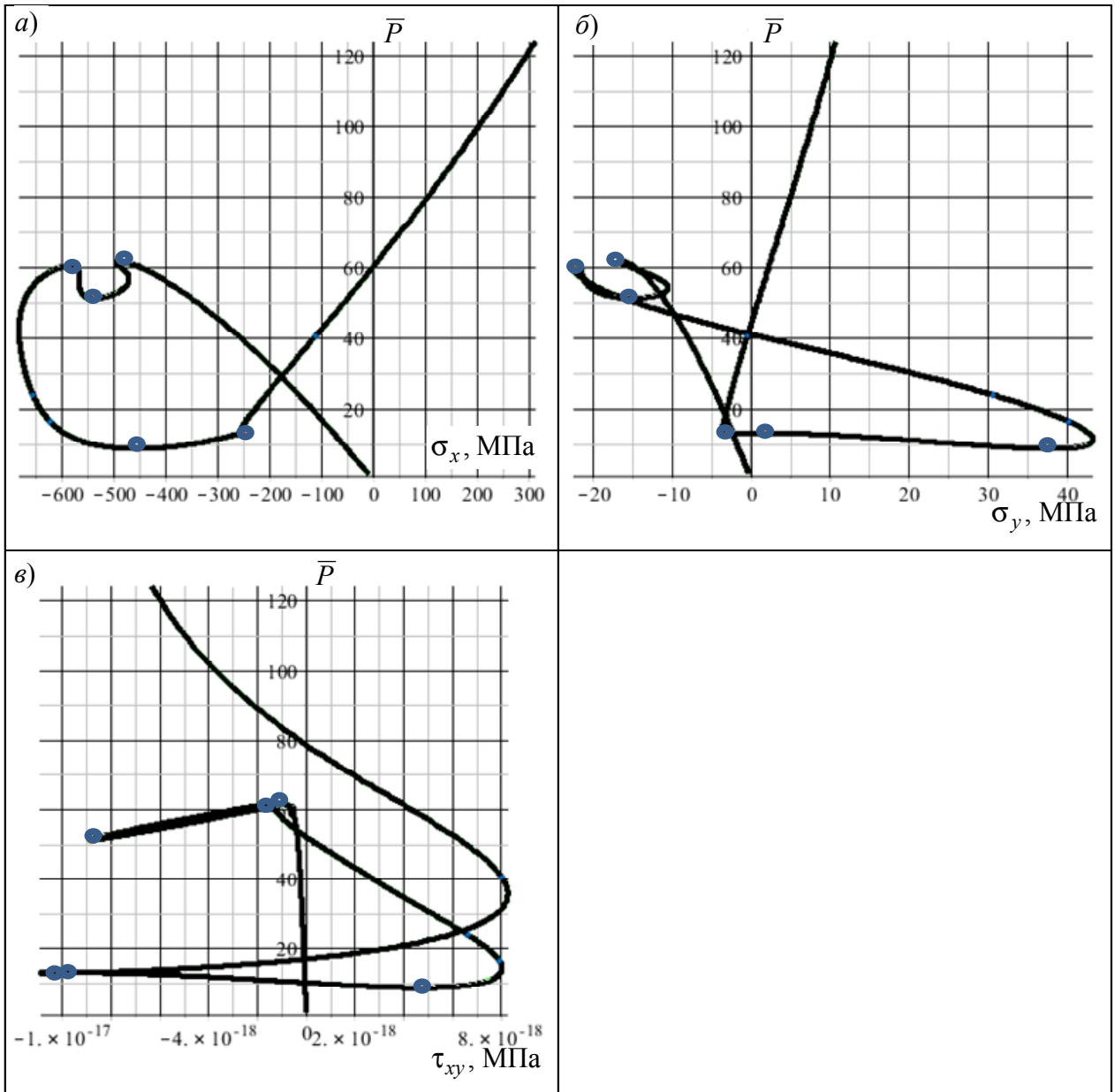


Рис. 3. Графики зависимостей компонент напряжений от нагрузки

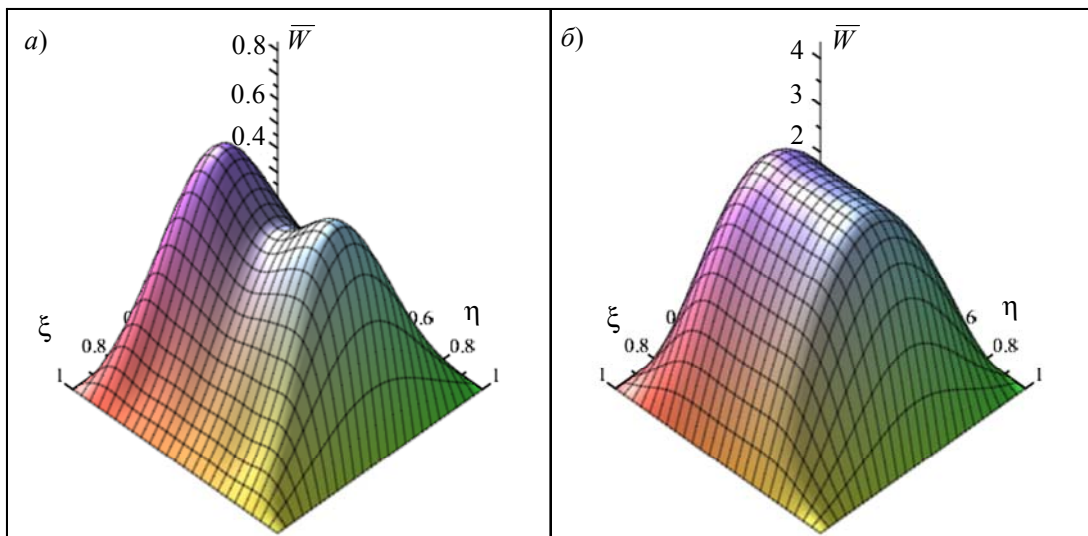


Рис. 4. Поле прогибов до и после потери устойчивости



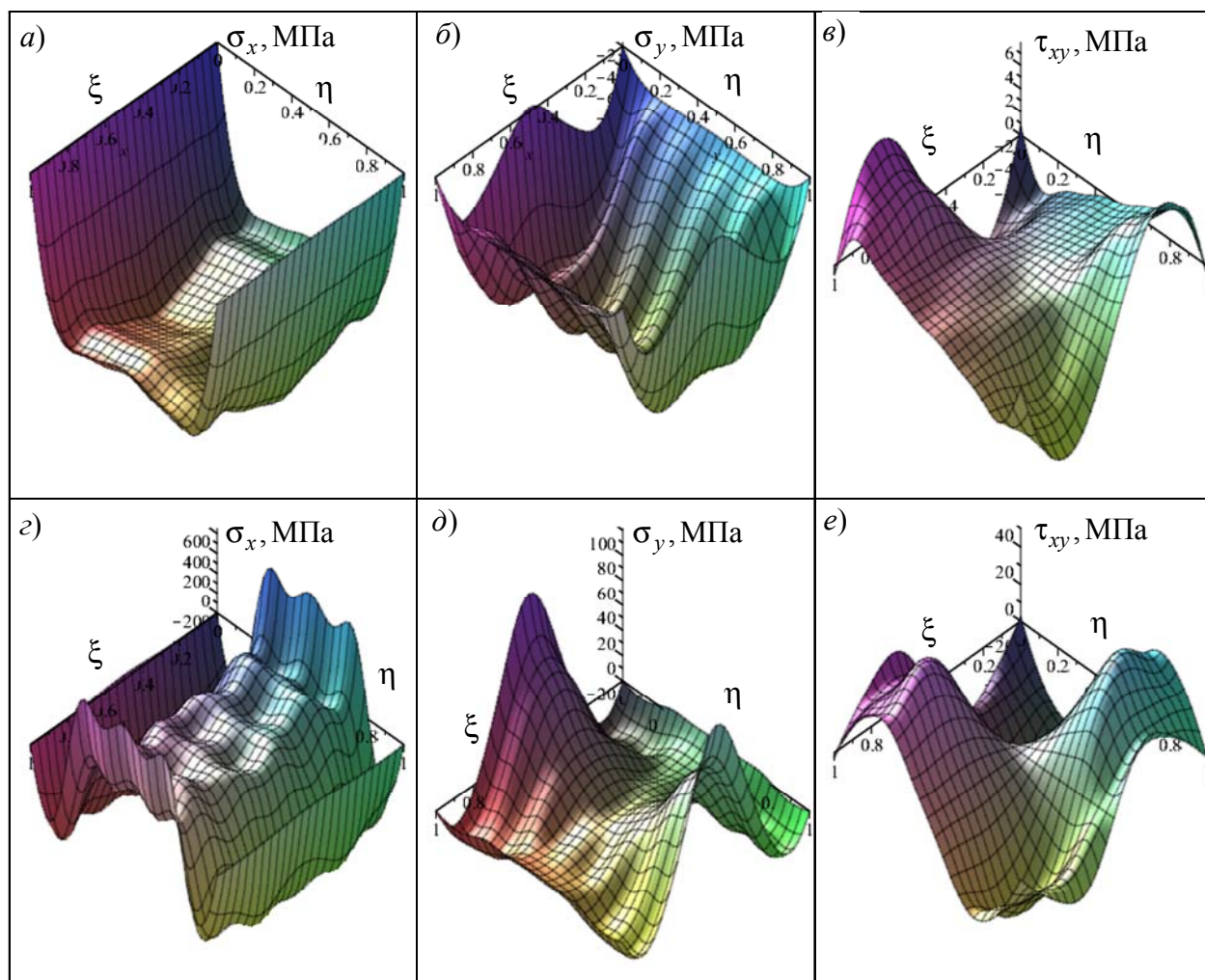


Рис. 5. Поля компонент напряжений до и после потери устойчивости (одновременно с потерей прочности)

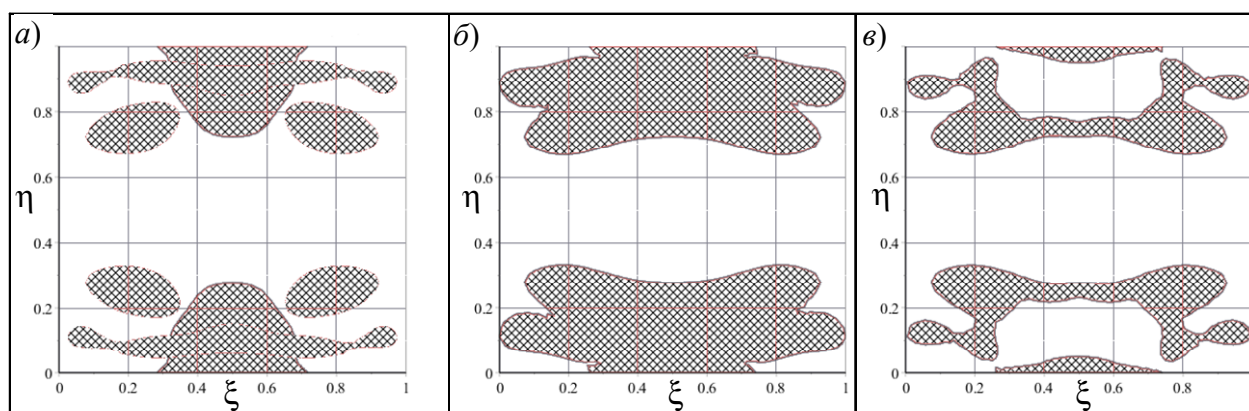


Рис. 6. Области невыполнения условий прочности после потери устойчивости по критериям максимальных напряжений, Мизеса – Хилла, Фишера

### Заключение

Анализ поведения рассматриваемой конструкции при действии равномерно-распределенной поперечной нагрузки показал, что в данном случае потеря прочности происходит одновременно с потерей устойчивости, значения различных компонент напряжений во время перехода на новое равновесное состояние существенно меняются, в том числе и с отрицательных (сжимающих) на положительные (растягивающие). При-

том, наибольшая концентрация опасных напряжений наблюдается вблизи контура конструкции, а в центре конструкции разница не такая значительная.

Анализ областей невыполнения условий прочности по разным критериям показал схожий результат для всех трех случаев, однако следует отметить различие в областях, полученных по критериям Мизеса – Хилла и Фишера. Данные критерии отличаются друг от друга наличием одного коэффициента [14], который ранее, при исследовании оболочечных конструкций большего размера, не играл существенной роли. В данном же случае его влияние оказалось более значительным.

Потеря устойчивости путем «прохлопывания» некоторых частей оболочки, показанная на рис. 1, наблюдается и на зависимостях других компонент перемещений от нагрузки, а также на зависимостях компонент напряжений от нагрузки. Сопоставление графиков показало соответствие экстремумов (особых точек) во всех случаях.

### Литература

1. Семенов А. А. Геометрически нелинейная математическая модель расчета прочности и устойчивости ортотропных оболочечных конструкций: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.17 / А. А. Семенов; СПб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2014. – 27 с.
2. Рикардс Р. Б. Устойчивость оболочек из композитных материалов / Р. Б. Рикардс, Г. А. Тетерс. – Рига: Зинатне, 1974. – 310 с.
3. Бажанов В. Л. Пластинки и оболочки из стеклопластиков / В. Л. Бажанов, И. И. Гольденблат, В. А. Копнов и др. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1970. – 408 с.
4. Белозеров Л. Г. Композитные оболочки при силовых и тепловых воздействиях / Л. Г. Белозеров, В. А. Киреев. – М.: Физматлит, 2003. – 388 с.
5. Геворкян Г. З. К геометрически нелинейной уточненной теории ортотропных пластин переменной толщины / Г. З. Геворкян, Р. М. Киракосян // Известия национальной академии наук Армении. – 2007. – № 4(60). – С. 43–52.
6. Гузь А. Н. О применимости двумерных прикладных теорий в задачах устойчивости при осевом сжатии цилиндрических оболочек, выполненных из материалов с низкой сдвиговой жесткостью / А. Н. Гузь, И. Ю. Бабич, Б. А. Пелех, Г. А. Тетерс // Механика полимеров. – 1970. – № 1. – С. 141–143.
7. Трушин С. И. Устойчивость и бифуркации гибких пологих сетчатых оболочек / С. И. Трушин, А. В. Михайлов // Вестник НИЦ «Строительство». – 2010. – № 2. – С. 150–158.
8. Максимюк В. А. Смешанные функционалы в теории нелинейно-упругого деформирования оболочек / В. А. Максимюк, И. С. Чернышенко // Прикладная механика. – 2004. – Т. 40. – № 11. – С. 45–83.
9. Le Grogne P. Elastoplastic bifurcation and collapse of axially loaded cylindrical shells / P. Le Grogne, A. Le van // International Journal of Solids and Structures. – 2008. – Vol. 45. – P. 64–86.
10. Reddy J. N. Mechanics of laminated composite plates and shells: theory and analysis. – 2<sup>nd</sup> ed. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2004. – 856 p.
11. Grigorenko Ya. M. Solution of two-dimensional problems of the statics of flexible shallow shells by spline approximation / Ya. M. Grigorenko, N. N. Kryukov, Yu. I. Ivanova // International Applied Mechanics. – 1995. – Vol. 31. – No. 4. – P. 255–260.
12. Карпов В. В. Математическая модель деформирования подкрепленных ортотропных оболочек вращения / В. В. Карпов, А. А. Семенов // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 5. – С. 100–106.
13. Карпов В. В. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения: в 2 ч. / В. В. Карпов. – М.: Физматлит, 2010. – Ч.1. – 288 с.
14. Карпов В. В. Критерии прочности для тонкостенных ортотропных оболочек. Ч. 1: Анализ основных критериев прочности изотропных и ортотропных материалов / В. В. Карпов, А. А. Семенов // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 6(47). – С. 43–51.



## **СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**УДК 694.011**

*Виктор Евгеньевич Бызов*, канд. техн. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: mapana@inbox.ru*

*Viktor Evgenievich Byzov*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: mapana@inbox.ru*

### **УНИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

#### **HARMONIZATION ELEMENTS OF WOODEN BUILDING STRUCTURES**

В статье рассматривается возможность унификации элементов деревянных строительных конструкций. Конструкции из унифицированных элементов представляют собой высокотехнологичные при изготовлении конструкции из древесины. Сокращение номенклатуры используемых элементов уменьшает изменчивость прочностных характеристик древесины.

Приведен пример конструкции и технологии изготовления металлодеревянной фермы из унифицированных брусчатых элементов. Для изготовления элементов применяются конструкционные пиломатериалы рассортированные по прочности.

Фермы из унифицированных деревянных элементов могут быть рекомендованы для пролетов 15–18 м. Сравнительный анализ таких ферм для данных пролетов с другими аналогичными типами конструкций показывает, что стоимость изготовления ферм меньше стоимости изготовления клееных арок данного пролета.

*Ключевые слова:* строительные конструкции, унифицированные деревянные элементы, ферма из брусчатых элементов, прочностные характеристики древесины, конструкционные пиломатериалы.

The article discusses the possibility of unification of elements of wooden structures. Design of standardized elements are enhanced in the manufacture of wood. The reduction of the nomenclature used items reduces the variability of the strength characteristics of wood.

The example design and manufacturing technology – farm of squared standardized elements. For the manufacture of elements used for structural lumber is graded for strength.

Farm from modular wooden elements can be recommended for spans of 15-18m. The comparative analysis of these farms for the data spans with other similar types of structures shows that the cost of making the farm less the cost of manufacturing glued laminated arches of this passage.

*Keywords:* building construction, unified wooden elements, farm of stacked elements, strength characteristics of wood, construction lumber.

Пиломатериалы широко применяют при изготовлении элементов несущих строительных конструкций. В числе наиболее распространенных типов конструкций входят различные типы ферм. Особенно большая потребность в фермах имеется для перекрытия пролетов от 15 до 21 м. Элементы несущих конструкций могут быть выполнены как из клееной, так и из цельной древесины. Использование клееной древесины повышает технологичность конструкций, однако при этом возрастают их себестоимость и материалоемкость. Например, балки сплошного сечения, применяемые в промышленном и сельскохозяйственном строительстве для пролетов от 18 до 24 м, по расходу древесины хуже ферм в 3 раза и более [1].

В настоящее время существует тенденция изготовления конструкций из ограниченного числа типоразмеров строительных элементов. Сокращение номенклатуры используемых элементов позволяет наряду с уменьшением изменчивости прочностных характеристик древесины, повысить технологичность изготовления конструкций. Повышение производительности и уменьшение трудозатрат при изготовлении конструкций позволяет снизить их стоимость и увеличить выпуск продукции, то есть в кратчайшие сроки ввести новые объекты.

Для изготовления элементов несущих конструкций, как правило, используют брусья с размерами поперечного сечения 150×150 мм и более, а также толстые и широкие доски с размерами поперечного сечения 50×175 мм и более. Такие пиломатериалы могут быть получены из пиловочных бревен диаметром в вершине 22 см и более. Однако, анализ размерного состава пиловочного сырья показывает, что до 50 % от общего объема пиловочных бревен, из которых получают пиломатериалы, составляют бревна диаметром от 14 до 20 см включительно.

Наиболее эффективно применение в качестве элементов несущих конструкций сердцевинных брусьев. В сердцевинном бруссе обязательно присутствует сердцевина, и она располагается вблизи продольной оси сортифта. Такой брус максимально сохраняет макроструктуру ствола растущего дерева – природного конструкционного материала. Брус прочнее доски, с таким же (как у бруса) моментом сопротивления: в досках много перерезанных волокон, да и сучки в досках также перерезаны. В связи с ухудшением размерно-качественного состава пиловочного сырья, для изготовления брусьев целесообразно использовать круглые лесоматериалы диаметром от 14 до 20 см. Из таких лесоматериалов можно выпиливать сердцевинные брусья с размерами поперечного сечения 100×100, 100×125, 125×125 и 100×150 м. Таким образом, могут быть получены брусья, обладающие сравнимым моментом сопротивления с традиционно применяемыми пиломатериалами.

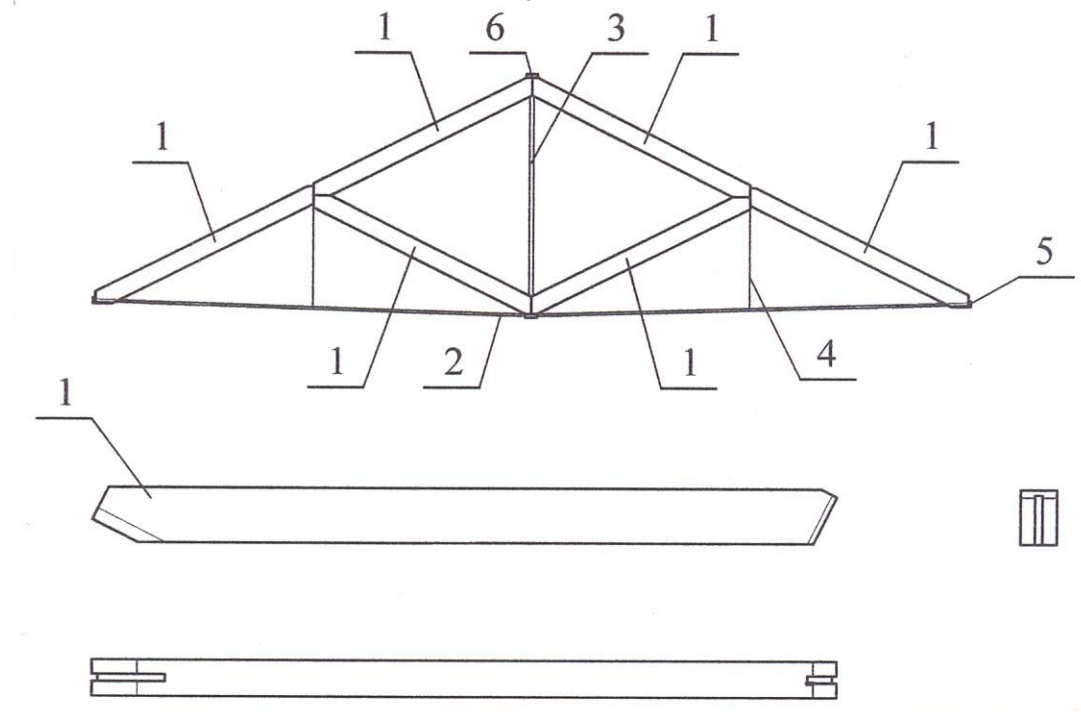
Однако в получаемых таким образом конструкционных брусьях присутствует сердцевина, не допускаемая в традиционных пиломатериалах по ряду причин. Основной из них является то, что вблизи сердцевинной трубки располагается слабая в прочностном отношении древесина, высока вероятность появления там трещин усушки, и имеется возможность поражения участков древесины, расположенных в непосредственной близости от сердцевины, гнилью. В связи с этим, брусья для изготовления элементов несущих конструкций получают из периферийной зоны поперечного сечения ствола дерева с вырезкой зоны, в которой присутствует сердцевина. Поэтому такие конструкционные брусья не сохраняют кольцевой структуры ствола дерева, а представляют собой пиломатериалы с годичными кольцами в виде частично изогнутых пластин. В тоже время, круглые лесоматериалы диаметром 14–20 см, как правило, получают из вершинной части стволов деревьев. В этих сортифтах сердцевина имеет малый диаметр, присутствующие в них сучки здоровые и небольших размеров. Как уже говорилось, конструкционные брусья повторяют макроструктуру круглого сортифта, достаточно полно сохраняется структура кольцевых годичных слоев.

Приняв в качестве модели поперечного сечения годичного слоя древесины кольцо с шириной, равной ширине годичного слоя, были проведены расчеты нормальных напряжений, возникающих при изгибе элемента в частично изогнутой пластине и кольце. В результате проведенных расчетов было установлено, что величина нормальных напряжений, возникающих в кольцевых оболочках, на 33–38 % меньше величины нормальных напряжений, возникающих в структурных пластинчатых элементах. Таким образом, при равных размерах поперечного сечения конструкционных брусьев, при прочих равных условиях, прочность пиломатериалов, полученных из вершинной части ствола дерева на 33–38 % прочнее пиломатериалов, полученных по схеме раскроя с удалением сердцевины.

Технологический процесс изготовления брусьев из круглых лесоматериалов диаметром 14–20 см может быть осуществлен с высокой производительностью на линии, состоящей из фрезерно-брусующего и многопильного станков. Полученные пиломатериалы подвергают первичной обработке, включающей предварительное торцевание, сушку и сортирование по прочности. Затем конструкционные брусья необходимого качества доставляются к месту изготовления несущих конструкций.

В настоящее время разработано большое количество проектов конструкций из ограниченного числа типоразмеров их элементов [2]. Одним из технических решений применения конструкций из ограниченного числа типоразмеров их элементов является

конструкция треугольной металлодеревянной фермы из унифицированных деревянных элементов – модулей (рисунок). Конструкция предложена для применения в строительстве Белорусским национальным техническим университетом. Поперечные размеры элементов-модулей из цельной древесины позволяют изготавливать их из конструкционных пиломатериалов, вырабатываемых из круглых сортиментов диаметром 14–20 см.



Треугольная модульная ферма:

- 1 – верхний пояс и раскосы из унифицированных деревянных элементов; 2 – стальной нижний пояс; 3 – вертикальный стальной тяз; 4 – вертикальные проволочные подвески; 5 – торцовые стальные пластины; 6 – коньковое крепление стального тяжа

Как видно из рисунка, ферма содержит верхний пояс и раскосы из унифицированных деревянных элементов, стальной нижний пояс, соединенный через стальную пластину с вертикальным стальным тязем. При гибком нижнем поясе из круглой стали могут ставиться вертикальные проволочные подвески. Усилия от нижнего пояса к верхнему передаются через торцовые стальные пластины.

Унифицированный деревянный элемент оторцован так, что каждый его торец имеет вертикальный и горизонтальный участок. Кроме этого, торцы деревянного модуля имеют пропилы, в которые при сборке фермы пропускаются стальные стойки, а также нижний пояс.

Изготовление стойки производится в следующем порядке. Стальные элементы фермы свариваются в единую конструкцию, и сваренная воедино металлическая часть фермы в готовом виде подается на сборку. Заготовку и изготовление металлической части фермы целесообразно выполнять на отдельном технологическом участке с широким использованием контактной сварки. Все деревянные элементы целесообразно заготавливать на автоматизированной линии до полной их готовности. Оторцовку деревянных элементов целесообразно производить точно выставленными четырьмя вертикальными пильными дисками без промежуточного перемещения деревянной заготовки. В этом же положении следует фрезеровать пропилы на торцах горизонтальными фрезами или строенными пильными дисками. Располагать деревянную заготовку (брус) следует горизонтально, плашмя, так, чтобы пневмоприжимы находились со стороны верхней, то есть наружной, кромки бруса (если рассматривать верхний пояс фермы), а направляющая упорная рейка

или плита – со стороны внутренней, нижней, кромки верхнего пояса. В этом случае на одной установке можно заготавливать деревянные элементы с разной высотой поперечного сечения.

Это очень выгодно, так как для верхнего пояса при внеузловой нагрузке деревянные элементы могут изготавливаться с большей высотой поперечного сечения, а для раскосов – с меньшей, причем без перенастройки технологической линии. Желательно, чтобы все механизмы и агрегаты линии работали в автоматическом режиме без применения ручного труда.

Сборка фермы выполняется в следующем порядке и состоит из операций:

- укладки металлической части фермы в кондуктор;
- укладки деревянных модулей в тот же кондуктор;
- прикрепления торцовых стальных пластин к деревянным элементам;
- фрезерования боковых продольных пазов в деревянных модулях среднего узла верхнего пояса;
- постановки и прикрепления боковых стальных угловых накладок к деревянным модулям среднего узла верхнего пояса.

Сборка фермы выполняется агрегатно-поточным способом в вертикальном и горизонтальном положениях двумя-тремя сборщиками, использующими электро- и пневмоинструменты, в том числе подвесного типа. Для более быстрой и точной сборки следует применять штыревой кондуктор, штыри которого должны направлять и удерживать все элементы фермы в проектном положении до полной сборки фермы.

Все деревянные элементы фермы защищаются от гниения и возгорания, а металлические элементы – от коррозии, различными методами, в том числе и обработкой в электростатическом поле.

Фермы из унифицированных деревянных элементов могут быть рекомендованы с уклоном 1/3 или 1/4 для пролетов 15 и 18 м. Сопоставление стоимости изготовления треугольной фермы из унифицированных деревянных элементов пролетом 18 м со стоимостью изготовления типовой треугольной клеешатой арки АМД 18-6 (серия 1.860-6) показывает, что стоимость изготовления фермы в два раза меньше стоимости изготовления арки. При пролете 21 м модульная ферма может оказаться целесообразнее других типов конструкций преимущественно под малые нагрузки из-за того, что длина и размеры поперечного сечения унифицированного элемента позволяют изготавливать его из цельной древесины. Поэтому стоимость составных или клееных деревянных элементов вызовет увеличение стоимости всей конструкции. В этом случае должно быть проведено технико-экономическое сопоставление модульной фермы с другими конструкциями.

Как показывает вариантное проектирование модульных ферм, их шаг целесообразно принимать 3 и менее метров. В этом случае даже при больших снеговых нагрузках все деревянные и стальные элементы получают малых сечений, что позволяет принимать доступные и относительно недорогие исходные материалы (тонкомерные бревна и арматурную сталь), а также упрощает технологию изготовления ферм.

### Литература

1. Ковальчук Л. М. Производство деревянных клееных конструкций / Л. М. Ковальчук. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 386 с.
2. Ковальчук Л. М. Деревянные клееные конструкции из унифицированных элементов / Л. М. Ковальчук, А. Н. Пьянов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – № 6. – С. 19–20.

УДК 624.012.25

Татьяна Сергеевна Евдокимова, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: tanjuska\_14@mail.ru

Tatiana Sergeevna Evdokimova, post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: tanjuska\_14@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОСОСЖИМАЕМОГО ФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА

### RESEARCH OF STRESS-STRAIN STATE OF FIBRE-REINFORCED CONCRETE ELEMENT SUBJECT TO COMPRESSION WITH DOUBLE ECCENTRICITY

Отсутствие в настоящее время в литературе каких-либо сведений о методах расчета кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов, популярность которых в последнее время растет, обуславливает постановку задачи, посвященной проведению численных и физических экспериментов в отношении фиброжелезобетонных элементов в условиях косоугольного внецентренного сжатия. На первом этапе исследования разработаны предпосылки для создания расчета кососжимаемого фиброжелезобетонного элемента в виде колонны, защемленной с одной стороны и шарнирно-закрепленной с другой стороны. Получен характер напряженно-деформированного состояния кососжимаемого фиброжелезобетонного элемента. Результаты работы выполнены и представлены с использованием комплексной программы ЛИРА-САПР 2013.

*Ключевые слова:* дисперсное армирование, фиброжелезобетон, косое внецентренное сжатие, моделирование, численный эксперимент.

The current lack of any information in the literature on the calculation methods of fiber-reinforced concrete elements subject to compression with double eccentricity, whose popularity has recently increased, leads to the posing of the problem, dedicated to holding numerical and physical experiments of fiber-reinforced concrete elements subject to compression with double eccentricity. At the first stage preconditions for creation the calculation of fiber-reinforced concrete element subject to compression with double eccentricity in the form of prism, which is rigidly-fixed at one end and pin-fixed at the other are developed. The character of stress-strain state of fiber-reinforced concrete elements subject to double eccentricity are obtained. The results of the study are obtained and presented using Lira-Sap 2013 calculation software.

*Keywords:* dispersive reinforcement, fiber-reinforced concrete, compression with double eccentricity, modeling, numerical experiment

В практике проектирования часто приходится выполнять расчеты железобетонных элементов, испытывающих сложные деформации [1]. Такой сложный вид деформаций, как косое внецентренное сжатие, испытывают большинство сжатых элементов строительных конструкций. Кососжимаемые элементы зачастую подвержены внезапному хрупкому разрушению, что достаточно ограничивает возможность широкого применения высокопрочного бетона в конструкциях гражданских, промышленных зданий и сооружений. Одним из способов увеличения вязкости работы материала, сокращения рабочего сечения элемента, улучшения его свойств и, таким образом, экономии денежных средств, является использование дисперсного армирования, в частности стальными фибрами.

В действующих строительных нормах [2; 3], а также в специализированной литературе отсутствует теоретическое описание и практический метод расчета фиброжелезобетонных конструкций, работающих в условиях косоугольного внецентренного сжатия.

В связи с этим становится актуальной проблема исследования напряженно-деформированного состояния и прочности кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов, решение которой сможет восполнить пробелы в современной научной и нормативной литературе.

С целью оценки напряженно-деформированного состояния кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов была проведена серия численных экспериментов в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2013».

В программном комплексе моделировалась фиброжелезобетонная колонна. Схема армирования колонны представлена на рис. 1, расчетная схема колонны, смоделированной в программном комплексе – на рис. 2. Закрепление на опорах – защемление с одной стороны и шарнирное закрепление с другой стороны.

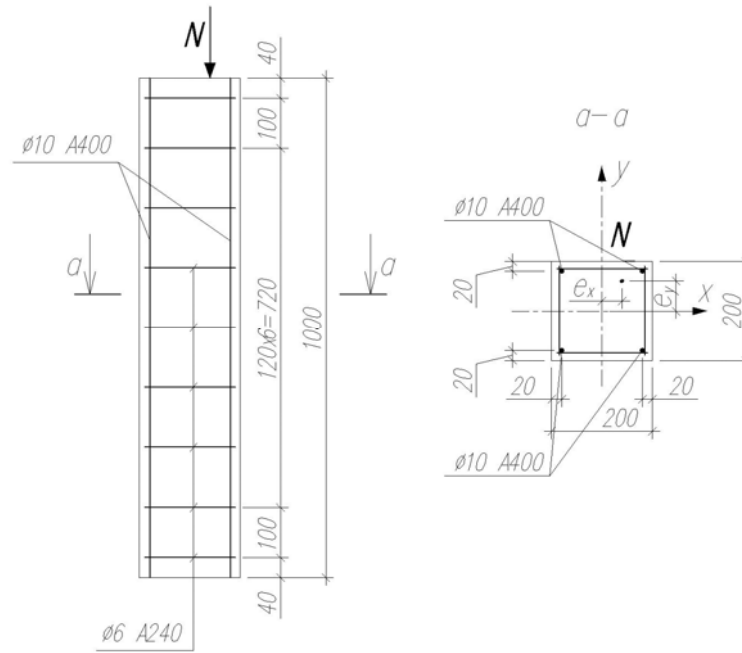


Рис. 1. Схема армирования фиброжелезобетонного элемента и приложения нагрузки

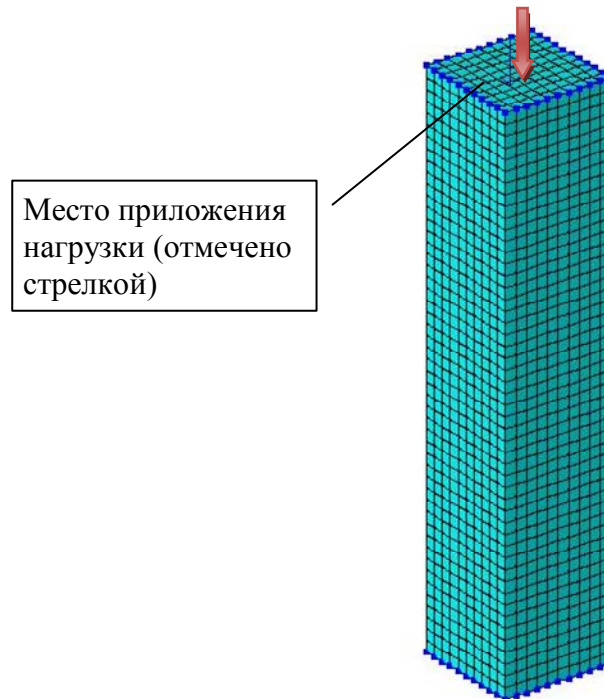


Рис. 2. Общий вид фиброжелезобетонной колонны, смоделированной в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2013» с помощью объемных и стержневых элементов

Принятая теоретическая модель конструкции согласуется с основными габаритами опытных образцов, испытание которых планируется в настоящее время, и особенностями их закреплений

Для моделирования в численном эксперименте напряженно-деформированного состояния фиброжелезобетонная призма разбита на объемные (для моделирования фибробетона) и стержневые элементы (для моделирования арматуры).

Объемные элементы представляют собой кубы размерами 20×20×20 мм.

Приложение сосредоточенной нагрузки осуществлялось с эксцентриситетами относительно главных осей призмы.

Параметры исследуемого объекта:

- поперечное сечение 200×200 мм;
- бетон класса В30;
- модуль упругости фибробетона –  $32,5 \cdot 10^3$  Мпа;
- коэффициент Пуассона фибробетона – 0,2;
- объемный вес фиброжелезобетона – 2,5 т/м<sup>3</sup>;
- продольная арматура – диаметром 10 мм класса А400;
- модуль упругости стали –  $2 \cdot 10^5$  Мпа;
- коэффициент Пуассона стали – 0,28;
- объемный вес стали – 7,8 т/м<sup>3</sup>;
- расчетное сопротивление арматуры растяжению/сжатию –  $37,5 \cdot 10^3$  т/м<sup>3</sup>;
- сжимающее усилие  $N = 200$  кН прикладывается с эксцентриситетами  $e_x = 4$  см;

$e_y = 6$  см.

В результате расчета в программном комплексе были получены:

- характер напряженно-деформированного состояния фиброжелезобетонной колонны, подверженной внецентренному косому сжатию;
- изополя главных сжимающих и растягивающих напряжений, а также их численные значения;
- графическое представление деформированной схемы;
- графическое представление изополей деформированной схемы;
- направления главных площадок сжимающих и растягивающих напряжений.

На рис. 3 представлены изополя напряжений фрагмента призмы вблизи центра сечения в плоскости ХОУ.

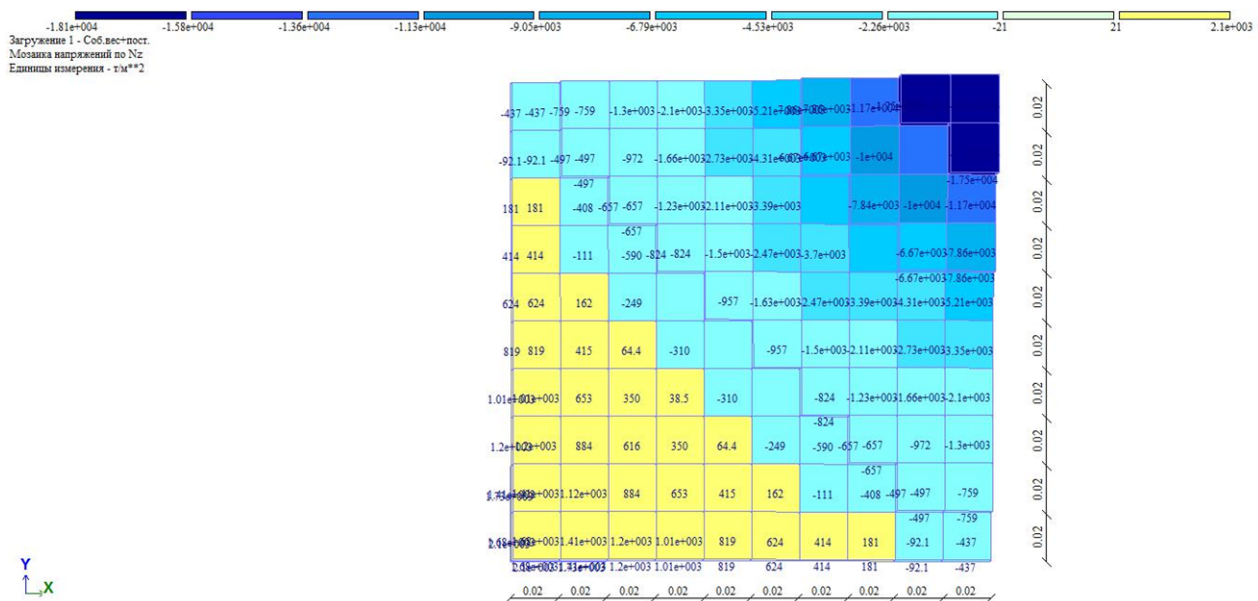


Рис. 3. Изополя напряжений  $N_z$  в плоскости ХОУ

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие предварительные выводы:

1. Поля напряжений в фибробетонной матрице формируются по сложным законам и отличаются от особенностей НДС колонны в условиях плоского изгиба.

2. Можно предположить, что учет нелинейности поведения фибробетонной матрицы, обусловленный процессами микротрещинообразования, ползучести и другими нелинейными эффектами, будет корреспондироваться с традиционными бетонами, однако специфика поведения фибробетона привнесет свои поправки. Так, коэффициенты ползучести и поперечной деформации (коэффициент Пуассона) вряд ли будут идентичными с традиционными бетонами. Кроме того, для случая работы колонны с участками растяжения, способность фибробетона к участию в работе на растяжение потребует корректировки традиционных представлений о характере трещинообразования и разрушения.

3. Полученные результаты уже на данном этапе исследования свидетельствуют о перспективности данной работы с точки зрения получения новых знаний о процессах деформирования фиброжелезобетонных элементов.

### Литература

1. Морозов В. И. К расчету фиброжелезобетонных конструкций, подверженных совместному воздействию кручения с изгибом / В. И. Морозов, И. В. Бахотский // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/111-10408> (дата обращения: 05.03.2015).
2. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения / Госстрой России. – М., 2012. – 156 с.
3. СП 52-104-2006. Сталефибробетонные конструкции / Госстрой России. – М., 2007. – 88 с.

### УДК 684.4.059.3.001.5

Стефания Ивановна Миронова, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: [mstefania@mail.ru](mailto:mstefania@mail.ru).

Stefania Ivanovna Mironova, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: [mstefania@mail.ru](mailto:mstefania@mail.ru)

## ЛЕТНИЙ УНИВЕРСИТЕТ НА ОСТРОВЕ КИЖИ

### SUMMER UNIVERSITY ON KIZHI ISLAND

Русское деревянное зодчество является культурным наследием всего мира. В его памятниках частица славы наших предков, гордиться которой, по словам А. С. Пушкина, «не только можно, но и должно». Прикоснуться к удивительному миру деревянной Руси смогли студенты нашего вуза, посетив остров Киж.

Музей-заповедник Киж уже более 10 лет организует Летний университет.

Помимо работы над собственным проектом, участники Летнего университета смогли узнать о проблеме инженерного укрепления Преображенской церкви: усиление балок нижнего четверика необходимо не столько по прочности, сколько по жесткости.

*Ключевые слова:* деревянное зодчество, Кижский Погост, Преображенская церковь, нижний четверик, усиление балок.

Russian wooden architecture is the cultural heritage of the whole world. Its architectural monuments reflect the glory of our ancestors. The students of our university could get acquainted with the wonderful world of wooden Russia during their visit on the island of Kizhi.

For over 10 years, the Kizhi Museum has been organizing Summer University.

Apart from working over their own projects, the participants of the Summer University could learn about the issue of strengthening of the Church of the Transfiguration: the strengthening of the beams of lower quadrangle is necessary not so much in respect of strength as stiffness.

*Keywords:* wooden architecture, Kizhi, Church of the Transfiguration, the lower quadrangle, beams strengthening.



Русское деревянное зодчество является культурным наследием не только нашей страны, но и всего мира. Академик Д. С. Лихачев, говоря о вкладе России в мировую культуру, деревянное зодчество ставил в один ряд с русской литературой и музыкой [1].

Прикоснуться к удивительному миру деревянной Руси смогли студенты нашего вуза, посетив остров Кижы.

Ежегодно в декабре – январе музей-заповедник Кижы проводит конкурс проектов для Летнего университета. Победители конкурса получают уникальную возможность провести на острове Кижы 5 дней и реализовать за это время свой проект. Проект рассчитан на группу 12–16 человек [2].

В декабре 2014 г. студенты группы 1-ПЗ-3 разработали проект, который предполагали осуществить на острове. Они предлагали музею оказать помощь в формировании образовательного сайта для школьников. Проект студентов был нацелен на создание виртуального учебно-демонстрационного пособия по традиционным методам деревянного строительства. В основе проекта было создание трехмерной обучающей модели традиционной деревянной постройки для подготовки плотников и реставраторов. По решению жюри Всероссийского конкурса проектов Летнего университета, работа наших студентов была принята к реализации в рамках Летнего университета. 3 июля 2015 г. группа студентов СПбГАСУ прибыла на остров Кижы.

Целевое назначение этой поездки – выполнение трехмерной модели традиционной деревянной постройки. По решению главного хранителя музея Александра Юрьевича Любимцева работать группе пришлось с баней у дома крестьянина Яковлева. Баня была привезена из деревни Усть-Яндома, построена в начале XX в. [3].

Для выполнения поставленной цели была составлена насыщенная программа – от центральных памятников деревянного зодчества и «часовен Кижского ожерелья» до «Крестьянского мира» наших предков, их быта, инструмента, с помощью которого создавались шедевры мирового значения. Каждый день проводились по две экскурсии с лекциями, одна до обеда, вторая – после. В остальное время студенты работали над проектом.

Особое внимание студенты уделили занятию «Основы плотницкого ремесла. Традиционные плотницкие узлы и детали» с главным хранителем музея А. Ю. Любимцевым (рис. 1).

В первую очередь, была выполнена обмерная программа (рис. 2). По результатам обмерных работ разрабатывали обмерочные чертежи: план, поперечные и продольные разрезы с простановкой высотных отметок; чертежи фасадов (с нанесением оконных, дверных проемов, а также различных архитектурных выступов); отдельные узлы сопряжения конструкций. Чертежи выполнялись в программе AutoCAD. На основании двухмерных чертежей выполнялась работа по созданию трехмерной модели.



Рис. 1. На занятии с главным хранителем музея А. Ю. Любимцевым

Необходимо отметить: объем работы по созданию трехмерной модели бани был настолько большим, а количество отведенного времени настолько незначительно, что у всех участников группы рабочий день начинался в семь утра, а заканчивался в час ночи.

Особый интерес вызвало посещение плотницкого центра. Данная площадка предназначена для проведения реставрационных работ по отдельным элементам памятника и предварительной сборки технологических реставрационных поясов памятника вне зоны интенсивного туристического потока на главной экспозиции музея.



Рис. 2. Обмер бани у дома крестьянина Яковлева



Рис. 3. Работа над чертежами в программе AutoCAD

Состоит из производственного корпуса, склада для хранения бревен из Преображенской церкви и других вспомогательных сооружений, которые образуют единый производственный комплекс [4].



Промаркированные и разобранные элементы сруба Преображенской церкви доставляются на территорию комплекса и подаются в помещение неотапливаемого склада. В складе может храниться до 200 бревен, т. е. практически весь объем реставрируемого технологического пояса памятника.

На участке реставрации выполняются все регламентируемые технологической картой реставрационные операции. Поскольку доля нового материала не должна превысить 35 % от общего объема, то иногда заменяют не все бревно целиком, а только его часть.

Отреставрированные бревна собирают в технологический пояс. Далее пояс обжимается нагрузкой, соответствующей весу вышележащих конструкций, выдерживается в этом положении некоторое время, после чего разбирается и вывозится на объект для окончательной сборки на месте.



Рис. 4. Фрагмент церкви на сборочном участке

Хорошо известны проблемы Преображенской церкви: построенная в 1714 г., церковь не имела фундамента, в результате разрушения нижних венцов бревен здание получило деформацию, а в 1980 г. было закрыто для посещения туристами в связи с аварийным состоянием [5].

В феврале 1981 г. начались первоочередные противоаварийные работы: интерьеры и иконостас церкви были демонтированы, а внутри здания сооружен поддерживающий металлический каркас [6]. Но работы по капитальной реставрации памятника в те годы так и не начались, и в таком законсервированном виде церковь находилась более 20 лет.

Лишь в 1999–2001 гг. специалистами Санкт-Петербургского института «Спецпроектреставрация» и музея-заповедника «Кижі» был разработан новый проект реставрации. В соответствии с проектом, сруб церкви разбивается на реставрационные пояса, которые поочередно поднимаются с помощью домкратов и жестко фиксируются на новой высоте, после чего происходит полная переборка сруба снизу вверх с заменой отдельных элементов и устранением всех деформаций.

В 2004 г. начался монтаж специальной инженерной системы лифтинга, который продолжался до 2009 г. С помощью этой системы были подняты деревянные конструкции сруба общим весом 350 тонн. Оставшаяся часть сруба была демонтирована и отправлена на реставрацию.

За последующие годы был построен ленточный фундамент из железобетона и бутового камня, на котором начался монтаж деревянных конструкций, прошедших реставрацию.

К сегодняшнему дню на реставрации находится 4 пояс [7].

«Летний университет» является уникальной формой обучения студентов и повышения квалификации работников образования в условиях активного воздействия историко-культурной и природной среды острова Киж; это широчайший простор для реализации самых разных творческих проектов для студентов. Это уникальная возможность побывать не на туристическом, а на живом, настоящем острове Киж.



Рис. 5. Четвертый реставрационный пояс церкви снят и находится в Плотницком центре

### Литература

1. Мильчик М. И. Трагическая судьба русского деревянного зодчества и проблемы его спасения / М. И. Мильчик // Актуальные проблемы исследования и спасения уникальных памятников деревянного зодчества России. – СПб, 1999. – С. 6–11.
2. Гырнец Т. И. Сезон 2014 г в Летнем университете на о. Киж начинается с 1 июня / Т. И. Гырнец // Киж. – 2014. – № 3(109). – С. 3.
3. Аверьянова Э.В. Музей заповедник «Киж» . 40 лет / Э. В. Аверьянова. – Петрозаводск, 2006. – 208 с.
4. Пищик И. И. Решение технических задач – фундамент реставрации / И. И. Пищик // Пути сохранения и методы реставрации памятников деревянного зодчества: сборник мат. международной науч.-практич. конф. – Архангельск, 1990. – С. 111–113.
5. Новожилов Л. А. Реставрация Преображенского собора в Кижках / Л. А. Новожилов. – М.: «АЛЕВ – В», 2009. – С. 200.
6. Гущина В. А. Преображение / В. А. Гущина. – Петрозаводск, 2004. – 40 с.
7. Серов Е. Н., А.Е.Серов, С.И. Миронова, Д.А. Рубан Варианты усиления балок нижнего четверика Преображенской церкви на о. Киж / Е. Н. Серов, С. И. Миронова, Д. А. Рубан, А. Е. Серов // Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы V международной конференции. 25–28 июня 2013 г.: в 2-х ч. Ч. I. – СПб., 2013. – С. 433–438.

**УДК 624.04**

*Алексей Николаевич Петров*, д-р техн. наук,  
доцент  
(Петрозаводский Государственный Университет)  
*Анна Владимировна Евсеева*, инженер  
(Петрозаводский Государственный Университет)  
E-mail: petr@psu.karelia.ru

*Aleksey Nikolaevich Petrov*, Dr of Tech. Sci,  
Associate Professor  
(Petrozavodsk State University)  
*Anna Vladimirovna Evseeva*, engineer  
(Petrozavodsk State University)  
E-mail: petr@psu.karelia.ru

**ДИАГРАММНЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА С ТРЕЩИНАМИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ**

**DIAGRAMMATIC APPROACH TO CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE WITH CRACKS UNDER SUSTAINED LOADING**

В статье рассмотрен расчет железобетонного элемента с трещинами при длительном нагружении, при этом используется диаграммный подход. В основе диаграммы напряжение-деформации лежат предложения, сделанные Н. И. Карпенко. Разработаны теоретические диаграммы-изохроны. Произведено сравнение экспериментальных данных с теоретическими. На базе теоретических диаграмм-изохрон выполнен расчет железобетонной балки-стенки с трещинами при длительном нагружении из опытов И. Н. Кедича. Полученные результаты позволяют сделать вывод о достаточно полном соответствии расчетных и опытных кривых в процессе длительного деформирования.

*Ключевые слова:* железобетон, диаграммы деформирования, деформационная модель, физическая нелинейность, напряжение, деформация.

In article calculation of a ferroconcrete element with cracks at a long zagruzheniye is considered, thus is used chart approach. Charts tension deformation are the cornerstone of the offers made by N. I. Karpenko. Theoretical isochron charts are developed. Comparison of experimental data with the theoretical is made. On the basis of theoretical isochron charts, calculation of a ferroconcrete beam wall with cracks at long loading is executed from I. N. Kedich's experiments. The received results allow to draw a conclusion on rather full compliance of calculated and empiric curves in the course of long deformation.

*Keywords:* reinforced concrete, charts of deformation, deformation model, physical nonlinearity, tension, deformation.

Диаграммный подход, в силу ряда очевидных преимуществ, находит все более широкое применение при расчете железобетонных конструкций. Наиболее полно эти преимущества реализуются в моделях сложного напряженного состояния, где учитывается самый широкий спектр факторов, приводящих к физической нелинейности железобетона. Учет фактора времени в деформационной модели осуществляется путем представления диаграммы деформирования бетона в виде диаграммы-изохроны, все точки которой достигаются за равный промежуток времени – время нагружения.

По предложению Н. И. Карпенко [1], связь напряжения – деформации для диаграммы-изохроны записывается в виде

$$\varepsilon_b(t, \tau) = \frac{\sigma_b(t, \tau)}{E_b(\tau) \nu_b(t, \tau)}, \quad (1)$$

где 
$$\nu_b(t, \tau) = \hat{\nu}_m \pm (\nu_0 - \hat{\nu}_m) \sqrt{1 - \omega_1 \eta - \omega_2 \eta^2}. \quad (2)$$

Здесь  $\hat{\nu}_m$  – значение коэффициента  $\nu_m$  в вершине диаграммы (при  $\sigma_m = \hat{\sigma}_m$ );

$\nu_0$  – начальный коэффициент изменения секущего модуля (принимается 1,0 для восходящей и 2,05 для нисходящей ветвей диаграммы);

$\omega_1, \omega_2$  – коэффициенты, характеризующие полноту диаграммы материала, причем  $\omega_2 = 1 - \omega_1$ .

Если свойства бетона инвариантны по отношению к возрасту (зрелый бетон), зависимость (1) можно представить в виде

$$\varepsilon_b(t - \tau) = \frac{\sigma_b(t - \tau)}{E_b(\tau) \nu_b(t - \tau)}, \quad (3)$$

где  $t - \tau$  – время нагружения.

Наиболее важной характеристикой диаграммы-изохроны являются координаты ее вершины  $\hat{\sigma}_b(t - \tau) / R_b$ ,  $\varepsilon_R(t - \tau)$ . С увеличением времени нагружения диаграмма деформирования трансформируется, при этом ее вершина смещается вправо и вниз. Зависимость призмной прочности от времени нагружения аппроксимируется функцией

$$R_b(t, \tau) = [k + (1 - k)\varphi(t - \tau)]R_b(\tau), \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент снижения прочности бетона при бесконечно большом времени нагружения, для практических расчетов рекомендуется принимать  $k = 0,85$ ;

$\varphi(t - \tau)$  – эмпирическая функция, учитывающая влияние времени нагружения;

$R_b(\tau)$  – призмная прочность бетона в возрасте  $\tau$ , определенная по стандартной методике (при времени нагружения  $t - \tau \approx 20 - 60$  мин.).

Анализ экспериментальных данных [1], а также теоретических предложений [3; 4; 5] показал, что при изменении времени нагружения от 1 мин. и практически до бесконечности функция  $\varphi(t - \tau)$  аппроксимируется зависимостью, линейной относительно логарифма  $t - \tau$

$$\varphi(t - \tau) = 1,46 - 0,112 \ln(t - \tau), \quad (5)$$

где  $t - \tau$  – время нагружения в минутах.

Полные деформации бетона в вершине диаграммы-изохроны  $\varepsilon_R(t, \tau)$  складываются из двух составляющих: упруго-мгновенной и неупругой. За счет ползучести бетона с увеличением времени нагружения неупругая составляющая возрастает, а упругая – снижается в соответствии со снижением  $R_b(t, \tau)$ . Приращение неупругих деформаций существенно превосходит соответствующее снижение упругой составляющей во всех практически важных случаях (нарушение этого принципа возможно только при очень высоких скоростях нагружения). Такой характер деформирования позволил предложить для описания роста  $\varepsilon_R(t, \tau)$  зависимость

$$\varepsilon_R(t, \tau) = \hat{\varepsilon}_D(\tau) f(t - \tau), \quad (6)$$

где  $\hat{\varepsilon}_D(\tau)$  – абсцисса вершины диаграммы при стандартном кратковременном нагружении;

$f(t - \tau)$  – эмпирическая функция, учитывающая влияние времени нагружения.

На основе экспериментальных данных [1] для бетонов классов по прочности В20–В40 для функции  $f(t - \tau)$  предложено выражение

$$f(t - \tau) = 0,76 + 0,059 \ln(t - \tau), \quad (7)$$

где  $t - \tau$  – время нагружения в минутах.

Параметры формулы (2) определяются с учетом времени нагружения по зависимостям:

для восходящей ветви диаграммы-изохроны

$$\varpi_1 = \left[ 1,25 - 0,1 \frac{R_b(t, \tau)}{R_o} \right] [0,67 + 0,081 \ln(t - \tau)] \leq 2, \quad (8)$$

для нисходящей ветви диаграммы-изохроны

$$\varpi_1 = \left[ 0,35 + 0,22 \frac{R_b(t, \tau)}{R_o} \right] [1,2 + 0,048 \ln(t - \tau)] \leq 2, \quad (9)$$

где  $R_b(t, \tau)$  и  $\varepsilon_R(t, \tau)$  вычисляются по формулам (4) и (6);

$R_o = 9,8$  МПа.

Эмпирические параметры формул (8) и (9) подобраны из условия наилучшей аппроксимации расчетных, по представленным зависимостям, и опытных диаграмм-

изохрон. Сопоставление экспериментальных, по данным [1], и теоретических диаграмм-изохрон показано на рис. 1.

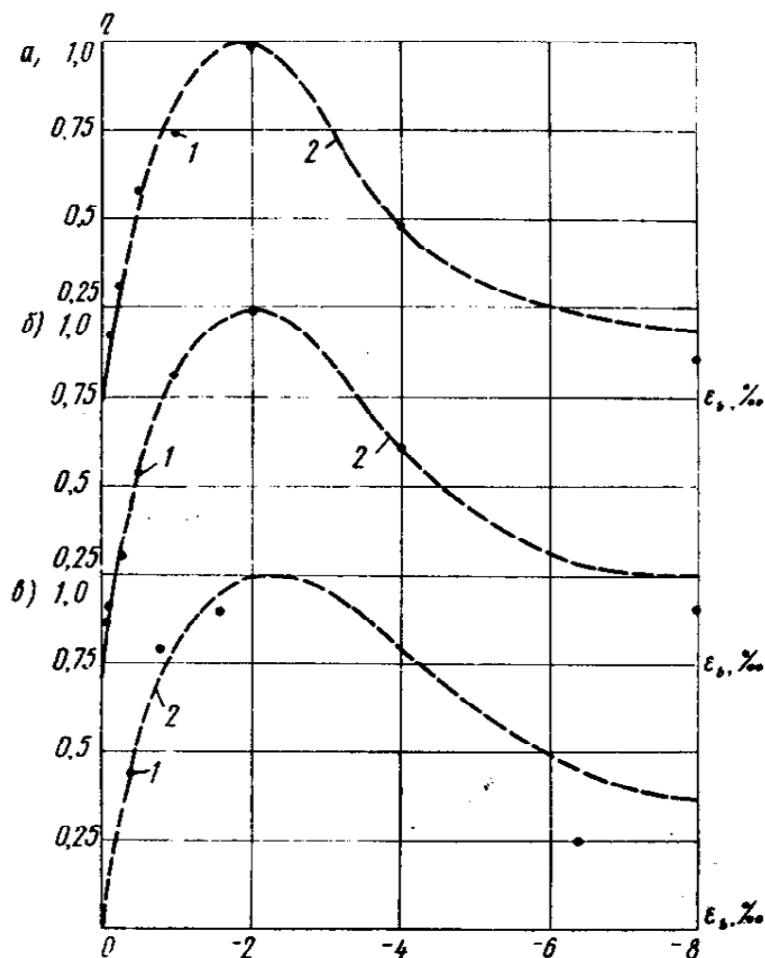


Рис.1. Сопоставление опытных (образцы серии С1-2 [1]) и расчетных диаграмм-изохрон:  
 а – время загрузки 15 мин.; б – то же, 60 мин.; в – то же, 1440 мин.  
 Обозначено: 1 – экспериментальные данные; 2 – расчетные кривые

На базе теоретических диаграмм-изохрон выполнен расчет железобетонной балки-стенки с трещинами при длительном нагружении из опытов И.Н. Кедича [6]. Балка-стенка пролетом 100 см, высотой 50 см и толщиной 7 см армировалась ортогональной сеткой из стержней  $\varnothing 6A-I$  с шагом поперечных стержней 100 мм. В качестве продольной рабочей арматуры в растянутой зоне устанавливались два стержня  $\varnothing 10A-II$ . Опираие балки-стенки осуществлялось по углам через металлические прокладки  $70 \times 100$  мм толщиной 20 мм. Загружение конструкции было осуществлено в возрасте бетона 30 сут. равномерно-распределенной нагрузкой интенсивностью 14 кН/м. Подъем нагрузки включал 7 этапов с выдержкой на каждом этапе в течение 15 мин. Опытное значение нагрузки трещинообразования составило 1,0 кН/м, теоретическое – 0,8 кН/м. Продолжительность длительного нагружения составила 310 сут. На рис. 2 показаны кривые развития во времени прогиба балки-стенки, средних деформаций растянутой арматуры и деформаций бетона сжатой грани.

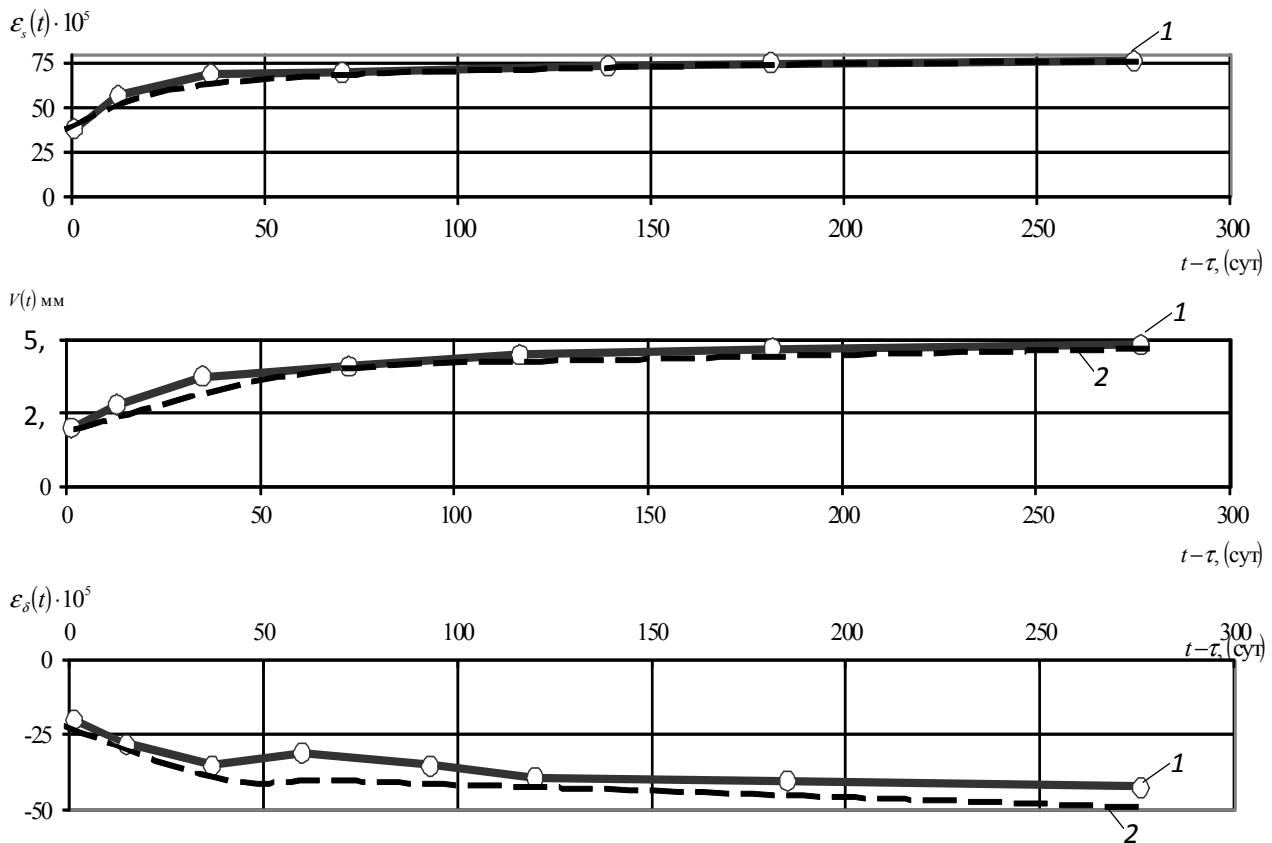


Рис.2. Опытные (1) и теоретические (2) кривые приращения во времени значений прогибов  $V(t)$ , деформаций растянутой арматуры  $\varepsilon_s(t)$  и сжатого бетона  $\varepsilon_b(t)$  балки-стенки из опытов [6]

Полученные результаты позволяют сделать вывод о достаточно полном соответствии расчетных и опытных кривых в процессе длительного деформирования.

### Литература

1. *Rasch Chr.* Spannungs-Dehnungs-Linien des Beton und Spannungsverteilung in der Biegedruck-zone bei Konstanter Dehngeschwindigkeit. Dent-scher Ausschuss für stahlbeton / Chr. Rasch. – Heft 154. – Berlin, 1962.
2. *Карпенко Н. И.* К построению обобщенной зависимости для диаграммы деформирования бетона / Н. И. Карпенко // Строительные конструкции: сб. – Минск: 1983. – С.164–173.
3. *Карпенко Н. И.* Исходные и трансформированные диаграммы деформирования бетона и арматуры / Н. И. Карпенко, Т. А. Мухамедиев, А. Н. Петров // Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1986. – С.7–25.
4. *Карпенко Н. И.* Диаграммы деформирования бетона, их трансформация в зависимости от различных факторов и использование в расчетах конструкций / Н. И. Карпенко, Т. А. Мухамедиев, А. Н. Петров // Предельные состояния бетонных и железобетонных конструкций энергетических сооружений: Материалы конференции и совещания по гидротехнике. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – С.170–185.
5. Учет деформаций ползучести и длительного сопротивления бетона в методике диаграмм-изохрон / Н. И. Карпенко, И. Е. Прокопович, Т. А. Мухамедиев и др. // Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1987. – С.66–81.
6. *Кедич И. Н.* Исследование несущей способности, деформативности и трещиностойкости железобетонных балок-стенок при действии кратковременных и длительных нагрузок: дисс... канд. техн. наук / И. Н. Кедич. – Минск, 1965. – 179 с.



**УДК 692**

*Валерий Эмильевич Романчук*, канд. тех. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Константин Евгеньевич Вавулин*, студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: Valeriy.Romanchuk@gmail.com,*

*Konstantin.Vavulin@gmail.com*

*Valery Emilievich Romanchuk*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Konstantin Evgenevich Vavulin*, student

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: Valeriy.Romanchuk@gmail.com*

*Konstantin.Vavulin@gmail.com,*

**АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ТРЕБОВАНИЙ ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**ANALYSIS OF SOME OF THE REQUIREMENTS OF EFFECTIVE STANDARDS  
FOR THE DESIGN OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

Аварии строительных конструкций (за исключением катастроф) редко происходят внезапно. Как правило, можно наблюдать ряд предвестников аварий. Если своевременно заметить признаки приближающейся аварии, то можно вовремя принять профилактические меры. В настоящей работе проведен анализ действующих нормативов с реальным опытом эксплуатации и возведения несущих конструкций и приведены два примера некоторых расхождений, которые затрудняют оценку долговечности и надежности железобетонных конструкций. Из рассмотренных примеров сделаем вывод, что в редких случаях дефекты происходят только в результате проектных решений. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо определить причины возникновения дефектов и попытаться найти пути их устранения.

*Ключевые слова:* аварии, железобетонные конструкции, нормативные документы, профилактические меры, дефекты, деформации.

Accidents with building structures (excluding catastrophes) rarely occur suddenly. Usually one can observe a number of precursors to accidents. If the signs of approaching accident are noticed in time, it is possible to take timely preventive measures. In the present work the analysis of existing standards, with real experience in the operation and construction of load bearing structures and are given two examples of some of the differences which complicate the assessment of durability and reliability of concrete structures. From the examples discussed above, we conclude that, in rare cases, the defects occur only as a result of design decisions. Therefore, in each specific case it is necessary to determine the causes of defects and try to find ways to eliminate them.

*Keywords:* accident, reinforced concrete structures, regulations, preventive measures, defects, deformation.

В данной статье сделана попытка анализа некоторых требований действующих норм по проектированию ЖБК. Выявлены ряд расхождений и несоответствий между СП 52-101–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» [1] и СНиП 3.03.01–87 «Несущие и ограждающие конструкции» [2], которые затрудняют разработку надежных конструкций и приводят к тем или иным дефектам эксплуатационных зданий.

**Влияние отклонений толщины защитного слоя бетона**

По СНиП 3.03.01–87 «Несущие и ограждающие конструкции» [2], табл. 11, допускаемые отклонения толщины защитного слоя составляют  $\pm 10$  мм (при толщине поперечного сечения свыше 200 мм) и плюс 15 мм и минус 5 мм (при толщине поперечного сечения свыше 300 мм). Как показали расчеты, это может привести к снижению прочности и момента образования трещин до 15 %.

**Влияние изменения расстояния между опорами и длины пролета**

Максимальные (допускаемые) отклонения по СНиП 3.03.01–87 [2], табл. 11:

п. 1 Отклонения стены от вертикали – 10 мм (с двух сторон 20 мм);

п. 2 Длина или пролет перекрытия –  $\pm 20$  мм;

защитный слой по торцам –  $10+10 = 20$  мм.

Итого, суммарные отклонения могут составить 70 мм. Таким образом, площадки опирания плит перекрытий нет.

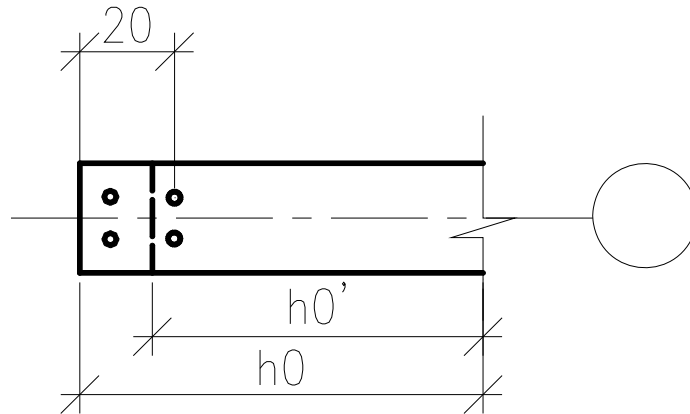


Рис. 1. Изменения толщины защитного слоя

При меньших возможных отклонениях по СНиП 3.03.01-87 [2], табл. 11: изменяются величины пролетов, что приводит к изменению несущей способности элемента, снижению площадки опирания плит, что может составлять 10–30 мм, что вызывает опасения вследствие разрушения элементов от местного смятия.

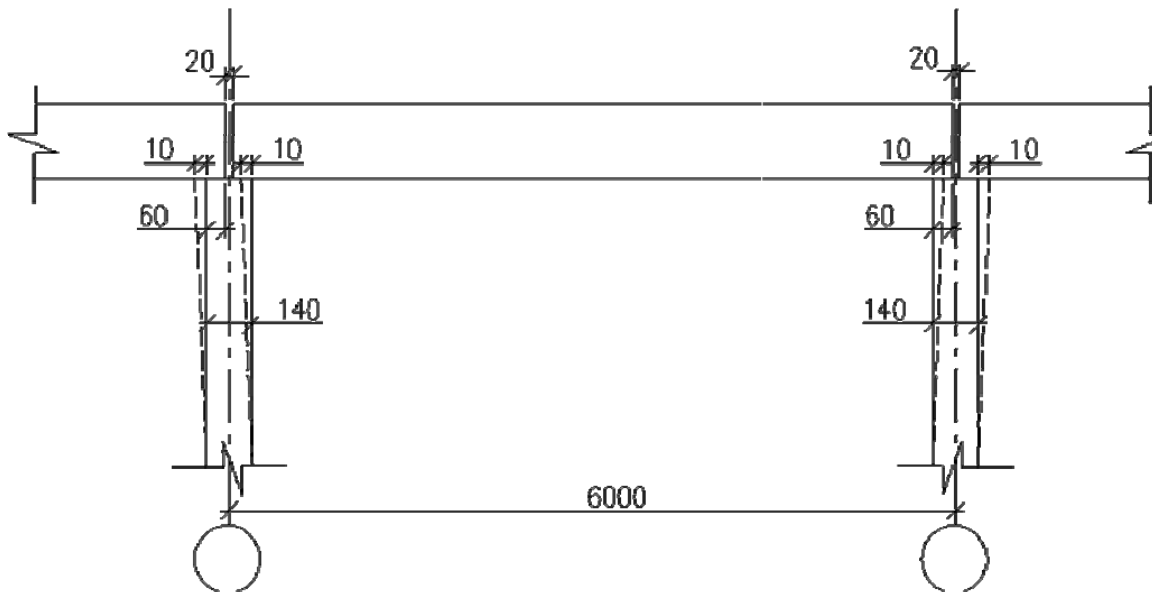


Рис. 2. Опирания плиты перекрытия на сборные панели

Анализируя вышеприведенное, при полном соблюдении норм, конструкция не отвечает требованиям нормальной эксплуатации. Формальное выполнение этих требований может привести к ситуации, при которой проектируемые по действующим нормам железобетонные конструкции еще до эксплуатации можно отнести к конструкциям, которые находятся в аварийном состоянии. При этих обстоятельствах, трудно оценивать долговечность и надежность железобетонных конструкций.

#### Литература

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры / Госстрой России. – М., 2004. – 186 с.
2. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Росстандарт. – М., 2012. – 280 с.

УДК 624.072.2:620.191.3

Александр Васильевич Трофимов, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: rcespb@mail.ru

Aleksander Vasilevich Trofimov, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: rcespb@mail.ru

## АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ В БЕТОНЕ

### ANALYSIS OF THE REINFORCED-CONCRETE STRESS-STRAIN STATE SUBJECT TO SPECIFIC CHARACTER OF REINFORCMENT FIXATION

Анализируется напряженно-деформируемое состояние железобетонных элементов с различными условиями закрепления арматуры в бетоне. Рассматриваются эпюры распределения деформаций в бетоне, арматуре, касательных напряжений и взаимных смещений на конкретном примере с учетом упругой и неупругой работы контактной зоны. В работе используется модель составного стержня, позволяющая включать сцепление (контактный слой бетона) в расчетные зависимости. Функция не имеет разрывов при переходе из упругого в упругопластическое состояние контактного слоя.

*Ключевые слова:* сцепление, арматура, деформации, контактная зона, касательные напряжения.

The stress-strain state of reinforced concrete elements with different fixation conditions of the reinforcement is analyzed. Diagrams of strain distribution in concrete and reinforcement, of shear stresses and relative displacements are considered based on a specific example subject to elastic and inelastic work of the contact zone. The compound bar model, allowing include the bond (contact layer of concrete) in calculated dependences. Function does not have discontinuities at the transition from elastic to elastic-plastic state of the contact layer.

*Keywords:* bond, reinforcement, deformation, contact zone, shear stresses.

В целях совершенствования методов расчета железобетонных конструкций требуется дальнейшее изучение взаимодействия арматуры и бетона, обусловленного силами сцепления [1–3].

Принимаем расчетную модель «бетон – контактный слой – арматура».

Записываем исходное выражение, связывающее относительные деформации бетона и арматуры на контакте

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{bt} = \varepsilon_{sv}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_s, \varepsilon_{bt}, \varepsilon_{sv}$  – относительные деформации соответственно арматуры, растянутого бетона и контактного слоя.

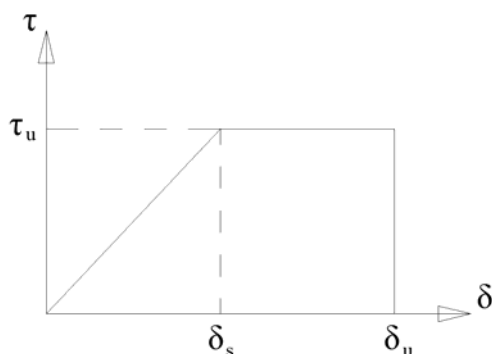


Рис. 1. Диаграмма  $\tau - \delta$

Исходные предпосылки:

- взаимные смещения между арматурой и бетоном происходят по центру тяжести арматуры;
- для бетонного сечения принимаем справедливой гипотезу Бернулли;
- связь между взаимными смещениями ( $\delta$ ) и касательными напряжениями ( $\tau$ ) принимаем в соответствии с усеченной диаграммой Прандтля (рис. 1).

При действии на железобетонный элемент внешней нагрузки в контактном слое возникает сдвигающая сила  $S$ . В этом случае

$$\varepsilon_s = \frac{S'}{E_s A_s};$$

$$\varepsilon_{bt} = - \left( \frac{S'}{E_b A} + \frac{S' m_0^2}{B} \pm \frac{N}{E_b A} - \frac{M \pm Ne}{B} m_0 \right); \quad (2)$$

$$\varepsilon_{sv} = \frac{S''}{G}.$$

Подставив (2) в (1), получаем дифференциальное уравнение составного стержня

$$\frac{S''}{G} = \gamma S + \Delta, \quad (3)$$

где  $\gamma = \frac{1}{E_s A_s} + \frac{1}{E_b A} + \frac{m_0^2}{B}$ ;  $\Delta = \pm \frac{N}{E_b A} - \frac{M - Ne}{B} m_0$ ,

где  $E_s$  и  $A_s$  – модуль упругости и площадь сечения арматуры соответственно;

$E_b$  и  $A$  – то же бетона;  $B$  – изгибная жесткость бетонного сечения;

$m_0$  – расстояние между центрами тяжести бетонного сечения и арматуры;

$G$  – модуль сдвига;  $\lambda = \sqrt{G\gamma}$  – характеристика деформативности контакта;

$e$  – эксцентриситет приложения силы  $N$ .

Рассмотрим несколько случаев, характерных при экспериментальных исследованиях сцепления арматуры с бетоном (рис. 2).

Решения (3) для этих случаев с учетом граничных условий:  $S = 0$  (свободный сдвиг на торцах) и принятого расположения осей принимают следующий вид.

Схема 1 (рис. 2, а)

$$\varepsilon_{S_x} = \frac{N}{E_s A_s} \left[ 1 - \frac{(\alpha + ch\lambda l_1) sh\lambda x - (ch\lambda x - 1) sh\lambda l_1}{(1 + \alpha) sh\lambda l} \right];$$

$$\varepsilon_{bt_x} = \frac{N \cdot \alpha}{E_s A_s} \left[ \frac{(\alpha + ch\lambda l_1) sh\lambda x - (ch\lambda x - 1) sh\lambda l_1}{(1 + \alpha) sh\lambda l} \right];$$

$$\tau_x = \frac{\lambda \alpha N}{4 A_s} \cdot \frac{(\alpha + ch\lambda l_1) ch\lambda x - sh\lambda l_1 sh\lambda x}{(1 + \alpha) sh\lambda l};$$

$$\delta_0 = \frac{N(\alpha + ch\lambda l_1)}{\lambda E_s A_s sh\lambda l_1}; \quad \delta_l = \frac{N(\alpha \cdot ch\lambda l_1 + 1)}{\lambda E_s A_s sh\lambda l_1}; \quad l_1 = \frac{l - l_0}{2},$$
(4)

где  $\delta_0$  – взаимные смещения между арматурой и бетоном на торцах элементов;  $\delta_l$  – то же на другом конце стержня.

Схема 2 (рис. 2, б)

$$\varepsilon_{S_x} = \frac{N}{(1 + \alpha) E_s A_s} \left[ \alpha + \frac{ch\lambda \left( \frac{l}{2} - x \right)}{ch\lambda \frac{l}{2}} \right];$$

$$\varepsilon_{bt_x} = \frac{N \cdot \alpha}{(1 + \alpha) E_s A_s} \left[ 1 - \frac{ch\lambda \left( \frac{l}{2} - x \right)}{ch\lambda \frac{l}{2}} \right];$$
(5)

$$\tau_x = \frac{Nd\alpha}{4A_s(1+\alpha)} \cdot \frac{sh\lambda\left(\frac{l}{2}-x\right)}{ch\lambda\frac{l}{2}};$$

$$\delta_0 = \frac{N}{\lambda E_s A_s} th\lambda\frac{l}{2}.$$

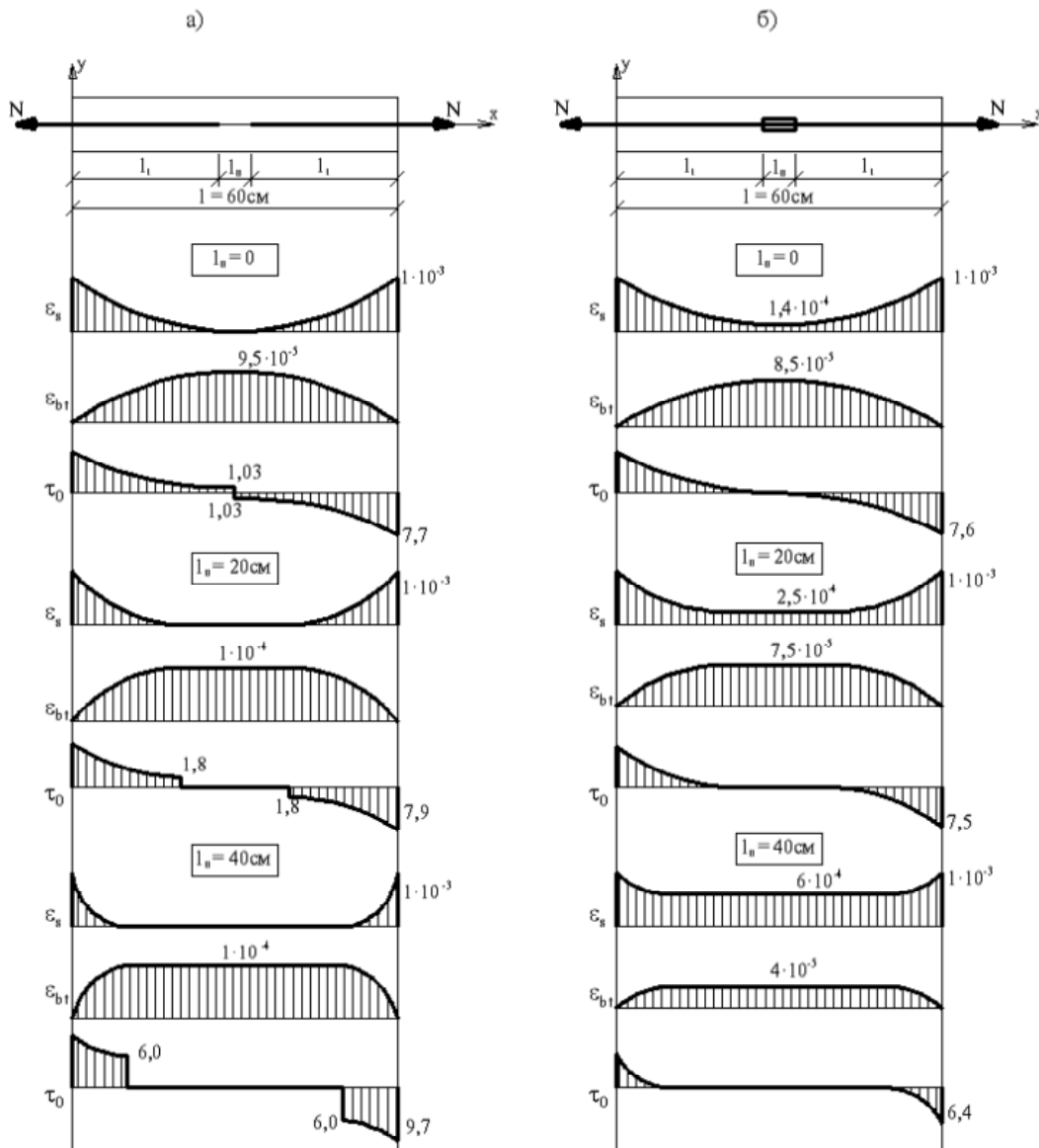


Рис. 2. Эпюры относительных деформаций в арматуре ( $\epsilon_s$ ) и бетоне ( $\epsilon_{bt}$ ) и касательных напряжений ( $\tau$ )

а) При наличии участка нарушенного сцепления ( $l_0$ ) выражения (3) принимают вид на участке  $l_1$  (сцепление обеспечено)

$$\begin{aligned} \varepsilon_{S_x} &= \frac{N}{(1+\alpha)E_S A_S} \left[ \alpha + \frac{ch\lambda(l_1-x)}{ch\lambda l_1} \right]; \\ \varepsilon_{bt_x} &= \frac{N \cdot \alpha}{(1+\alpha)E_S A_S} \left[ 1 - \frac{ch\lambda(l_1-x)}{ch\lambda l_1} \right]; \\ \tau_x &= \frac{Nd\alpha}{4A_S(1+\alpha)} \cdot \frac{sh\lambda(l_1-x)}{ch\lambda l_1}; \\ \delta_0 &= \frac{N}{\lambda E_S A_S} th\lambda l_1 \left[ 1 + \frac{\lambda(0.5l-l_1)}{sh\lambda l_1} \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

б) на участке  $l_0$  (сцепление нарушено)

$$\begin{aligned} \varepsilon_{S_x} &= \frac{N}{(1+\alpha)E_S A_S} \left( \alpha + \frac{1}{ch\lambda l_1} \right); \\ \varepsilon_{bt_x} &= \frac{N \cdot \alpha}{(1+\alpha)E_S A_S} \left( 1 - \frac{1}{ch\lambda l_1} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Рассмотрим конкретный пример.

Исходные данные:

$N = 30 \text{ кН}$ ;  $A = 10 \times 10 \text{ см}$ ;  $A_s = 1,5 \text{ см}^2$  ( $\text{Ø } 14$ );  $\alpha = 0,1$ ;  $\lambda = 0,12 \text{ см}^{-1}$  (В25);  $l = 60 \text{ см}$ ;  $l_0$  и  $l_1$  – переменные.

На рис. 2 а, б приведены эпюры  $\varepsilon_s$ ,  $\varepsilon_{bt}$ ,  $\tau$  при различных значениях  $l_0$ .

Изменение взаимных смещений ( $\delta_0$ ) между арматурой и бетоном в торцах элементов показаны на графиках рис. 3.

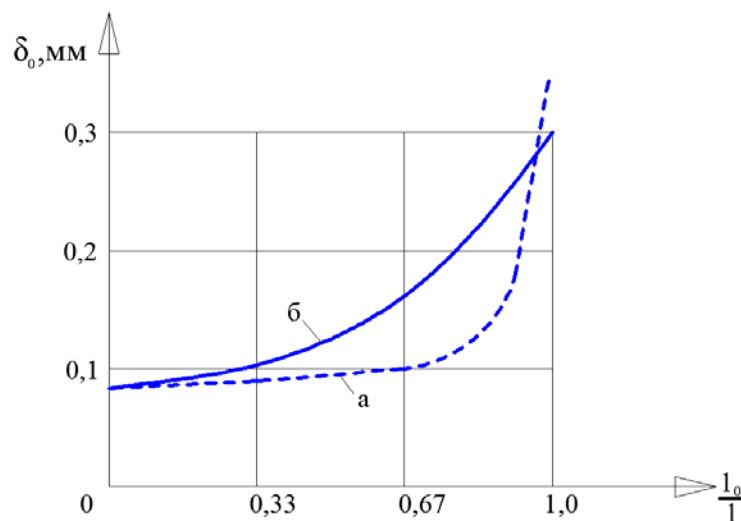


Рис. 3. График зависимости  $\delta_0 - \frac{l_0}{l}$

а – схема 2; б – схема 1

Анализ распределения относительных деформаций  $\varepsilon_s$ ,  $\varepsilon_{bt}$  и касательных напряжений  $\tau$  при изменении  $l_0$  показал:

1) значения  $\varepsilon_{bt}^{\max}$  в средней части элемента при значениях  $\varepsilon_s = 0$ , в одном случае, остаются неизменными (рис. 2а), в другом,  $\varepsilon_{bt}^{\max}$  падают, а  $\varepsilon_s$  возрастают (рис. 2б);

2) касательные напряжения, в первом случае, возрастают как на нагруженном, так и на незагруженном концах арматурного стержня ( $\tau \rightarrow \tau_u$ ); во втором, падают ( $\tau \rightarrow 0$ );

3) взаимные смещения между арматурой и бетоном ( $\delta_0$ ) на торцах элементов в обоих случаях возрастают; в первом случае (рис. 3а)  $\delta_0 \rightarrow \infty$  ( $l_0 \rightarrow l$ ), во втором (рис. 3, б) –  $\delta_0 \rightarrow \frac{N}{E_s A_s} \frac{l}{2}$  ( $l_0 \rightarrow l$ ).

При достижении  $\tau_{max}$  предельных значений  $\tau_u$  в контактном слое появятся неупругие деформации. Этому состоянию соответствует продольная сила

$$N = \frac{4\tau_u A_s (1 + \alpha)}{\lambda d (\alpha + ch \lambda l_1)} th \lambda l_1 \quad (8)$$

С увеличением нагрузки неупругие деформации распространяются вглубь контакта. При переходе всей зоны контакта в пластическое состояние происходит потеря сцепления арматуры с бетоном.

$$N_u = \frac{4\tau_u A_s (1 + \alpha)}{d} l_1. \quad (9)$$

Вывод: предложенный метод позволяет оценивать влияние различных зон активного сцепления на напряженно-деформированное состояние железобетонных элементов с учетом специфики закрепления арматуры в бетоне и состояния контактной зоны.

### Литература

1. Ржаницын А. Р. Составные стержни и пластины / А. Р. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1986. – 150 с.
2. Трофимов А. В. Расчет железобетонных конструкций с использованием модели составного стержня / А. В. Трофимов; СПбГАСУ. – СПб., 2012. – 99 с.: ил.
3. Холмянский М. М. Контакт арматуры с бетоном / М. М. Холмянский. – М.: Стройиздат, 1981 – 184 с.: ил.

## СЕКЦИЯ МЕХАНИКИ

### УДК 372.811

Наталья Владимировна Норина, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: bennor@yandex.ru

Nataliya Vladimirovna Norina, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: bennor@yandex.ru

### ТЕХНОЛОГИЯ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

### TECHNOLOGY OF MODULAR TRAINING OF ENGINEERING MECHANICS

Рассматривается вопрос повышения эффективности обучения студентов дисциплине «Техническая механика» с использованием технологии модульного обучения. Технология основана на применении модуля – учебного пакета, охватывающего концептуальную единицу учебного материала и предписывающего студенту определенные действия. Содержание обучения структурируется в соответствии с блочной подачей

материала и с учетом актуальной на сегодняшний день роли творческих способностей студентов и их иного мышления. Анализируется динамичность модульной технологии, которая заключается в вариативности содержания, а также в возможности обучения различным способам действий.

*Ключевые слова:* модульное обучение, модуль, педагогическая технология модульного процесса, принцип модульности, принцип осознанной перспективы, проектный метод.

The question of increase of learning efficiency of students to discipline “Engineering Mechanics” with use of technology of modular training is considered. The technology is based on module application – the educational package covering conceptual unit of a teaching material and ordering to the student certain actions. The training maintenance is structured according to block giving of a material and taking into account an actual role for today of creative abilities of students and their other thinking. Dynamism of modular technology which consists in variability of the maintenance, and also in training possibility to various ways of actions is analyzed.

*Keywords:* modular training, module, pedagogical technology of modular process, modularity principle, the principle of conscious prospects, project method

Отечественная и зарубежная практика обучения студентов технических ВУЗов показывает перспективность принципиально нового по организации и технологии метода – модульного обучения. Модульное обучение является неотъемлемой составляющей проектного метода, рекомендованного Министерством образования Российской Федерации.

Основу предметов, входящих в образовательную область «Механика», составляет самостоятельная проектная практическая деятельность студентов, что позволяет сократить репродуктивную деятельность студентов и уменьшить учебную нагрузку. Модульное построение содержания образовательной области «Механика» позволяет оптимизировать тематические составляющие и их объем в учебных курсах.

Модульное обучение характеризуется опережающим изучением теоретического материала укрупненными блоками – модулями, алгоритмизацией учебной деятельности, завершенностью и согласованностью циклов познания и других циклов деятельности. Поуровневая индивидуализация учебной и дифференциация обучающей деятельности создают ситуацию выбора для преподавателя и студента и способствуют развитию у студентов инициативы, творческих способностей, необходимых для выполнения индивидуальных творческих заданий, а также навыков самообразования и ответственного отношения к результатам труда.

Модульное обучение появилось в 60-е годы XX столетия. Его предложил американский ученый Дж. Рассел. В отечественной педагогике первые исследования по данной тематике появились в 1989 году в работах [1; 2].

Модуль – учебный пакет, охватывающий концептуальную единицу учебного материала и предписывающий студенту определенные действия.

В основе модульного обучения лежит принцип модульности – разбивка содержания курса на блоки, не обязательно последовательные, т. к. каждый блок имеет логическое начало и завершение учебного задания. Содержание обучения структурируется в соответствии с блочной подачей материала и с учетом актуальной сегодня роли творческих способностей студентов, иного мышления.

Важнейшие характеристики учебной деятельности при модульном обучении: предметность, направленность на материальный объект и субъективность, так как выполняется конкретным человеком. Вся совокупность действий, преподавателя и студента, которая приводит последнего к усвоению определенной порции содержания образования с заданными показателями, т. е. к достижению поставленной цели, представляет собой цикл обучения.

Гибкость модульной технологии объясняется адаптацией к индивидуальным особенностям студентов за счет исходной диагностики знаний, темпа усвоения и индивидуализации обучения. Под темпом усвоения понимается «комфортный» для студента срок, за который он может полностью овладеть содержанием модуля в зависимости от личностных способностей.



Динамичность модульной технологии заключается в вариативности содержания, а также в возможности обучения способам действий.

Одним из главных принципов модульного обучения является принцип осознанной перспективы. В начале учебного процесса студент должен знать несколько учебных целей: цель занятия, цель раздела, цель дисциплины.

Принцип разносторонности методического консультирования означает, что преподаватель должен помогать в освоении задания индивидуально. Этот подход значительно увеличивает нагрузку на преподавателя, но помогает освоению учебного материала студентам с низким уровнем обучаемости в группе, и поднимая его, ориентируясь на талантливых и творческих студентов. Из этого, соответственно, вытекает принцип паритетности – равенство прав и обязанностей преподавателя и студента. Суть модуля заключается в законченности учебного задания в определенный срок, о котором преподаватель сообщает студентам в начале каждого модуля.

Педагогическая технология модульного процесса носит вариативный характер и может быть представлена наряду с некоторым стандартом целым рядом самых экзотических моделей. Технология модульного обучения после целеполагания (постановки цели занятия) зависит от своей организации. За исключением начальной стадии, педагогический процесс обеспечивается многократно повторяющейся и варьирующейся самостоятельной работой студентов, т. е. постоянным и усердным учебным трудом, имеющим конкретные измеряемые параметры. Функция преподавателя заключается на начальной стадии в подаче материала в виде опорной лекции, затем – в консультировании и координации.

Практика применения модульного обучения дисциплине «Техническая механика» в СПбГАСУ показала, что высокая эффективность данной технологии может быть достигнута при соблюдении следующих дидактических условий:

- качественной разработки модулей, отбора и конструирования содержания учебного материала с учетом потребностей, интересов и особенностей студентов;
- последовательной реализации модулей с целью интенсификации учебной деятельности на всех ее этапах;
- варьирования проблемных и творческих задач и заданий с типовыми;
- применения наряду с основными дидактическими материалами дополнительных источников информации;
- сочетания контроля с самоконтролем студентов.

#### **Литература**

1. Юцявичене П. А. Теория и практика модульного обучения / П. А. Юцявичене. – Каунас, 1989. – 271 с.
2. Чошанов М. А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения: методическое пособие / М. А. Чошанов. – М.: Народное образование, 1996. – 160 с.

УДК 694.141.4 : 694.146

Сюй Юнь, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
Владимир Николаевич Глухих, д-р техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
Александр Григорьевич Черных, д-р техн. наук, профессор

(Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А. Л. Штиглица)

E-mail: xyqh111@hotmail.com

tehmeh@spbgasu.ru

Xu Yun, post-graduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

Vladimir Nikolaevich Glukhikh, Dr of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

Aleksandr Grigorievich Chernykh, Dr of Tech. Sci., Professor

(Saint Petersburg State Art and Industry Academy of A.L. Stieglitz)

E-mail: xyqh111@hotmail.com

tehmeh@spbgasu.ru

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАКЛАДКАХ С УКРЕПЛЕНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЛАСТИНОЙ

### PROBLEM TO DEVELOP THE METHOD OF CALCULATION OF THE BEARING CAPACITY OF THE REINFORCED CONNECTION WITH NAIL-PLATE

Предложена наиболее расчетная схема, позволяющая найти оптимальный подход для повышения несущей способности соединений на металлических накладках в деревянных конструкциях стеновой панели из поперечной клееной древесины и балки, выполненных из поперечной древесины и бруса из клееного шпона. Рассмотрена расчетная методика применения металлической зубчатой пластины для повышения прочности древесины смятия в гнезде под шурупы. Автором предложена математическая модель расчета несущей способности соединений. С целью проверки достоверности аналитического исследования проведены соответствующие испытания. На основе сравнительного анализа полученных расчетных и экспериментальных данных, показана удовлетворительная сходимость. Подтверждена эффективность использования МЗП для повышения несущей способности соединений.

*Ключевые слова:* расчет, несущая способность, накладка, зубчатая пластина.

This paper offers a analytical method that allows to find the best approach to improve the bearing capacity of the reinforced connection with nail-plate in the wooden structures of wall panel from *CLT* and beam from *CLT* or *LVL* with metal plates. The analytical model is considered to the application of nail-plate for increasing the compressive strength in the wooden hole. A new numerical algorithm to determinate the bearing capacity of connection is proposed. In order to validate the numerical research the corresponding test is conducted. On the basis of the comparative analysis of the calculated and experimental results the satisfactory convergence is shown. Efficiency of using nail-plate for increasing the bearing capacity of connection is conformed.

*Keywords:* estimation, bearing capacity, plate cover, nail-plate/

#### Введение

МЗП (металлическая зубчатая пластина), изготавливаемая из листовой стали с толщиной от 1 до 2 мм по методу холодной штамповки, применяется в соединениях элементов деревянных конструкций. МЗП состоит из системы зубьев, формируемых в результате штамповки и отогнуты относительно поверхности пластины под прямым углом. Несущую способность деревянных конструкций на МЗП определяют по условиям смятия древесины в гнездах и изгиба зубьев пластин, а также по условиям прочности пластин при работе на сжатие, растяжение и сдвиг. Вопросами разработки метода расчета прочности и деформации соединений элементов с использованием металлической зубчатой пластины занимались ученые Г. П. Албаут, М. В. Табанюхова [1], А. М. Дурновский [2], В. Г. Котлов [3], А. В. Крицин [4], Д. В. Лоскутова [5], А. К. Наумов [6]. Не исследовано применение и определение несущей способности таких соединений в деревянных конструкциях стеновой панели и балки, не разработан алгоритм для аналитического расчета несущей способности соединений. Несущая способность соединений определяется совокупностью

сопротивлений металлических накладок растяжению-сжатию, смятию древесины, выдергиванию и срезу шурупов. Напряжение смятия можно уменьшить за счет увеличения поверхности смятия. Это может быть достигнуто за счет введения в конструкцию крепежа дополнительной металлической зубчатой пластины, благодаря которой происходит перераспределение усилий, воспринимаемых каждым элементом соединения. За счет уменьшения напряжений смятия можно значительно повысить несущую способность соединений. Выполненные исследования позволили обосновать основное направление совершенствования конструкций элементов соединений с разработкой методики определения его несущей способности. Учитывая потребности строительства, одним из перспективных направлений научных исследований является разработка высокоэффективного соединения с высокой несущей способностью. Методике использования металлической зубчатой пластины для повышения несущей способности нагельных соединений посвящены работы известных ученых: А. Kevarinmäki [7], Н. J. Blaß, М. Schmid, Werner. Johansen [8] и др.

**Целью настоящей работы** является разработка математической модели расчета несущей способности соединений на металлических накладках с укреплением металлической зубчатой пластиной в деревянных конструкциях.

В статьях аспиранта Сүй Юнь [9-13] были проведены аналитические и экспериментальные исследования несущей способности односрезного шурупа без укрепления и с МЗП на выдергивание и срез, автором предложена математическая модель. На основе полученных данных несущая способность соединений на металлических накладках с креплением МЗП зависит от следующих факторов:

- сопротивления шурупов на выдергивание и срез;
- прочности при смятии в гнезде древесины, МЗП и металлических накладок под шурупы;
- физико-механических характеристик деревянных элементов;
- расположения и количества шурупов.

Автором предложен аналитический алгоритм определения несущей способности соединений, показанный в следующих уравнениях:

- несущая способность односрезного шурупа с укреплением МЗП под углом  $\alpha$  к волокнам, Н:

$$F_{v,\alpha,k,2} = \min \begin{cases} b_1^{M1} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d + \frac{F_{ax,\alpha,k}}{4} \\ b_1^{C1} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d + \frac{F_{ax,\alpha,k}}{4} \\ b_1^{M2} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d + \frac{F_{ax,\alpha,k}}{4} + 2f_{y,k} \cdot b_2 \cdot d \\ b_1^{M3} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d + \frac{F_{ax,\alpha,k}}{4} + 2f_{y,k} \cdot b_2 \cdot d \\ b_1^{C3} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d + \frac{F_{ax,\alpha,k}}{4} + 2f_{y,k} \cdot b_2 \cdot d \\ b_1^4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d + \frac{F_{ax,\alpha,k}}{4} + 2f_{y,k} \cdot b_2 \cdot d \end{cases} \quad (1)$$

$$b_1^{M2} = \frac{-(t_1 + \beta \cdot t_2) + \sqrt{(t_1 + \beta \cdot t_2)^2 + (\beta \cdot t_2^2 + t_1^2) \cdot (1 + 4m + 2y \cdot m^2 + \beta)}}{1 + 4m + 2y \cdot m^2 + \beta} \quad (2)$$

$$b_1^{M3} = \frac{-t_1 + \sqrt{t_1^2 + \left(\frac{4M_y}{f_1 \cdot d} + t_1^2\right) \cdot (1 + 4m + 2y \cdot m^2 + 2\beta)}}{1 + 4m + 2y \cdot m^2 + 2\beta} \quad (3)$$

$$b_1^{c_3} = \frac{-\beta \cdot t_2 + \sqrt{(\beta \cdot t_2)^2 + (\beta \cdot t_2^2 + \frac{4M_y}{f_1 \cdot d}) \cdot (2 + 4m + 2y \cdot m^2 + \beta)}}{2 + 4m + 2y \cdot m^2 + \beta} \quad (4)$$

где  $F_{v,\alpha,k,1}$  – несущая способность шурупа без МЗП на срез под углом  $\alpha$  к волокнам, Н;  $F_{v,\alpha,k,2}$  – несущая способность шурупа с укреплением МЗП на срез под углом  $\alpha$  к волокнам, Н;  $f_3$  – прочность металлических накладок при смятии, МПа;  $f_{h,\alpha,k}$  – прочность при смятии древесины в гнезде под углом  $\alpha$  к волокнам, МПа; для *CLT* и *LVL* при  $\alpha=0^\circ$ ,  $f_{h,0,k} = 0,15d^{-0,3} \cdot \rho_k$ ; при  $\alpha=90^\circ$ ,  $f_{h,0,k} = 0,15 \cdot 1,58d^{-0,3} \cdot \rho_k$ ;

$M_y$  – сопротивление шурупа при изгибе, МПа; для *CLT*  $M_y = f_{u,k} \cdot \frac{d^3}{6}$ ; для *LVL*

$$M_y = 0,13 f_{u,k} \cdot d^3;$$

$f_{u,k}$  – прочность шурупа на растяжение, МПа;  $f_{u,k} = 600$  МПа;  $t_1$  – эффективная длина резьбы шурупа, мм;

$F_{ax,k}$  – несущая способность шурупа на выдергивание под углом  $\alpha$  к волокнам, Н; для *CLT*

$$F_{ax,k} = \frac{f_{ax,90,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{(\sin \alpha)^2 + 1,5(\cos \alpha)^2}, f_{ax,90,k} = 0,0872 \rho_k \cdot d^{-0,4119} \cdot \frac{1}{\pi} \text{ для } LVL \quad F_{ax,k} = \pi \cdot d \cdot l_{ef} \cdot f_{ax,\alpha,k},$$

$$f_{ax,\alpha,k} = \frac{f_{ax,90,k}}{(\sin \alpha)^2 + 1,5(\cos \alpha)^2}, f_{ax,90,k} = 0,003(\pi d \cdot l_{ef})^{-0,2} \cdot \rho_k;$$

$f_{ax,90,k}$  – сопротивление на выдергивание шурупа поперек волокон, МПа;

$f_{y,k}$  – предел текучести МЗП, МПа;  $f_{y,k} = 187$  МПа;  $\rho_k$  – плотность древесины, кг/м<sup>3</sup>;

$n$  – отношение  $b_1$  и  $b_2$ ;  $n=b_2/b_1$ ;  $n=1$ ;  $m$  – отношение  $b_1$  и  $b_3$ ;  $m=b_3/b_1$ ;  $m = \beta - 1$ ;

$\gamma$  – отношение  $f_1$  и  $f_2$ ;  $\gamma=2f_{y,k}/f_{h,\alpha,k}$ ;  $\beta$  – отношение  $f_1$  и  $f_3$ ;  $\beta=f_3/f_{h,\alpha,k}$ ;

$b_1$  – длина распределения действующего напряжения древесины при смятии в гнезде под шурупы, мм;  $b_2$  – длина распределения действующего напряжения при смятии МЗП в гнезде под шурупы, мм;  $b_3$  – длина распределения действующего напряжения при смятии металлической накладки в гнезде под шурупы, мм;  $b_3 = 8$  мм;  $d$  – наружный диаметр резьбы шурупа, мм;  $t_1 = 42$  мм;  $t_2$  – толщина металлической накладки, мм;  $t_2 = 1$  мм;  $a_1$  – длина распределения действующего напряжения древесины при смятии в гнезде под шурупы, мм;  $a_2$  – длина распределения действующего напряжения при смятии металлической накладки в гнезде под шурупы, мм;

- несущая способность при смятии в гнезде металлических накладок под шурупы, Н:

$$F_3 = 0,01 f_3 \cdot d \cdot t_3 \quad (5)$$

- несущая способность соединений на металлических накладках с укреплением МЗП в деревянных конструкциях стеновой панели и балки по критериям сопротивления шурупов на выдергивание и срез, Н:

$$F_{v,k,панель,sherpa} = n \cdot (F_{v,\alpha,k,1} + F_{2,k,1} + F_{2,k,2} + F_3) \quad (6)$$

$$F_{v,k,балка,sherpa} = n \cdot (F_{v,\alpha,k,1} + F_{2,k,1} + F_{2,k,2} + F_3) \quad (7)$$

$$F_{v,k,sherpa} = \min(F_{v,k,панель,sherpa}, F_{v,k,балка,sherpa}) \quad (8)$$

где  $F_{v,k,панель,sherpa}$  – несущая способность соединений по критериям сопротивления шурупов на выдергивание и срез, Н;  $n$  – количество шурупов;  $m_{1/2}$  – виды разрушения шурупа на срез в соответствии с теорией *Johansen*;  $\mu$  – коэффициент силы трения;  $\mu = 0,25$ ;  $F_{v,k,sherpa}$  – несущая способность соединений в стеновой панели-*CLT* по сопротивлениям шурупов на выдергивание и срез, Н;  $F_{v,k,балка,sherpa}$  – несущая способность соединений

в балке из *CLT* и *LVL* по сопротивлениям шурупов на выдергивание и срез,  $N$ ;  $R_{ax,k}$  – несущая способность шурупа на выдергивание под углом к волокнам,  $N$ ;

Экспериментальные исследования проводились в механической лаборатории СПбГАСУ с использованием универсальной испытательной машины *INSTRON 5989*, имеющей максимальный режим работы до 600, кН. Количество образцов испытаний составляло 2 шт. Температура в лаборатории  $20 \pm 1$  °С, влажность материалов 13 %. Скорость нагружения при непрерывном увеличении нагрузки составляла 2 мм/мин. Режимы нагружения проведены в соответствии с работой [9]. Поскольку в работах аспиранта Сюй Юнь [9] использованы конструкция «балка из *LVL* (брус из клееного шпона) и стеновой панели из *CLT* (панель из поперечно-клееной древесины)», нужны определить плотности материалов из *CLT* и *LVL*. Температура в лаборатории  $20 \pm 1$  °С и влажность материалов 13 %. На основе полученных результатов из испытания плотности определяются равным  $495 \text{ кг/м}^3$  для *CLT* и  $560 \text{ кг/м}^3$  для *LVL*.

Виды разрушения соединений, МЗП, металлических накладок и деревянных элементов представлены на рис. 1–3 в соответствии с зависимостью «нагрузка-перемещение» (рис. 5).

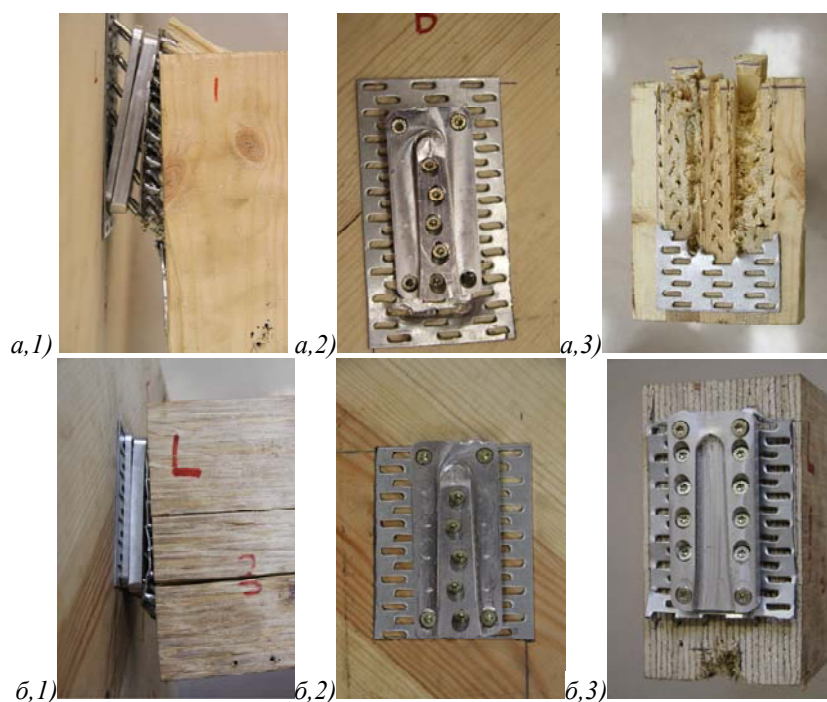


Рис. 1. Виды разрушения соединений на металлических накладках в элементах деревянных конструкций: *а,1)-а,3)* стеновой панели из *CLT* и балки из *CLT*; *б,1)-б,3)* стеновой панели из *CLT* и балки из *LVL*.

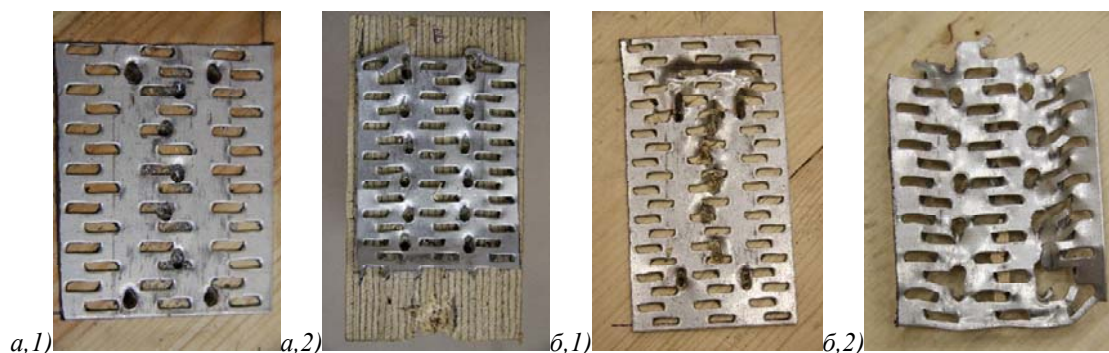


Рис. 2. Виды разрушения МЗП в элементах деревянных конструкций: *а,1)-а,2)* стеновой панели из *CLT* и балки из *CLT*; *б,1) – б,2)* стеновой панели из *CLT* и балки из *LVL*

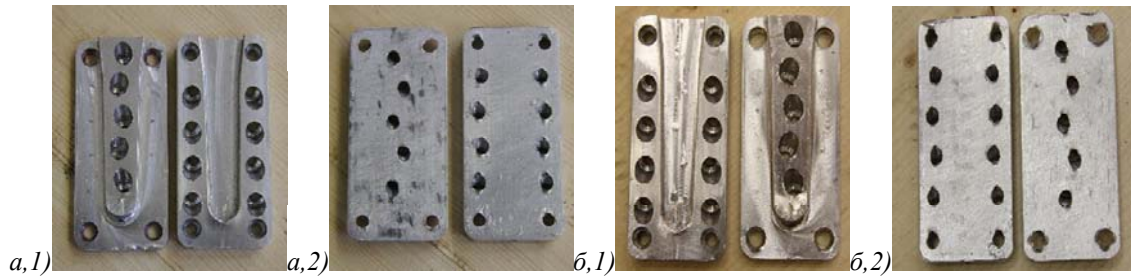


Рис. 3. Виды разрушения металлических накладок в элементах деревянных конструкций:  
 а,1)-а,2) стеновой панели из CLT и балки из CLT; б,1)- б,2) стеновой панели из CLT и балки из LVL

Расположение соединений на металлических накладках с укреплением МЗП в деревянных конструкциях стеновой панели из CLT и балки из CLT и LVL представлены на рис. 4. Установка опытных деревянных образцов на экспериментальном стенде и проведение испытаний даны на рис. 5. Для расчетов и обработки результатов использовались программы *Microsoft Excel*, *Origin pro*, *IBM SPASS Statistics*, *Mathcad*. Экспериментальные результаты с точностью 0,11 Н представлены в табл. 1 в соответствии с зависимостью «нагрузка-перемещение» (рис. 6).

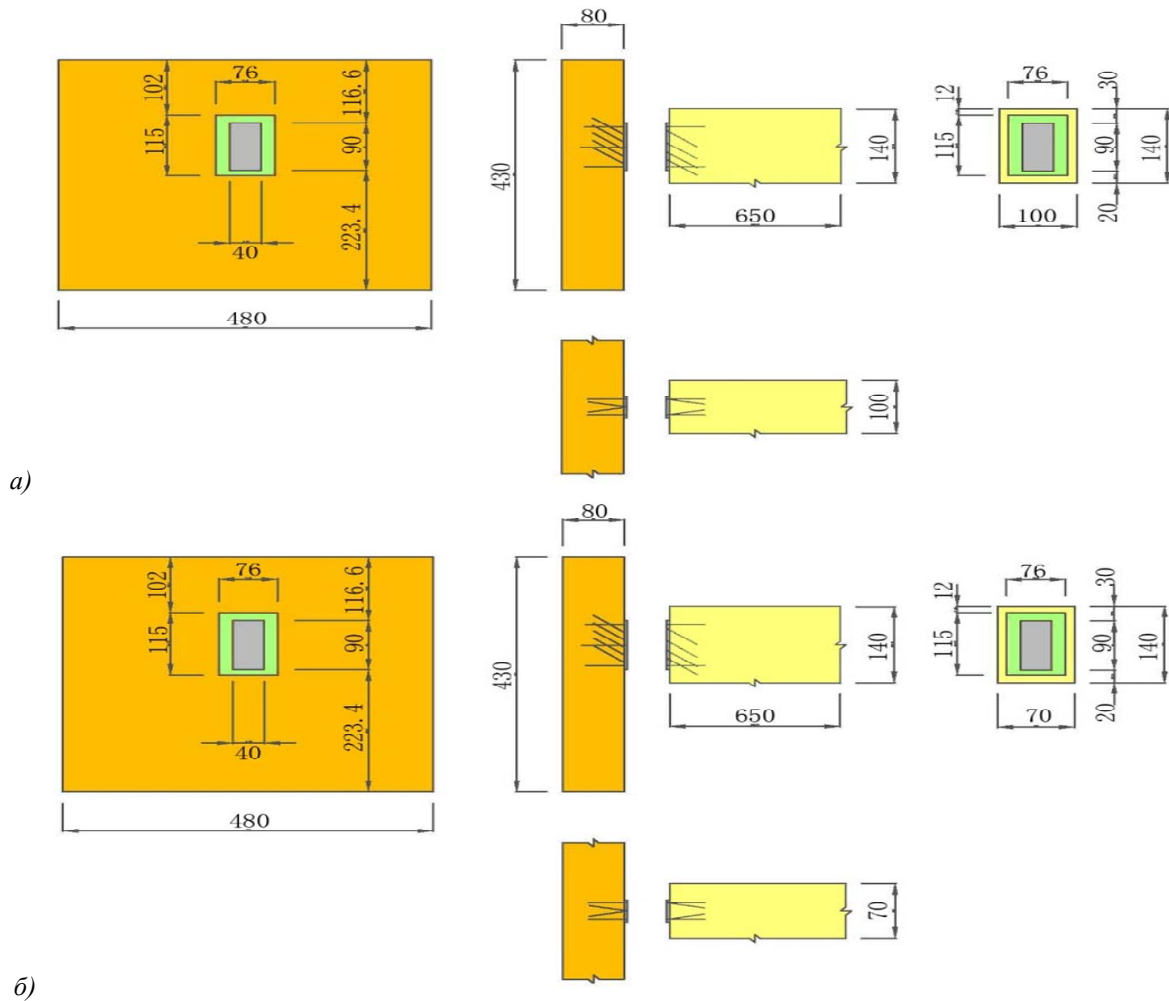


Рис. 4. Расположение соединений на металлических накладках в деревянных конструкциях:  
 а) – стеновой панели из CLT и балки из CLT с укреплением МЗП (установка МЗП на зеленой зоне);  
 б) – стеновой панели из CLT и балки из LVL с укреплением МЗП

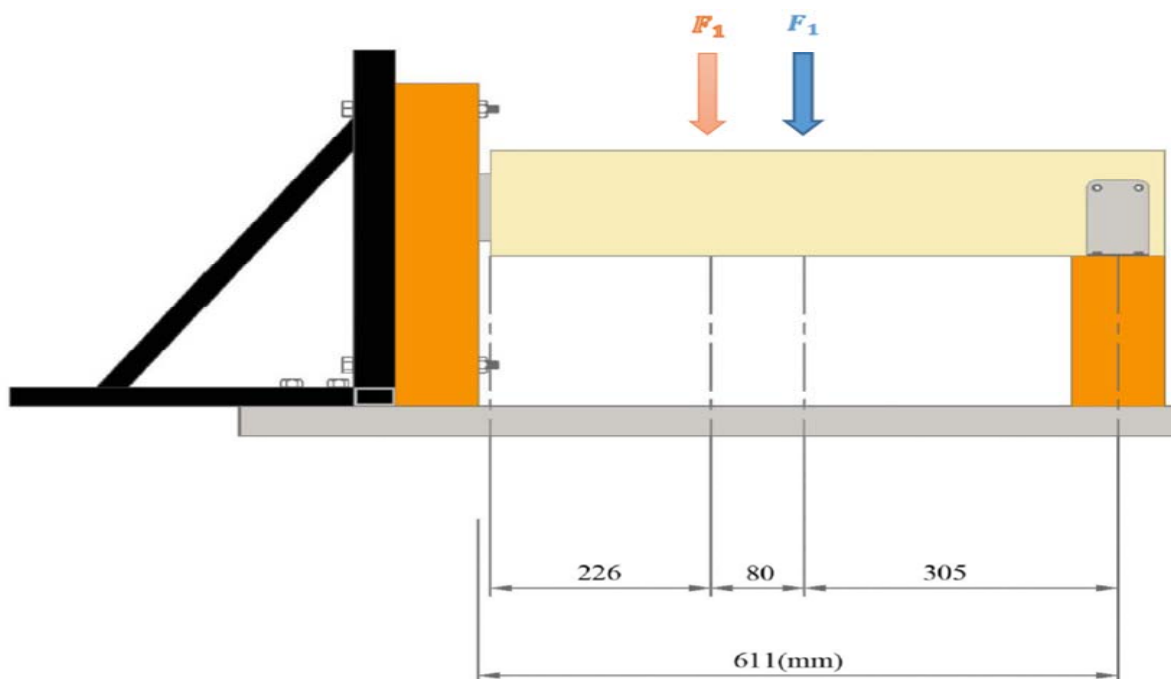


Рис. 5. Установка деревянных опытных образцов на экспериментальном стенде

Таблица 1

Экспериментальные результаты определения несущей способности соединений на металлических накладках с креплением МЗП

На балке из CLT			На балке из LVL		
$F_{v,test}$	$F_{v,теку}$	$F_{v,max}$	$F_{v,test}$	$F_{v,теку}$	$F_{v,max}$
46230,50	50082,45	57303,59	40882,69	45479,46	51989,80
$\omega_{CLT/LVL}$	13,08 %				

Примечания:  $\omega_{CLT/LVL}$  – приращение  $F_{v,test,LVL}$  и  $F_{v,test,CLT}$ ;  $\omega_{CLT/LVL} = \frac{F_{v,test,CLT} - F_{v,test,LVL}}{F_{v,test,LVL}} \cdot 100\%$

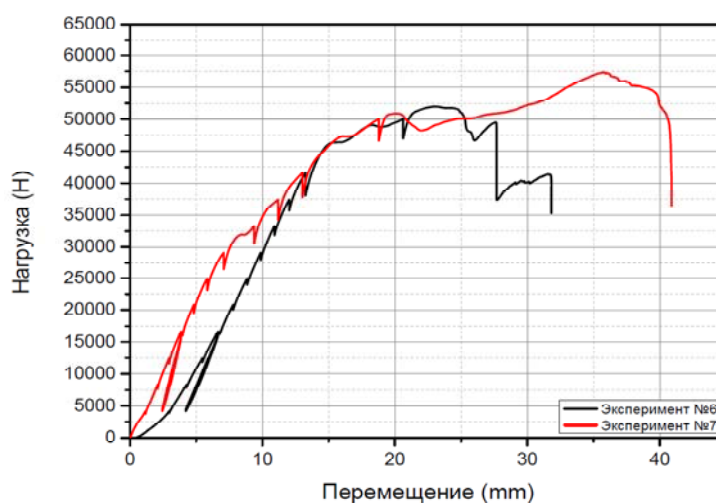


Рис. 6. Зависимость «нагрузка-перемещение» соединений на металлических накладках с укреплением МЗП: серая линия – для балки из CLT; черная линия – для балки из LVL



Из рис. 6 видно, что экспериментальные результаты определения несущей способности соединений на металлических накладках в элементах деревянных конструкций стеновой панели и балки из *CLT* выше, чем балки из *LVL*. Это зависит от сопротивления шурупов на выдергивание и срез под углом к волокнам. Таким образом, можно сделать вывод о том, что с использованием МЗП можно повысить несущую способность соединений.

Сравнение расчетных и экспериментальных результатов определения несущей способности соединений на основе предложенных уравнений представлены в табл. 2.

Таблица. 2

**Сравнение расчетных и экспериментальных результатов определения несущей способности соединений на металлических накладках с укреплением МЗП**

На широкой стороне панели из <i>CLT</i>			На узкой стороне панели из <i>CLT</i>			Вдоль волокон балки из <i>LVL</i> для		
$F_{v,ф,CLT,МЗП}$	$F_{v,р,CLT,МЗП}$	$\mu$	$F_{v,ф,CLT,МЗП}$	$F_{v,р,CLT,МЗП}$	$\mu$	$F_{v,ф,CLT,МЗП}$	$F_{v,р,CLT,МЗП}$	$\mu$
33520	29234	14,66%	33520	31556	6,22%	29640	36764	-19,38%

Примечания:  $F_{v,ф,CLT,МЗП}$  – фактическая несущая способность соединений с укреплением МЗП, Н;  
 $F_{v,р,CLT,МЗП}$  – расчетная несущая способность соединений с укреплением МЗП,

Н;  $\mu$  – приращение  $F_{v,ф,CLT,МЗП}$  и  $F_{v,р,CLT,МЗП}$ ;  $\mu = \frac{F_{v,ф,CLT,МЗП} - F_{v,р,CLT,МЗП}}{F_{v,р,CLT,МЗП}} \cdot 100\%$

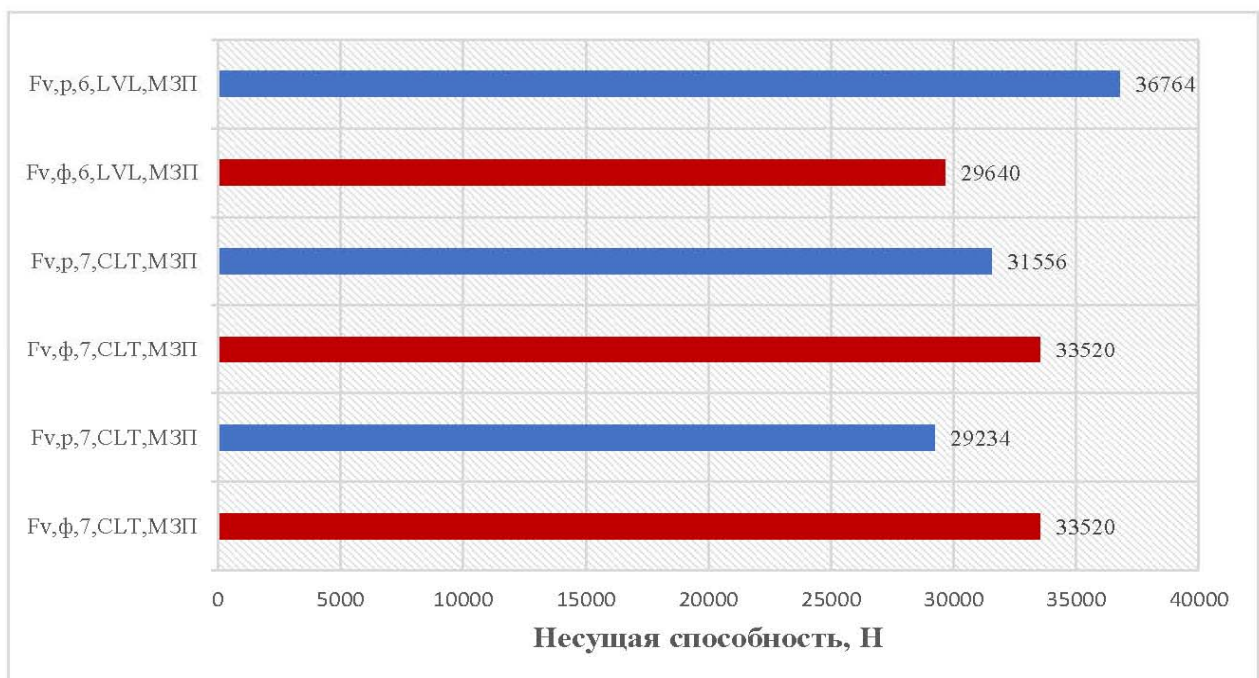


Рис. 7. Сравнение расчетных и экспериментальных результатов определения несущей способности соединений на металлических накладках с укреплением МЗП

Из табл. 2 видно, что расчетные результаты ниже на 14,66 %, чем экспериментальные. Несущая способность соединений на металлических накладках с укреплением МЗП с использованием балки из *CLT* выше, чем балки из *LVL*.

Для обоснования и подтверждения эффективности методики расчета соединений с применением МЗП, сравнение расчетных и экспериментальных результатов несущей способности соединений на металлических накладках без укрепления и с МЗП



в соответствии с работой [13] представлены в табл. 3 и 4 в соответствии с графиками на рис. 3 и 4.

Таблица 3

Сравнение расчетных результатов определения несущей способности соединений на металлических накладках без укрепления и с МЗП

На широкой стороне панели из CLT			На узкой стороне панели из CLT			Вдоль волокон балки из LVL для		
$F_{v,p,90,CLT,МЗП}$	$F_{v,p,90,CLT}$	$\mu$	$F_{v,p,0,CLT,МЗП}$	$F_{v,p,0,CLT}$	$\mu$	$F_{v,p,0,LVL,МЗП}$	$F_{v,p,0,LVL}$	$\mu$
29234	26331	11,03%	31556	27684	13,99%	36764	32036	14,76%

Примечания:  $F_{v,p,90,CLT,МЗП}$  – расчетная несущая способность определения несущей способности соединений с укреплением МЗП, Н;  $F_{v,p,90,CLT}$  – то же без МЗП, Н;  $\mu$  – приращение  $F_{v,p,90,CLT,МЗП}$  и  $F_{v,p,90,CLT}$ ;

$$\mu = \frac{F_{v,p,CLT,МЗП} - F_{v,p,CLT}}{F_{v,p,CLT}} \cdot 100\% ; \alpha - \text{угол между осью шурупа и волокнами.}$$

Таблица 4

Сравнение экспериментальных результатов определения несущей способности соединений на металлических накладках без укрепления и с МЗП

На широкой стороне панели из CLT			На узкой стороне панели из CLT			Вдоль волокон балки из LVL для		
$F_{v,\phi,90,CLT,МЗП}$	$F_{v,\phi,90,CLT}$	$\mu_7$	$F_{v,\phi,0,CLT,МЗП}$	$F_{v,\phi,0,CLT}$	$\mu_7$	$F_{v,\phi,0,LVL,МЗП}$	$F_{v,\phi,0,LVL}$	$\mu_6$
33520	27830	20,45%	33520	26910	24,56%	29640	22600	31,15%

Примечания:  $F_{v,\phi,90,CLT,МЗП}$  – фактическая несущая способность определения несущей способности соединений с укреплением МЗП, Н;  $F_{v,\phi,90,CLT}$  – то же без МЗП, Н;  $\mu$  – приращение  $F_{v,\phi,90,CLT,МЗП}$

и  $F_{v,\phi,90,CLT}$ ;  $\mu = \frac{F_{v,\phi,CLT,МЗП} - F_{v,\phi,CLT}}{F_{v,\phi,CLT}} \cdot 100\% ; \alpha - \text{угол между осью шурупа и волокнами.}$

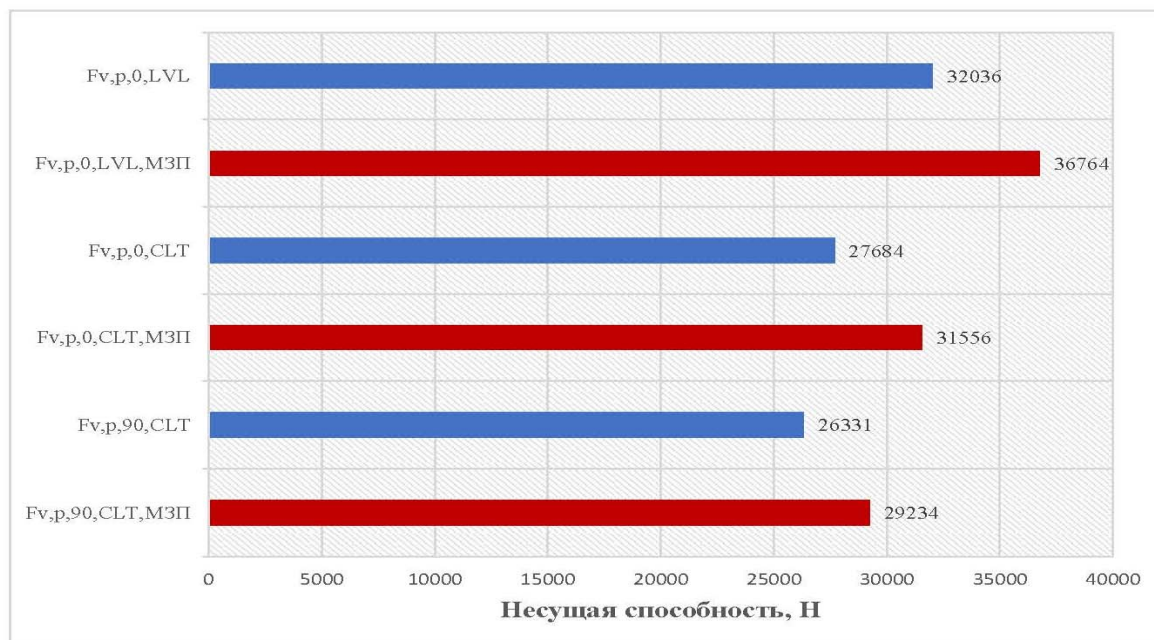


Рис. 8. Сравнение расчетных результатов определения несущей способности соединения на металлических накладках без укрепления и с МЗП

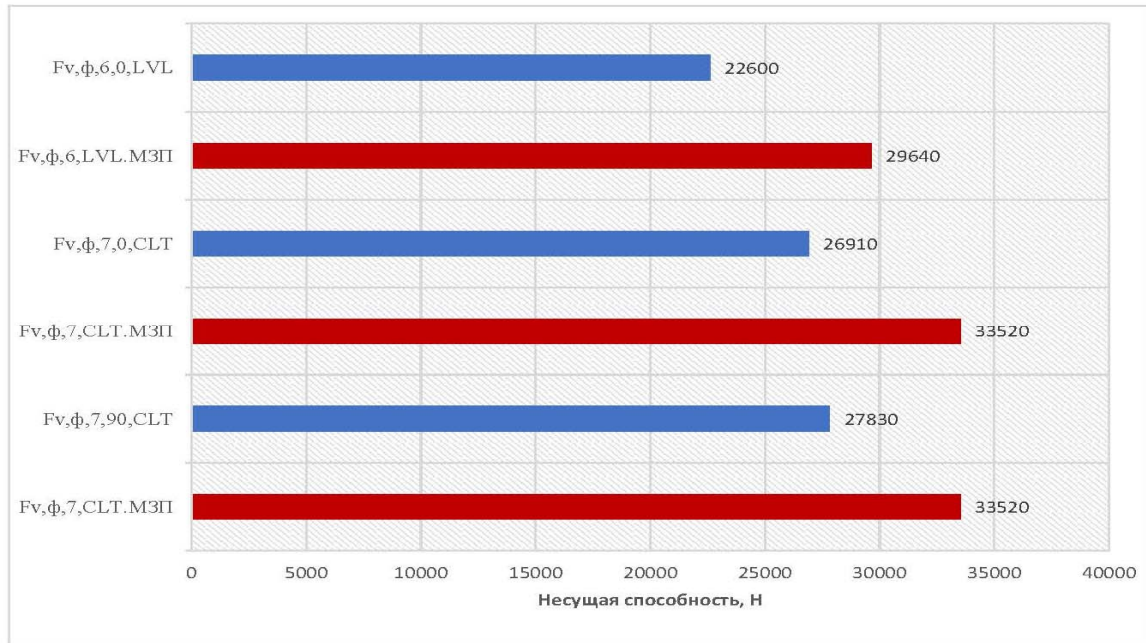


Рис. 9. Сравнение экспериментальных результатов определения несущей способности соединений на металлических накладках без укрепления и с МЗП

Из табл. 3 видно, что расчетная несущая способность соединений на металлических накладках с укреплением МЗП выше минимально на 11,03 %, а фактическая несущая способность соединений с укреплением МЗП возрастает минимально на 20,45 % и максимально на 31,35 %. Этим подтверждается, что применение МЗП позволяет эффективно повысить несущую способность соединений. Поэтому при конструировании в деревянных домостроениях инженеры и архитекторы могут использовать предложенный аналитический алгоритм, чтобы эффективно и экономично использовать соединения.

### Вывод

1. Разработана новая математическая модель расчета несущей способности соединений на металлических накладках с укреплением МЗП в элементах деревянных конструкций стеновой панели из *CLT* и балки из *CLT* и *LVL*.
2. Получены новые экспериментальные результаты определения несущей способности соединений на металлических накладках с укреплением МЗП в элементах деревянных конструкций стеновой панели из *CLT* и балки из *CLT* и *LVL*.
3. Теоретически модели проверены и экспериментально показана удовлетворительная сходимость; подтверждена эффективность использования МЗП для повышения несущей способности соединений.

### Литература

1. Албаут Г. П. Исследование соединений деревянных элементов на металлических зубчатых пластинах и дюбелях с зубчатыми шайбами поляризационно-оптическим методом при действии кратковременных нагрузок / Г. П. Албаут, В. В. Пуртов, А. В. Павлик, М. В. Табанохова // Известия вузов. – 2007. – № 7. – С. 35–44.
2. Дурновский А. М. Разработка и исследование соединений деревянных конструкций металлическими зубчатыми пластинами / А. М. Дурновский – М., 1982. – 22 с.
3. Котлов В. Г. Пространственные конструкции из деревянных ферм с узловыми соединениями на МЗП / В. Г. Котлов. – Казань, 1992. – 16 с.
4. Крицин А. В. Расчет сквозных деревянных конструкций на МЗП с учетом упруго-вязких и пластических деформаций / А. В. Крицин. – Нижний Новгород, 2004. – 26 с.
5. Лоскутова Д. В. Прочность и деформативность узловых соединений на МЗП в сквозных деревянных конструкциях / Д. В. Лоскутова. – Томск, 2009. – 24 с.
6. Наумов А. К. Исследование соединений легких деревянных несущих конструкций на металлических зубчатых пластинах: дисс. ... канд. техн. наук / А. К. Наумов. – М., 1978. – 143 с.

7. *Blaß H. J.* Verstärkung von Verbindungen, Bauen mit Holz / H. J. Blaß, M. Schmid, H. Werner – Heft 9. – 2001.
8. *Kevarinmäki A.* Nail-plate reinforced bolt joints of Kerto-FSH structures / A. Kevarinmäki, J. Kangas, T. Nokelainen, P. Kanerva. – Publication 51. – Helsinki University of Technology/LSEBP, 1995. – 23 p.
9. *Сюй Юнь.* Расчет несущей способности односрезного шурупа на металлической накладке в деревянных элементах из поперечно-клееной древесины и бруса из клееного шпона [Электронный ресурс] / Сюй Юнь, А. Г. Черных, В. Н. Глухих // Современные проблемы науки и образования: электронный журнал. – 2015. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/121-18013>
10. *Сюй Юнь.* Повышение несущей способности соединений элементов деревянных конструкций на металлических накладках с использованием металлической зубчатой пластины: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Сюй Юнь. – СПб., 2015. – 198 с.
11. *Сюй Юнь.* Оптимизация расчета несущей способности шурупов на выдергивание в соединениях SHERPA в деревянных элементах из CLT и LVL / Сюй Юнь // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 6 (47). – С. 70–76.
12. *Сюй Юнь.* Моделирование и расчет несущей способности односрезного шурупа на металлической накладке с использованием металлической зубчатой пластины [Электронный ресурс] / Сюй Юнь, А. Г. Черных, В. Н. Глухих // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 3 (часть 1). – URL: <http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=articles&month=3&year=2015>
13. *Сюй Юнь.* Моделирование и расчет несущей способности соединения SHERPA в деревянных конструкциях по МКЭ / Сюй Юнь // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2 (часть 8) – С. 1658–1664.

**УДК 694. 141. 4 : 694. 146**

*Сюй Юнь*, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

*Владимир Николаевич Глухих*, д-р техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

*Александр Григорьевич Черных*, д-р техн. наук, профессор

(Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А. Л. Штиглица)

*E-mail: xyqh111@hotmail.com*

*tehmeh@spbgasu.ru*

*Xu Yun*, post-graduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

*Vladimir Nikolaevich Glukhikh*, Dr of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

*Aleksandr Grigorievich Chernykh*, Dr of Tech. Sci., Professor

(Saint Petersburg State Art and Industry Academy of A.L. Stieglitz)

*E-mail: xyqh111@hotmail.com*

*tehmeh@spbgasu.ru*

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА БЕЗНАГЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАКЛАДКАМИ**

**DISTRIBUTION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF ELEMENTS OF THE WOODEN STRUCTURES WITH CONNECTION OF NON-DOWELS ON THE METAL PLATES**

Проведено испытание безнагельных соединений элементов деревянных конструкций стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины и LVL на металлических накладках типа SHERPA. Получены напряжения и деформации в точках измерений. Произведенные испытания позволяют показать зависимость деформации от напряжения в деревянных элементах и металлических накладках, а также различные физико-механические характеристики элементов из поперечной клееной древесины и LVL. Экспериментальные данные могут быть использованы для подтверждения расчетных компьютерных моделей соединений на металлических накладках и оценки несущей способности балки из различных материалов.

*Ключевые слова:* напряженно-деформированное состояние, металлическая накладка, поперечно-клееная древесина, брус из клееного шпона, деревянные конструкции.

This paper conducted the tests about the connections with non-dowels of elements of wooden structures, which are consists of the wall panel and beams form CLT and LVL with the metal plates called SHERPA. This research obtains the stress and strain at the measurement point. Tests show us the dependence of stress-strain in the wooden elements and metal plates, as well as various physical and mechanical characteristics of the elements form CLT and LVL. The data of tests can be used to confirm the computing models of the connection with metal plates and estimate the bearing capacity of the beam form different materials.

*Keywords:* stress-strain state, metal plate, CLT, LV, wooden structures.

## Введение

Крепеж на металлических накладках типа *SHERPA* состоит из двух алюминиевых деталей, которые образуют жесткое соединение по принципу классического ласточкина хвоста и крепятся к деревянным конструктивным элементам с помощью шурупов. Эта очень удобная и эффективная система соединения, которое позволяет значительно сократить срок сборки. В современной литературе не имеется сведений об использовании крепежа с металлическими накладками в деревянных конструкциях стеновой панели из поперечно-клееной древесины (*CLT*) и балок, выполненных из поперечно-клееной древесины и бруса из клееного шпона (*LVL*). Под нагрузкой вдоль направления вставки, с учетом влияния эксцентриситета, приведено появление концентратора напряжения на локальных участках деревянных элементов и металлических накладок, в стыке между которыми возникает скалывание, разрыв вдоль и поперек волокон древесины по принципу дробности. Определением распределения деформации и напряжения соединений с использованием тензодатчиков можно подтверждать расчетные компьютерные модели и полностью проверить достоверность аналитических и экспериментальных исследований несущей способности соединений на металлических накладках в деревянных конструкциях стеновой панели и балке по сопротивлению шурупов на выдергивание и срез в соответствии с диссертационной работой аспиранта Сью Юнь [1].

**Целью настоящей работы** является определение распределения напряженно-деформированного состояния в деревянных элементах и металлических накладках.

Зависимость между деформациями, измеренными многоэлементными тензорезисторами (розетками) различных форм для определения максимальных, минимальных деформаций, а также деформаций сдвига и углов между направлениями измерений и направлением максимальных деформаций [2] представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Зависимость между деформациями, измеренными многоэлементными тензорезисторами (розетками) различных форм**

Определение величины	Трехэлементная розетка
$\varepsilon_{\max}, 10^{-6}$ мм/мм	$0,5\left\{(\xi_1 + \xi_3) + \sqrt{(\xi_1 - \xi_3)^2 + [2\xi_2 - (\xi_1 + \xi_3)]^2}\right\}$
$\varepsilon_{\min}, 10^{-6}$ мм/мм	$0,5\left\{(\xi_1 + \xi_3) - \sqrt{(\xi_1 - \xi_3)^2 + [2\xi_2 - (\xi_1 + \xi_3)]^2}\right\}$
$\tau_{\max}, 10^{-6}$ мм/мм	$0,5\sqrt{(\xi_1 - \xi_3)^2 + [2\xi_2 - (\xi_1 + \xi_3)]^2}$
$\alpha$	$0,5 \arctan\left(\frac{2\xi_2 - (\xi_1 + \xi_3)}{\xi_1 - \xi_3}\right)$
$\sigma_{\max},$ МПа	$\frac{E}{1 - \mu^2}(\xi_{\max} + \mu \cdot \xi_{\min})$
$\sigma_{\min},$ МПа	$\frac{E}{1 - \mu^2}(\xi_{\min} + \mu \cdot \xi_{\max})$
$\tau_{\max}, 10^{-6}$ мм/мм <sup>2</sup>	$\frac{E}{1 - \mu^2} \tau_{\max}$
$\sigma_{\max},$ МПа	$E \cdot \varepsilon$ (для одноэлементная розетка)

*Примечание:*  $\varepsilon_1$  – горизонтальная деформация, мм/мм;  $\varepsilon_3$  – вертикальная деформация, мм/мм;  
 $\varepsilon_2$  – наклонная деформация под углом 45° к волокнам, мм/мм;  
 $E$  – модуль упругости вдоль волокон [3], МПа;  $E=10000$  МПа; для материала *CLT* и *LVL*;  
 $\mu$  – коэффициент Пуассона вдоль волокон;  $\mu=0,45$ .

Выполненный анализ состояния вопроса позволил сформулировать основные направления исследования, включая программу экспериментов.

Экспериментальные исследования были направлены на определение:

- максимальной главной деформации и напряжения;
- минимальной главной деформации и напряжения;
- минимальной деформации и напряжения при сдвиге;
- максимальной деформации и напряжения при сдвиге;
- угла  $\alpha$  между осью тензодатчика и направлением главного напряжения;
- зависимости деформации от напряжения;
- распределения деформации и напряжения в балке из поперечной клееной древесины и *LVL*;
- распределения деформации и напряжения на металлических накладках.

Определения деформации и напряжения с использованием тензометрических преобразователей с базой 3 мм и номинальным сопротивлением 99,6 Ом. Измерения сигналов датчиков производились на измерительно-вычислительном комплексе (ИВК) *Tokyo Sokki Kenkyujo Co*, который приведен на рис. 1(а). С целью получения экспериментальных результатов, испытание проводилось в механической лаборатории СПбГАСУ с использованием универсальной испытательной машины *INSTRON 5969*, имеющей максимальный режим работы до 50 кН (рис. 1(б)). Количество образцов испытаний составляло 3 шт. Температура в лаборатории  $20 \pm 1$  °С, влажность материалов 13 %. Скорость нагружения при непрерывном увеличении нагрузки составляла 2 мм/мин.

Схема образцов элементов деревянных конструкций стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины и *LVL* на металлических накладках, а также расположение тензорезисторов даны на рис. 2 и 3. Виды разрушения элементов деревянных конструкций при смятии в гнездах под шурупы представлены на рис. 4.

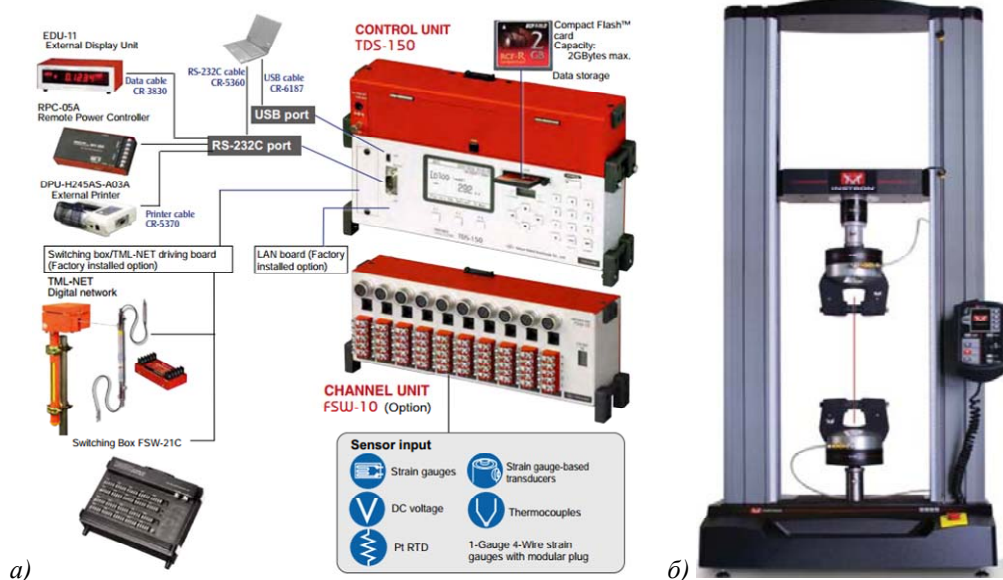


Рис. 1. Измерительные приборы:

- а – измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) *Tokyo Sokki Kenkyujo Co*;  
 б – универсальная испытательная машина *INSTRON 5969*



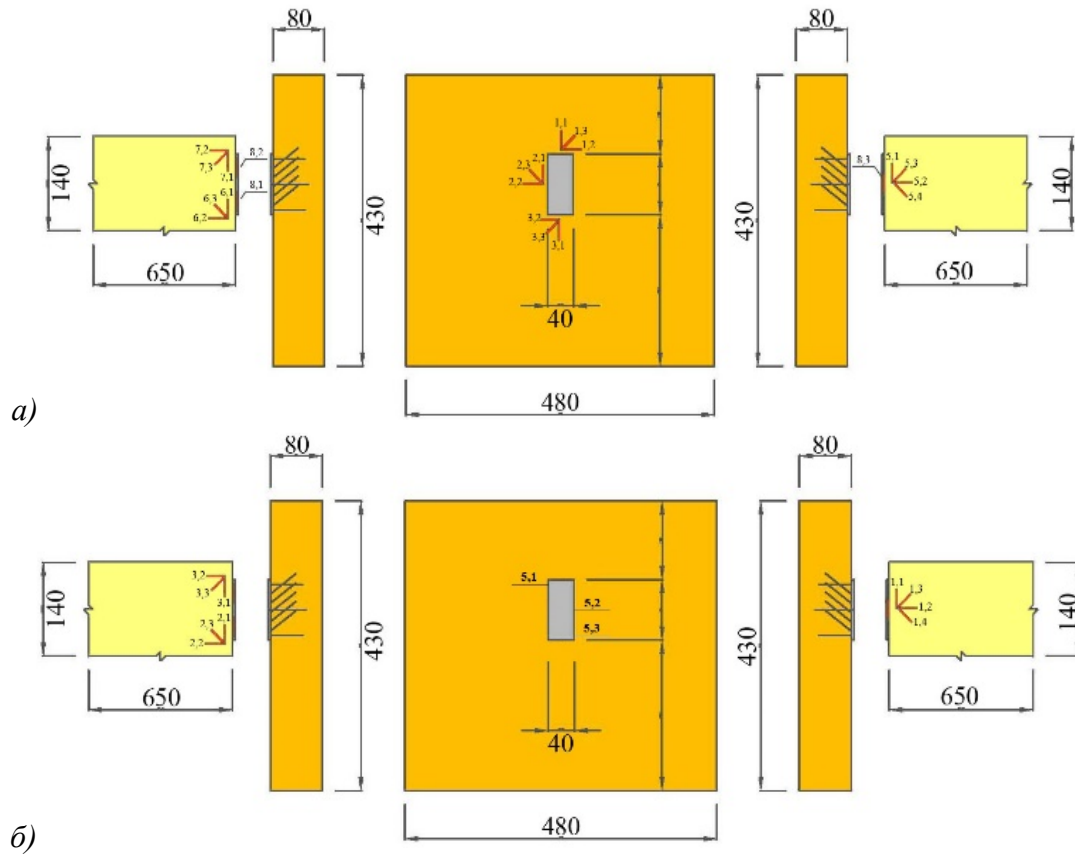


Рис. 2. Схема образцов элементах деревянных конструкций:  
 а – стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины; б – стеновой панели из поперечной клееной древесины и балки из *LVL*

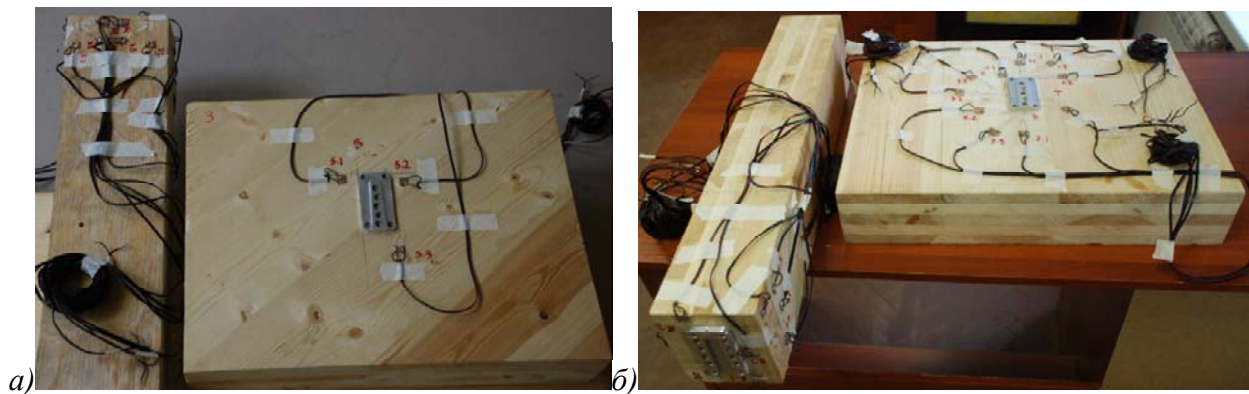


Рис. 3. Расположение тензорезисторов в элементах деревянных конструкций:  
 а – стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины;  
 б – стеновой панели из поперечной клееной древесины и балки из *LVL*

С использованием полученных уравнений результаты определения деформации напряжения соединений элементов деревянных конструкций на металлических накладках показаны в табл. 3–5. Сравнение экспериментальных данных определения деформации и напряжения в балке из поперечной клееной древесины и *LVL*, металлических накладок приложения нагрузки до 40 кН представлены в табл. 4 и 5.

Из табл. 2 видно, что вдоль направления главного напряжения возникает относительно высокое растягивающее напряжение на верхнем и нижнем поясе стеновой панели, а на среднем поясе сжимающее напряжение. При этом, в свою очередь, будет происходить расслоение в середине стеновой панели около крепежа на металлических накладках.

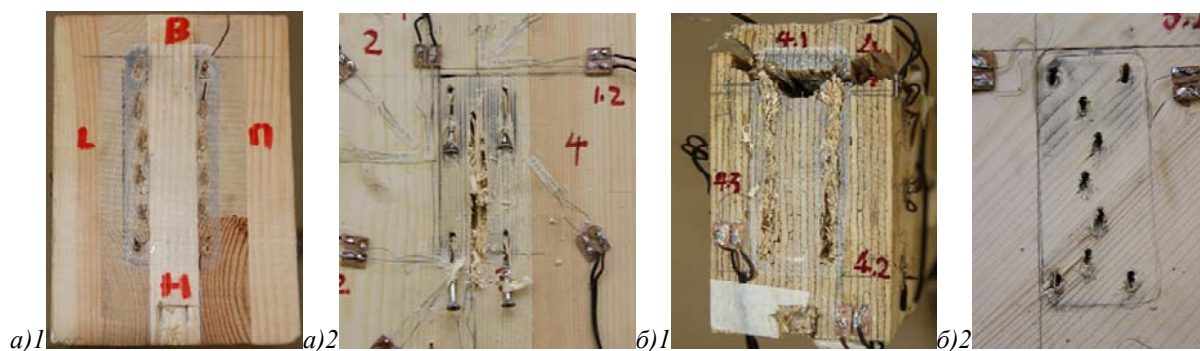


Рис. 4. Виды разрушения элементов деревянных конструкций:  
 а)1, а)2 – стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины;  
 б)1, б)2 – стеновой панели из поперечной клееной древесины и балки из *LVL*

Таблица 2

**Деформация и напряжение в стеновой панели из поперечной клееной древесины**

Расположение	Верхний пояс	Средний пояс	Нижний пояс
Шифр	П1- <i>CLT</i>	С2- <i>CLT</i>	С3- <i>CLT</i>
$\epsilon_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	1349,00	-164,07	1626,00
$\epsilon_{\min}$ , $10^{-6}$ мм/мм	620,22	-2965,00	-1433,00
$\tau_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	1047,00	1632,00	1031,00
$\sigma_{\max}$ , МПа	20,41	-18,79	12,31
$\sigma_{\min}$ , МПа	15,39	-38,10	-8,80
$\tau_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм;	3,61	5,63	3,56
$\sigma_{\max}$ , МПа	1349,00	-164,07	1626,00
$\alpha$	83,71	54,66	66,06

Таблица 3

**Деформация и напряжение на металлической накладке, которая крепится к стеновой панели**

Расположение	Верхний пояс	Средний пояс	Нижний пояс
Шифр	АН4,1- <i>CLT</i>	АН4,2- <i>CLT</i>	АН4,3- <i>CLT</i>
$\epsilon_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	2604,00	-169,00	-1472,00
$\sigma_{\max}$ , МПа	182,28	-11,83	-103,04

Из табл. 3 видно, что на верхнем поясе металлической накладки возникает растягивающее напряжение, а на среднем и нижнем поясе – сжимающее напряжение.

Из табл. 5 видно, что на верхнем и среднем поясе балки возникает растягивающее напряжение, а на нижнем поясе сжимающее напряжение. После сравнения результатов видно, что при нагружении до 40 кН в балке из *LVL* подвергается напряжениям более высоким, чем в балке из поперечной клееной древесины. В данной диссертационной работе аспиранта Сюй Юнь [1] установлено, что несущая способность соединения на металлических накладках по сопротивлению шурупов на выдергивание и срез в балке из поперечной клееной древесины составляет 38377,45 кН, выше на 23,15 %, чем в балке из *LVL* 31164,43 кН. Следовательно, экспериментальные данные с удовлетворительной точностью описывают предложенную расчетную методику [2].

Из табл. 5 видно, что на верхнем и нижнем поясе металлической накладки, которая крепится к балке из поперечной клееной древесины, возникает сжимающее напряжение, на среднем поясе – растягивающее. На верхнем и среднем поясе металлической накладки, которая крепится к балке из *LVL*, возникает растягивающее напряжение и на нижнем поясе сжимающее. По аналогии с результатами из табл. 5, деформация и напряжение в балке из *LVL* выше, чем в балке из поперечной клееной древесины.

Таблица 4

Сравнение экспериментальных результатов определения деформации и напряжения в балке из поперечной клееной древесины и *LVL*

Расположение	Верхний пояс		Средний пояс		Нижний пояс	
	Б7-CLT	Б3- <i>LVL</i>	Б5- <i>CLT</i>	Б1- <i>LVL</i>	Б6- <i>CLT</i>	Б2- <i>LVL</i>
Шифр	Б7-CLT	Б3- <i>LVL</i>	Б5- <i>CLT</i>	Б1- <i>LVL</i>	Б6- <i>CLT</i>	Б2- <i>LVL</i>
$\varepsilon_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	530,36	1650,00	837,43	2611,00	358,61	47,59
$\varepsilon_{\min}$ , $10^{-6}$ мм/мм	-147,36	-40,47	-507,43	-270,61	-1489,00	-1619,00
$\tau_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	288,29	864,07	682,25	1453,00	776,05	881,71
$\sigma_{\max}$ , МПа	5,82	20,47	7,64	31,21	-3,90	-8,54
$\sigma_{\min}$ , МПа	1,15	8,81	-1,64	11,34	-16,64	-20,03
$\tau_{\max}$ , $10^{-6}$ МПа	0,99	2,98	2,35	5,01	2,68	3,04
$\sigma_{\max}$ , МПа	1,13	0,98	0,09	1,11	0,48	0,54
$\alpha$	64,74	55,92	5,04	63,37	27,39	30,65
$\sigma_x$	9,051	13,573	0	0	-9,051	-13,573
$\omega(100\%)$	55,52 %	-33,69 %	1	1	132,08 %	58,93 %

Примечание:  $h$  – высота поперечного сечения балки, мм;  $h=140$ , мм;  $\sigma_x$  – напряжение вдоль балки в соответствии с [3], МПа;  $\sigma_x = \frac{M \cdot y}{J_Z}$ ;  $M$  – изгибающий момент,  $H \cdot мм$ ;  $\omega$  – приращение;  $\omega = \frac{\sigma_x - \sigma_{\max}}{\sigma_{\max}} \cdot 100\%$ ;  $J_Z$  – момент инерции поперечного сечения, мм<sup>4</sup>; для прямоугольного поперечного сечения  $J_Z = \frac{b \cdot h^3}{12}$ ;  $b$  – ширина поперечного сечения балки, мм; для балки из *CLT*  $b = 100$  мм; для балки из *LVL*  $b = 70$  мм;  $y$  – координата, определяющая вертикальное положение в поперечном сечении, мм;

Таблица 5

Сравнение экспериментальных результатов определения деформации и напряжения на металлических накладках

Расположение	Верхний пояс		Средний пояс		Нижний пояс	
	Б7-CLT	Б3- <i>LVL</i>	Б5- <i>CLT</i>	Б1- <i>LVL</i>	Б6- <i>CLT</i>	Б2- <i>LVL</i>
Шифр	Б7-CLT	Б3- <i>LVL</i>	Б5- <i>CLT</i>	Б1- <i>LVL</i>	Б6- <i>CLT</i>	Б2- <i>LVL</i>
$\varepsilon_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	530,36	1650,00	837,43	2611,00	358,61	47,59
$\varepsilon_{\min}$ , $10^{-6}$ мм/мм	-147,36	-40,47	-507,43	-270,61	-1489,00	-1619,00
$\tau_{\max}$ , $10^{-6}$ мм/мм	288,29	864,07	682,25	1453,00	776,05	881,71
$\sigma_{\max}$ , МПа	5,82	20,47	7,64	31,21	-3,90	-8,54
$\sigma_{\min}$ , МПа	1,15	8,81	-1,64	11,34	-16,64	-20,03
$\tau_{\max}$ , $10^{-6}$ МПа	0,99	2,98	2,35	5,01	2,68	3,04
$\sigma_{\max}$ , МПа	1,13	0,98	0,09	1,11	0,48	0,54
$\alpha$	64,74	55,92	5,04	63,37	27,39	30,65
$\sigma_x$	9,051	13,573	0	0	-9,051	-13,573
$\omega(100\%)$	55,52%	-33,69%	1	1	132,08%	58,93%

Сравнение зависимости деформации от напряжения на верхнем, среднем и нижнем поясе металлических накладок и балки из поперечной клееной древесины и *LVL*, представлены на рис. 5 и 6.

Из рис. 5 и 6 видно, что при одинаковом усилии, локальное напряжение и деформация металлической накладки, которая крепится к балке из *LVL* выше, чем к балке из поперечной клееной древесины. Это зависит от структурных характеристик материалов, расположения и количества шурупов, геометрического габарита крепежа и соотношения ширины к высоте поперечного сечения и т. д. Из известных научных работ известно, что жесткость (модуль упругости  $E = 11000$  Мпа [3]) деревянных материалов из поперечной клееной древесины выше, чем *LVL* (модуль упругости  $E = 10000$  МПа [1]), а соотношения ширины к высоте 100/140 мм/мм для балки из поперечной клееной древесины выше, чем 70/140 мм/мм для балки из *LVL*, поэтому можно сделать вывод о том, что элементы деревянных конструкций из стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины имеют относительно меньший прогиб, напряжение и выше несущую способность, чем балки из *LVL*.



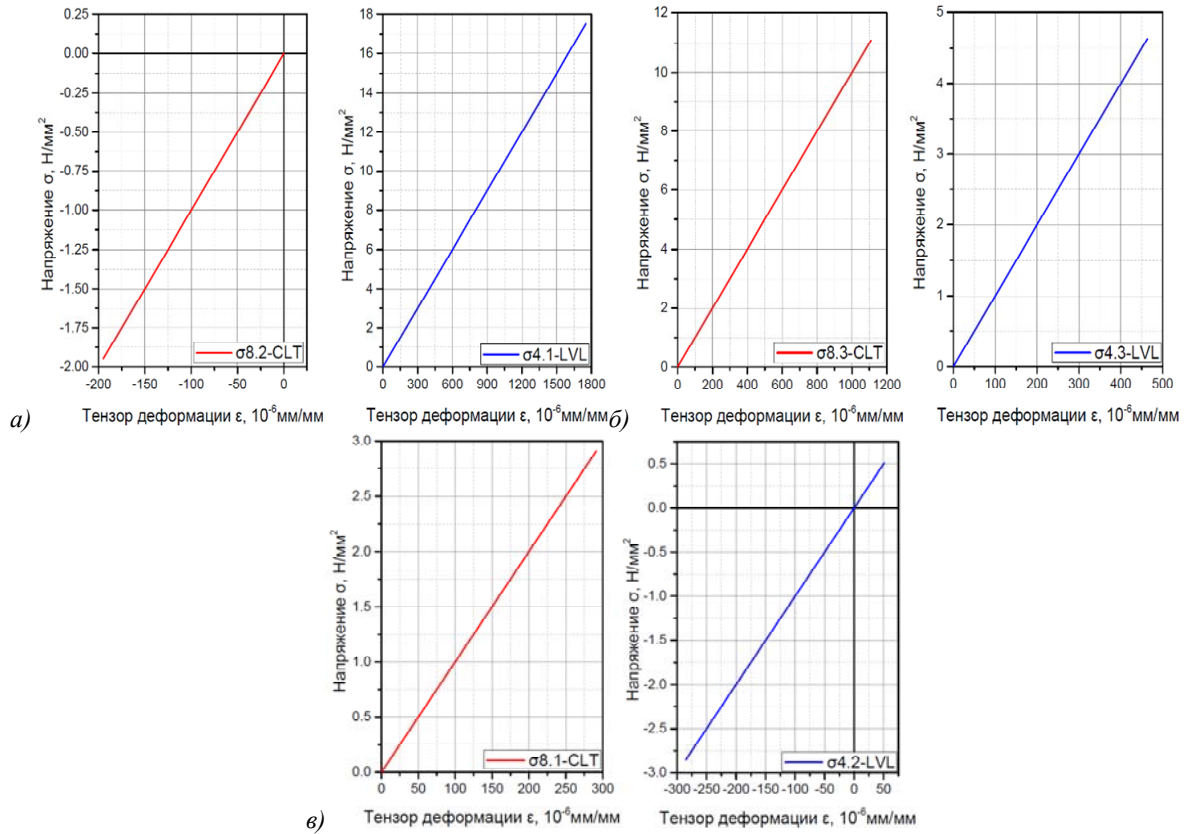


Рис. 5. Сравнение зависимости деформации от напряжения металлических накладок: *а* – на верхнем поясе; *б* – на среднем поясе; *в* – на нижнем поясе; левый график – для балки из поперечной клееной древесины; правый график – для балки из LVL

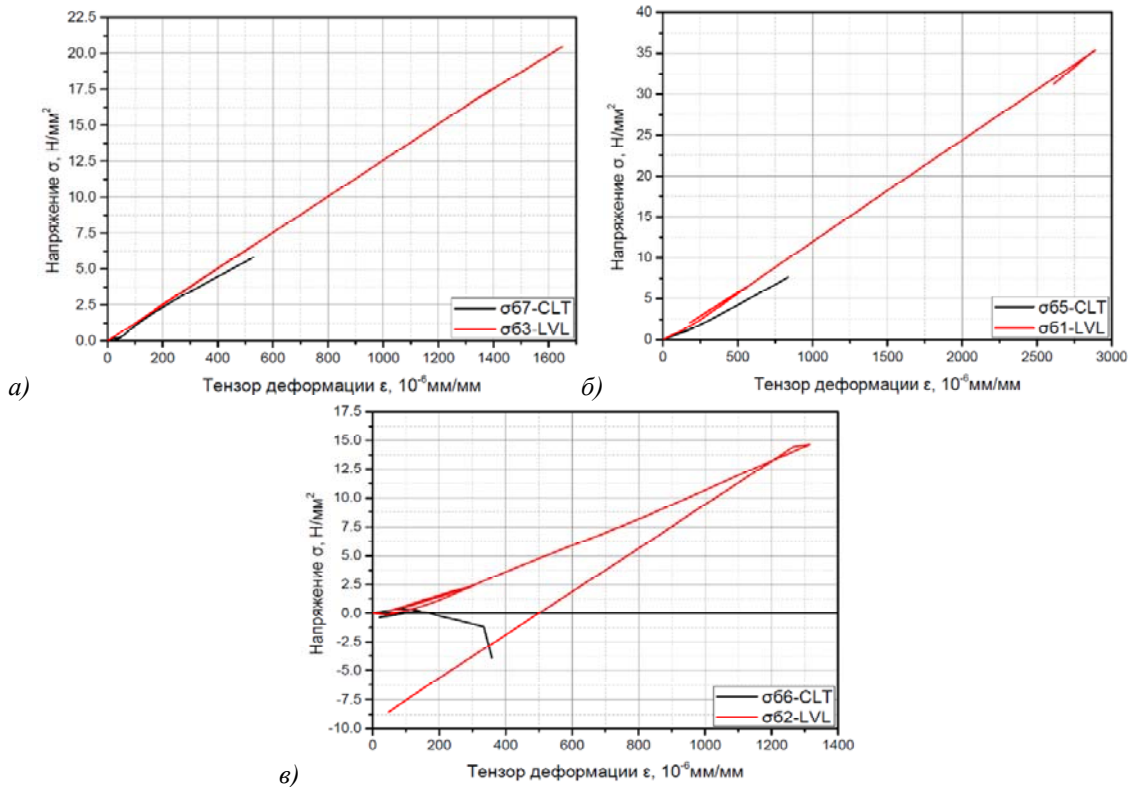


Рис. 6. Сравнение зависимости деформации от напряжения балки: *а* – на верхнем поясе; *б* – на среднем поясе; *в* – на нижнем поясе; серая линия – из LVL; черная линия – из поперечной клееной древесины

### Вывод

1. Получены новые экспериментальные результаты определения деформации и напряжения на участок металлических накладок, стеновой панели из поперечной клееной древесины и балки из поперечной клееной древесины и *LVL*.

2. Обработаны экспериментальные результаты, и на основе сравнительного анализа подтверждено, что элементы деревянных конструкций из стеновой панели и балки из поперечной клееной древесины имеют относительно меньше прогиб, напряжение и выше несущую способность, чем балки из *LVL*.

3. Сформирована зависимость деформации от напряжения, подтверждена достоверность данной научно-исследованной работы аспиранта Сюй Юнь по определению несущей способности соединений элементов деревянных конструкций на металлических накладках.

### Литература

1. Сюй Юнь. Повышение несущей способности соединений элементов деревянных конструкций на металлических накладках с использованием металлической зубчатой пластины: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Сюй Юнь. – СПб., 2015. – 198 с.

2. Тензометрия в машиностроении. Справочное пособие / Р. А. Макаров, А. Б. Ренский, Г. Х. Боркунский, М. И. Этингоф. – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.

3. CLT технология [Электронный ресурс] / Промстройлес // Промстройлес: Деревянное домостроение (официальный сайт компании). – Режим доступа: <http://www.pslcomp.ru/?p=38-clt-tehnologiya-stroitelstva-derevyannyh-domov> (дата обращения: 21.02.2015).

4. СП 64-13330-2011. Деревянные конструкции / Минрегион России. – Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М., 2011. – 87 с.

5. Тимошенко С. П. Курс сопротивления материалов / С. П. Тимошенко. – Киев: Изд-во кн. маг. Л. Идзиковского, 1911. – 163 с.

## СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### УДК 69.058.: 69.059

*Александр Петрович Васин*, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: vasin-57@mail.ru*

*Alexander Petrovich Vasin*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: vasin-57@mail.ru*

## **УСЛОВИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

### **THE CONDITIONS FOR DETERMINING THE WORKING LIFE OF OPERATING HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES**

В работе предлагается порядок и вариант последовательности выполнения работ по определению сроков службы зданий и сооружений опасных производств и объектов с расчетными обоснованиями, нормативный срок эксплуатации которых не указан в технической документации, на примере химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств и объектов.

Из разрозненных вариантов применения понятий «ресурс, остаточный срок службы и остаточный ресурс, расчет остаточного ресурса строительных конструкций», выявлены главные условия для разработки методических указаний, позволяющих определить сроки службы зданий и сооружений опасных производств и объектов с использованием требований действующих нормативных документов.

*Ключевые слова:* жизненный цикл здания или сооружения, строительные конструкции, дефект, обследование, ресурс, остаточный срок службы, остаточный ресурс.

We propose a procedure and sequence of performance of works on the definition of durability of buildings and structures of hazardous manufactures and objects with calculated justifications, standard term which is not specified in technical documentation, for example, the chemical, petrochemical, oil refineries and installations.

From disparate uses of the terms “resource, residual lifespan and residual resource, calculation of residual resource of building constructions”, identified the main conditions for the development of guidelines to determine the service life of buildings and structures of hazardous manufactures and objects using the requirements of existing regulations.

*Keywords:* life cycle of a building or structure, building constructions, defect inspection, resource, residual service life, residual resource.

В настоящее время актуальными являются поиск и выбор критериев оценки долговечности и надежности конструкций, факторов, влияющих на долговечность строительных конструкций, методов расчета остаточного ресурса в процессе экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО), учитывающих специфику конкретного промышленного производства.

«Жизненный цикл здания или сооружения» [1], в целом, имеет временной характер. В течение этого периода важнейшими являются критерии оценки долговечности и надежности строительных конструкций, которые подвергаются различным механическим, физическим, химическим воздействиям. «Воздействие – явление, вызывающее изменение напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и (или) основания здания или сооружения» [1]. В свою очередь, конструкции изготовлены из различных строительных материалов (каменные, металлические и другие), которые имеют свои критерии оценки надежности и долговечности при воздействии внешних сил. Продолжительность изменения свойств строительных материалов до критических пределов (прочность, упругость) определяет их долговечность в конструкциях.

Определение остаточного ресурса объекта – это серьезная аналитическая работа. Продолжительность безотказной работы строительных конструкций (элементов) объекта имеет различные величины, которые зависят от механических и физико-химических свойств строительных материалов, изменяющихся в зависимости от условий их эксплуатации, то есть зависят от комплексной характеристики их качества.

Указанные критерии оценки долговечности и надежности конструкций в расчетах остаточного ресурса необходимы для определения продолжительности эксплуатации промышленных зданий и сооружений, срок службы которых не определен проектной документацией. А также для принятия тех или иных оптимальных технических и экономических решений восстановления работоспособного технического состояния конструкций и эксплуатационной пригодности и безопасной эксплуатации объектов, срок службы которых исчерпан.

В соответствии с Федеральным законом от 25.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», **жизненный цикл здания или сооружения** – период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [1].

Важнейшим критерием оценки строительных конструкций является **долговечность** – способность изделия выполнять требуемую функцию до достижения предельного состояния при данных условиях использования и технического обслуживания (Примечание: «данные условия» могут включать климатические, технические или экономические обстоятельства) [2]. Долговечность – это основное понятие.

В свою очередь, главными критериями оценки долговечности строительных конструкций являются ресурс, остаточный срок службы и остаточный ресурс.

В ГОСТ Р 53480-2009 «Надежность в технике. Термины и определения» термин **ресурс** имеет следующее определение: суммарная наработка изделия в течение срока службы. **Остаточный срок службы** – срок службы, исчисляемый от текущего момента времени. **Остаточный ресурс** – ресурс, исчисляемый от значения наработки в текущий момент времени [2].

Таким образом, ресурс, остаточный срок службы и остаточный ресурс – это величины и показатели безотказности и долговечности эксплуатируемых опасных производственных объектов.

Для оценки технического состояния здания или сооружения Л. Н. Луговской рекомендует слово «ресурс» употреблять в словосочетании «ресурс несущей способности строительных конструкций» [3].

Основным свойством производственного здания или сооружения является **безопасность эксплуатации**. Безопасность эксплуатации здания или сооружения – комплексное свойство объекта противостоять его переходу в аварийное состояние, определяемое проектным решением и степенью его реального воплощения при строительстве; **текущим остаточным ресурсом и техническим состоянием объекта**; степенью изменения объекта (старение материала, перестройки, перепланировки, пристройки, реконструкции, капитальный ремонт и т. п.) и окружающей среды как природного, так и техногенного характера; совокупностью антитеррористических мероприятий и степенью их реализации; нормативами по эксплуатации и степенью их реального осуществления [4].

До настоящего времени предлагаются разрозненные варианты расчетов остаточного ресурса конструкций, но отсутствуют единые методики и методические указания оценки физического износа объектов производственного назначения (здания, строения, сооружения производственного назначения, в том числе объектов химической, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности). Назрела необходимость разработки специальных методических указаний – «Методика определения сроков службы зданий и сооружений опасных производств и объектов (ОПО) с расчетными обоснованиями, нормативный срок эксплуатации которых не указан в технической документации» с применением понятий «ресурс, остаточный срок службы и остаточный ресурс строительных конструкций», которая позволит:

- отнести техническое состояние исследуемого объекта к одной из четырех возможных категорий: нормативное; работоспособное; ограниченно работоспособное; аварийное с учетом физического и морального старения строительных конструкций;
- определить «вклад» каждой группы конструкций (несущего каркаса) в величину риска перехода исследуемого объекта в аварийное техническое состояние;
- условия восстановления несущей способности строительных конструкций, позволяющие перейти к расчетам трудозатрат и сметной стоимости ремонтно-восстановительных работ;
- рассчитать безопасный остаточный ресурс объекта и сделать прогноз важнейшего показателя – промежутка времени эксплуатации, по истечении которого на этом объекте необходимо произвести мероприятия по снижению риска аварии;
- обеспечить формирование обобщенной информационной базы сроков службы и остаточного ресурса объектов производственного назначения на различных уровнях.

Целью настоящей работы является выявление главных условий для разработки методических указаний, позволяющих определить сроки службы зданий и сооружений опасных производств и объектов (ОПО), нормативный срок эксплуатации которых не указан в технической документации на примере химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств и объектов.

Предлагаются следующие условия для разработки методических указаний «Методика определения сроков службы зданий и сооружений опасных производств и объектов (ОПО) с расчетными обоснованиями, нормативный срок эксплуатации которых не указан в технической документации»:

1. Сроки проведения плановой экспертизы промышленной безопасности производственных зданий и сооружений, выполняемой в соответствии с требованиями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ (с изм.) [5]; Федерального закона «О техническом регулирова-

нии» от 27.12.2002 г. №184-ФЗ [6], устанавливаются по РД 22-01.97 «Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений под надзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями)» [7]. Сроки проведения экспертизы промышленной безопасности стальных и железобетонных конструкций устанавливаются по Приложению 4 РД 22-01.97 [7].

2. Анализ промышленной безопасности объекта с оценкой технического состояния несущих строительных конструкций и рекомендациями по видам ремонта.

3. Экспертиза промышленной безопасности опасных производственных объектов в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности осуществляется в соответствии с требованиями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности:

– Порядок осуществления экспертизы промышленной безопасности в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности, утвержденный приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.10.2012 № 584;

– Правила проведения экспертизы промышленной безопасности, утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.11.2013 № 538.

4. Оценка технического состояния отдельных строительных конструкций и объектов в составе экспертизы промышленной безопасности выполняется по ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [4] в следующих случаях:

4.1. Первое обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию. В дальнейшем обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.).

4.2. Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга.

4.3. Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят также:

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений;
- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);
- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении технологического назначения здания (сооружения);
- по предписанию органов Ростехнадзора и Госстройнадзора.

5. Для оценки степени физического износа объектов производственного назначения: зданий и сооружений в целом допустимо использовать основные положения ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий» после детального кластерного анализа технического состояния строительных конструкций. Таким образом, физический износ производственных зданий и сооружений можно определить по формуле:

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} \cdot l_i,$$

где  $\Phi_3$  – физический износ зданий и сооружений, %;  $\Phi_{ki}$  – физический износ отдельной конструкции, элемента или системы, %;  $l_i$  – доля восстановительной стоимости конструкции в восстановительной стоимости зданий и сооружений.

6. При решении задач обеспечения долговечности существующих и эксплуатируемых объектов производственного назначения рассматриваются три, имеющих много общих признаков, случая:

- определение остаточного срока службы объектов экспертизы: зданий и сооружений, нормативный срок эксплуатации которых не указан в проектной документации;
- условия продления срока службы зданий и сооружений с истекшим нормативным сроком эксплуатации;
- расчет остаточного срока службы объекта в процессе плановой экспертизы промышленной безопасности, нормативный срок эксплуатации которого указан в проектной документации.

7. Порядок и последовательность расчета срока службы зданий и сооружений (количество лет) назначаются с учетом требований РД 22-01.97 [7].

8. Результаты расчета срока службы зданий и сооружений (количество лет), выполненного по «Методике определения сроков службы зданий и сооружений опасных производств и объектов (ОПО) с расчетными обоснованиями, нормативный срок эксплуатации которых не указан в технической документации», являются основанием для продления срока безопасной эксплуатации зданий и сооружений. При необходимости, в случае истечения нормативного срока эксплуатации, в расчет срока службы зданий и сооружений (количество лет) включается раздел определения условий продления срока эксплуатации с назначением внеочередной экспертизы промышленной безопасности с обследованием или мониторингом объекта.

9. Необходимые меры по обеспечению долговечности конструкций и оснований зданий и сооружений с учетом конкретных условий их эксплуатации, а также расчетные сроки их службы определяются экспертной организацией по согласованию с заказчиком. Примерные расчетные сроки службы зданий и сооружений могут быть определены по табл. 1 ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований» [8].

При соответствующем обосновании сроки службы ограждающих конструкций могут быть приняты отличными от сроков службы сооружения в целом.

10. Использовать общие принципы обеспечения надежности конструкций и оснований зданий и сооружений, установленные ГОСТ Р 54257–2010 [8]. По ГОСТ Р 54257–2010, «Долговечность – способность строительного объекта сохранять физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы при надлежащем техническом обслуживании... Нормальная эксплуатация – эксплуатация строительного объекта в соответствии с условиями, предусмотренными в строительных нормах или задании на проектирование, включая соответствующее техническое обслуживание, капитальный ремонт и (или) реконструкцию» [8]. Иными словами, долговечность – сохранение работоспособности до наступления предельного состояния с перерывами для ремонтно-наладочных работ и устранения внезапно возникающих неисправностей [8].

11. Уровень ответственности зданий и сооружений, а также численные значения коэффициента надежности по ответственности устанавливаются экспертной организацией по согласованию с заказчиком в соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 25.12.2009 № 384-ФЗ и ГОСТ Р 54257–2010 [1; 8].

Проблема эффективного использования промышленных объектов, имеющих ограниченно работоспособную и аварийную категории технического состояния, связана с решением сложных комплексных задач их воспроизводства, которые решаются различными методами: новое строительство, реконструкция, модернизация, капитальный и текущие

ремонт, часто сопряженные с частичным сносом (демонтажем элементов) объектов в стесненных условиях.

Основные этапы процесса разработки специальных методических указаний включают: подготовку исходных данных и технического задания на разработку методических указаний «Методика определения сроков службы зданий и сооружений опасных производств и объектов (ОПО) с расчетными обоснованиями, нормативный срок эксплуатации которых не указан в технической документации»; разработку проекта методических указаний и формирование электронного банка нормативно-технических материалов и их апробацию в процессе экспертизы промышленной безопасности промышленно опасных объектов.

Задачи обеспечения долговечности промышленных объектов и выполнение расчета остаточного ресурса промышленных объектов, учитывающих качество строительных материалов в конструкциях, могут быть успешно решены с применением вероятностно-статистических методов. Для решения задач обеспечения долговечности объектов может быть применен метод календарного планирования. Календарное планирование ремонтно-строительных работ, выполняемых для решения сложных комплексных задач проблемы воспроизводства объектов промышленного назначения, позволяет определить необходимую номенклатуру, объемы и сроки проведения воспроизводственных мероприятий с условиями потребности и оптимизации финансовых ресурсов.

#### Литература

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 25.12.2009 № 384-ФЗ (с изм.): принят Государственной Думой Рос. Федерации 23.12.2009; одобрен Советом Федерации 25.12.2009. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902192610> (дата обращения: 02.02.2015).
2. ГОСТ Р 53480–2009. Надежность в технике. Термины и определения [Электронный ресурс] / Росстандарт. – URL: [http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost\\_4754.htm](http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_4754.htm) (дата обращения: 02.02.2015).
3. *Луговской Л. Н.* Логический метод расчета остаточного ресурса несущих конструкций зданий и сооружений при эксплуатации их в коррозионно-опасных условиях / Л. Н. Луговской // Предотвращение аварий зданий и сооружений: электронный журнал. – 2009. – 1 апреля. – URL: <http://pamag.ru/pressa/logic-metod> (дата обращения: 02.02.2015).
4. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. ЕАСС. 2012 [Электронный ресурс] / МНТКС. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100941> (дата обращения: 02.02.2015).
5. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (с изм.) [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 20.06.1997. – URL: <http://tehnorma.ru/normativbase/5/5438/index.htm> (дата обращения: 02.02.2015).
6. О техническом регулировании: Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (с изм.) [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 15.12.2002 года; одобрен Советом Федерации 18.12.2002 года. – URL: [http://docs.cntd.ru/document/zakon\\_o\\_tehnicheskom\\_regulirovanii](http://docs.cntd.ru/document/zakon_o_tehnicheskom_regulirovanii) (дата обращения: 02.02.2015).
7. РД 22-01.97. Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями) [Электронный ресурс] / ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ. – URL: <http://www.tehnorma.ru/normativbase/7/7252/index.htm> (дата обращения: 02.02.2015).
8. ГОСТ Р 54257–2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования [Электронный ресурс] / Росстандарт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54257-2010> (дата обращения: 02.02.2015).

**УДК 624.9**

*Владимир Владимирович Верстов*, д-р техн. наук,  
профессор

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Евгений Сергеевич Федулов*, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: fesworkscience@gmail.ru*

*Vladimir Vladimirovich Verstov*, Dr of Tech. Sci.,  
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Evgeny Sergeevich Fedulov*, post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: fesworkscience@gmail.ru*

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ  
И МЕТОДЫ ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

**THE MAIN PROVISIONS OF THE METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL STUDIES  
OF THE BEARING CAPACITY OF THE ANCHORS AND METHODS FOR THEIR  
INTERPRETATION**

Статья отражает технологическую последовательность и методику стендового испытания анкеров. Отмечается, что по ряду технических требований к установке анкеров в газобетонные (поризованные) блоки не разработаны однозначные нормативные требования, например, к краевым и межосевым расстояниям при установке анкеров различных типов. Отражена расчетная схема анкера при работе на монтажные нагрузки. Выполнен анализ архивных результатов ранее выполненных испытаний. Уточнена предполагаемая схема работы анкера на вырыв, установленного по нагнетательной технологии, а также некоторые ожидаемые результаты испытаний.

*Ключевые слова:* анкерные крепления, газобетон, несущая способность, схема работы, навесные строительные конструкции.

This article presents the process and methodology of the bench test anchors. It is noted that a number of technical requirements for the installation of anchors in aerated concrete (porous) units are not designed unambiguous regulatory requirements, for example, to the edge and axle bases when installing anchors of various types. Design scheme of the anchor when working on construction loads is reflected. The analysis of archival results of earlier trials is provided. The intended scheme of work on the anchor dug set by injection technology is specified, as well as some expected test results.

*Keywords:* anchors, lightweight concrete, load-bearing capacity, the working scheme, hinged engineering structures.

При устройстве и монтаже навесных строительных конструкций в ряде случаев возникает необходимость повышения несущей способности первичных средств крепления. В строительной области широкое применение нашли конструкции из ячеистых бетонов, имеющие пористую структуру с особыми физико-химическими и прочностными свойствами.

Таким образом, существует потребность в разработке более совершенных технологических решений, обеспечивающих повышение надежности анкерного крепления за счет увеличения несущей способности первичных средств крепления с учетом структуры базового материала.

Проведение натуральных испытаний анкеров при монтаже несущих конструкций обязательно и нормируется [1]. Целесообразно интегрировать основные положения указанной методики в предстоящие натурные испытания анкеров, установленных по нагнетательной технологии.

Анкеры предполагается устанавливать в следующей технологической последовательности:

1. Разметка базового пористого основания (рис. 1).

Отверстия устраивают с помощью перфоратора со сверлами по бетону, причем при устройстве отверстия исключено бурение с ударом [Технические рекомендации *Hilti*,



часть 2, с. 207]. Согласно *annex 62* [2], устройство отверстия в автоклавном поризованном бетоне возможно устраивать методом сверления «*hammer drill*» – ударное сверление.

Предельные краевые расстояния принимаются  $2h_{заглуб}$  [1], но не менее 150 мм согласно [2] и *chapter 6 annex C* [3].

Предельные межосевые расстояния принимаются  $2h_{заглуб}$  [1], но не менее 250 мм по *chapter 6 annex C* [3].

Схема расположения устройства анкеров приведена на рис. 1.

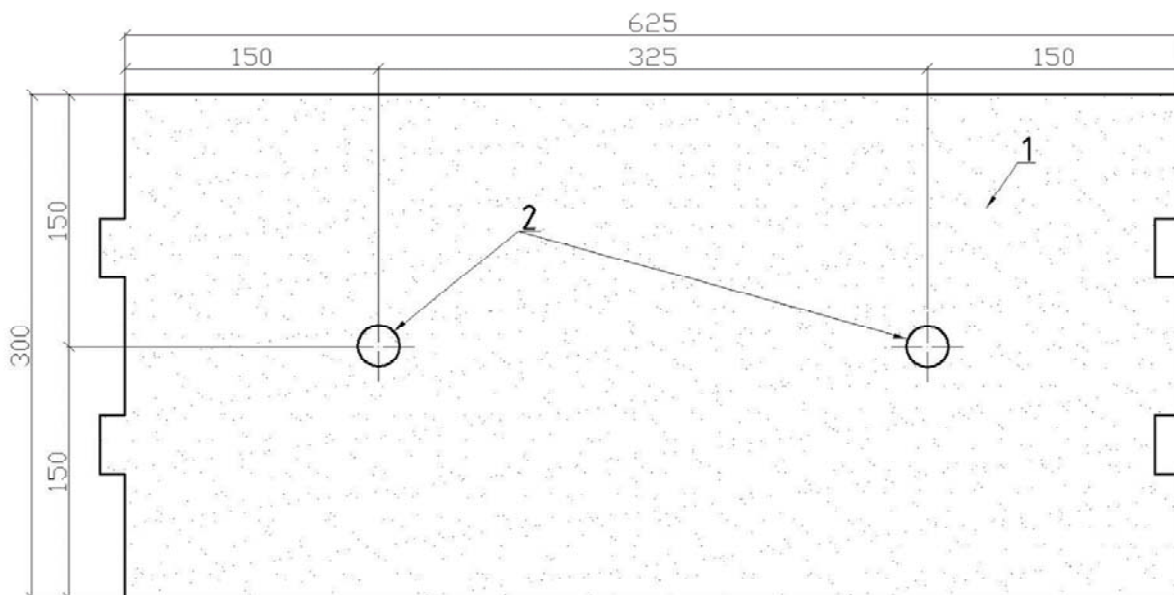


Рис. 1 Схема расположения анкеров.

1 – газобетонный блок, размером 250×300×625; 2 – дюбеля *Sormat KBT*

Стоит отметить, что однозначных рекомендаций по устройству анкеров в газобетонных элементах в нормативно-технической литературе не приведено.

2. Подготовка отверстия с последующим проведением воздушной и механической очистки.

3. Установка (ввинчиванием) в подготовленное отверстие полое удерживающее устройство, специальной конструкции.

Стоит отметить, что полое удерживающее устройство оснащено продольными выходными отверстиями, а также геометрические размеры спирали на противоположных концах тела дюбеля, ввинчиваемого больше, чем спирали в его срединной части. Причем продольные выходные отверстия расположены в срединной части тела дюбеля, кроме того диаметр наружной поверхности которой меньше, чем на противоположных концах тела дюбеля (рис. 2). Данное решение по конструкции полого удерживающего устройства позволяет обеспечить максимальную площадь контакта строительного связующего раствора с базовым пористым материалом за счет глубокого проникновения связующего строительного раствора в базовый пористый материал и полного проникновения связующего строительного раствора в полость между полым удерживающим устройством и базовым пористым материалом, что позволяет создать жесткое крепление, воспринимающее динамические нагрузки и предотвращающее обмятие пористого материала из-за наличия монтажных внутренних напряжений в базовом пористом материале

4. Обеспечение плотного прижатия смесителя монтажного пневматического пистолета к дюбелю.

5. Приведение в действие компрессионной установки и выдерживание избыточного давления необходимое время.

6. Установка анкерного стержня (самореза).

7. Выдерживание анкерной системы время, необходимое для набора прочности.

После выполнения вышеуказанных мероприятий возможно проводить монтаж навесных конструкций, а также испытательную установку (адгезиметр).

Испытания анкеров специальной конструкции включают основные положения методики [1].

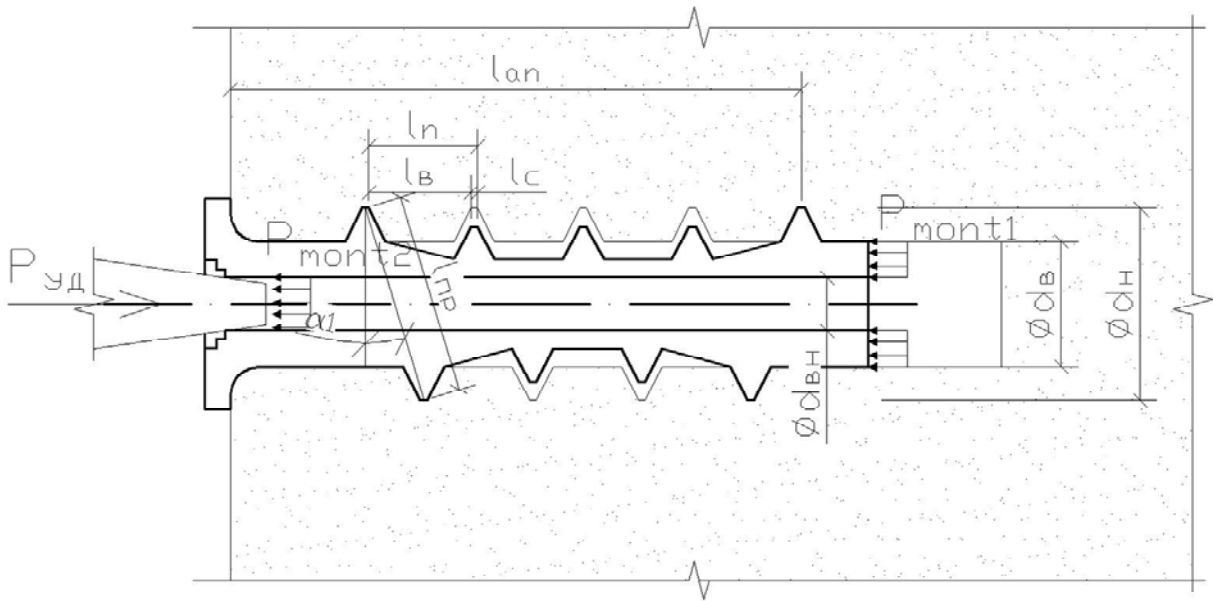


Рис. 2. Принципиальная расчетная схема работы устанавливаемого анкера на монтажные нагрузки

Первоначально, максимальная разрушающая нагрузка согласно [4] на анкерное крепление определяется по формуле 1 и приведена для каждого базового основания и типоразмера дюбеля в таблице:

$$N_a = 0,26 * \pi * d_n * l_b * R_b * n, \quad (1)$$

где  $d_n$  и  $l_b$  – представлены на рис. 2;  $R_b$  – нормативное сопротивление газобетона сжатию, МПа;  $n$  – число шагов спирали, шт.

№ пп	Газобетонный блок	Ед. изм	мод. Sormat KBT 4	мод. Sormat KBT 6	мод. Sormat KBT 8	мод. Sormat KBT 10
1	2	3	4	5	6	7
1	D300	Н	368,0	382,2	574,9	725,4
2	D400	Н	503,6	523,0	786,6	992,6
3	D500	Н	619,8	643,6	968,2	1221,7
4	D600	Н	852,3	885,0	1331,2	1679,8

Установка испытательного устройства цифровой тестер отрыва (адгезиметр) производится соосно анкера и прикладываемой нагрузки. Затем осуществлялась преднагрузка в 10 % от теоретического значения разрушающей нагрузки с последующей полной разрушкой. После этого нагружение анкера проводилось ступенчато с шагом 1/10 от предпо-

лагаемой разрушающей нагрузки. На каждой ступени фиксировалось значение нагрузки и перемещения анкера. Преднагрузка анкера предназначена для снятия люфта в измерительном приборе.

Стоит отметить, что до интервала 50 % от разрушающей нагрузки, после каждой ступени осуществлялась полная разгрузка анкера.

В качестве нагрузки, соответствующей окончанию зоны упругих деформаций, принято значение нагрузки при деформации (перемещении) анкера превышающей 0,1 мм от начала снятия показаний.

Далее на рис. 3 приведены результаты испытания анкеров *FIS V 360 S 10×110* (*Fisher*) и *S-UF 10×110* (*Sormat*), проведенные ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко [5]. Данные анкера являются химическими и анкерами трения соответственно.

Схемы работы химического анкера и анкера трения деформаций до 0,1 мм имеют характерные отличия. Работа химического анкера, в виде жесткой заделки, имеет место лишь на первоначальном этапе нагружения. После того как усилия вырыва передаются на газобетон, происходит движение графика зависимости «нагрузка-деформация» в горизонтальном направлении, и в конечном счете наблюдается разрушение химического анкера по контакту клеевой массы и газобетона.

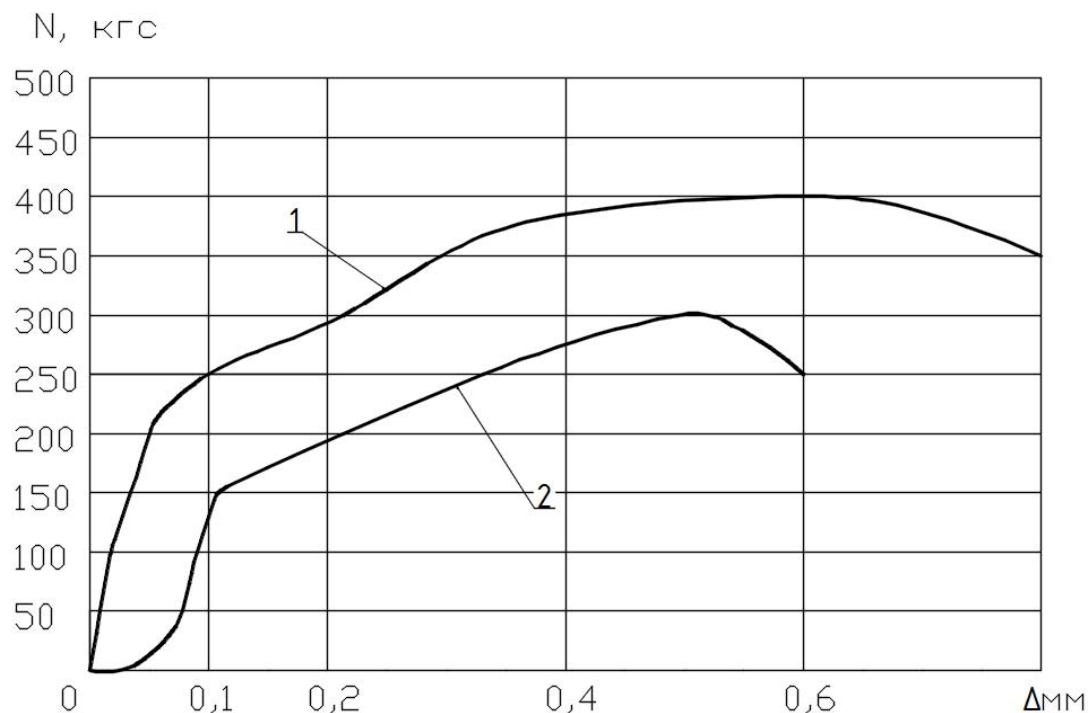


Рис. 3. График зависимости «нагрузка-деформация», материал — ячеистобетонный блок; марка анкера 1 — *FIS V 10×110* (*Fischer*); марка анкера 2 — *S-UF 10×100* (*Sormat*)

При работе анкера трения на вырыв наблюдаются деформации, свидетельствующие об обжатии анкера в лидерном отверстии. График зависимости «нагрузка деформация» отходит горизонтально от начального значения. Следовательно, в лидерном отверстии образуется некий зазор, который при приложении колебательной нагрузки может служить площадкой для ускорения движения анкера, что вкуче приводит к наличию микроударных нагрузок на базовый пористый материал.

Анализ перечисленных аспектов привел к решению выбора для испытаний канального анкера с внешней навивкой, улучшенного посредством нагнетания химического состава. Результатом испытаний, по мнению автора, должно явиться большее включение в

работу прилегающего базового материала, чем при устройстве химических анкеров в газобетонных блоках, а также создание жесткой заделки, положительно влияющей на эксплуатационные свойства анкерной системы.

### Литература

1. СТО ФЦС -44416204-09-2010. Крепления анкерные. Метод определения несущей способности анкеров по результатам натуральных испытаний / ФГУ «ФЦС». – М., 2010. – 16 с.
2. ETA-08/0190. Plastic anchor for multiple use in concrete and masonry for nonstructural applications / DIBt. – Brussels, 2013. – 35 p.
3. ETAG 020. Plastic anchors for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications. Part five : Plastic anchors for use in autoclaved aerated concrete (AAC) / EOTA. – Brussels, 2006. – 14 p.
4. *Вылегжанин В. П.* Крепление навесных конструкций к газобетонным стенам / В. П. Вылегжанин, В. А. Пинскер, Г. И. Гринфельд // Еврострой. – 2014. – № 74. – С. 37–40.
5. Технический отчет по теме: «Прочностные испытания различных типов анкерных креплений в газбетонные блоки YTONG, изготовленные ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», с учетом их влажности» / ЦНИИСК ми. В.А. Кучеренко. – М., 2009. – 82 с.

### УДК 69.057.53

*Людмила Васильевна Волкова*, канд. экон. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Валерий Вячеславович Захаров*,  
студент магистратуры  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: vlv2000@inbox.ru, Valeriov@yandex.ru*

*Liudmila Vasilevna Volkova*, PhD of Economics,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Valerii Viacheslavovich Zakharov*,  
master's degree student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: vlv2000@inbox.ru, Valeriov@yandex.ru*

## ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ НА ВЫСОТЕ БОЛЕЕ 5,1 МЕТРОВ

### PROBLEMS OF ORGANIZATION AND PLANNING OF WORKS ON ARRANGEMENT OF MONOLITHIC SLABS AT THE HEIGHT OF 5.1 METRES

В статье сделан обзор существующих конструктивных типов опалубочных систем; выявлены факторы, определяющие выбор типа опалубки для возведения монолитных конструкций жилых зданий; показаны недостатки опалубочных систем, возникающие на различных этапах производства опалубочных работ; приведены наиболее эффективные типы опалубки для устройства монолитных перекрытий на высоте более 5,1 м; предложены пути решения вопросов организации и планирования работ по возведению монолитных перекрытий, повышения эффективности, качества и безопасности опалубочных работ, а также выбора наиболее рациональных схем опалубки.

*Ключевые слова:* опалубочные системы, организационно-технологические решения, организационно-технологическая надежность в строительстве, организация и планирование опалубочных работ, опалубка перекрытий, проблемы возведения монолитных перекрытий.

The article provides an overview of the existing structural types of formwork systems; factors influencing the choice of type of formwork for the construction of monolithic structures residential buildings; shortcomings of formwork systems that arise at different stages in production of shuttering works; the most effective types of formwork for the device monolithic slabs at a height of more than 5.1 m; proposed solutions to the organization and planning of works on the construction of monolithic slabs, efficiency, quality and safety of shuttering works, as well as selecting the most efficient models of formwork.

*Keywords:* formwork systems, organizational-technological solutions, organizational and technological reliability in construction, organization and planning of shuttering works, formwork, issues of erection of monolithic slabs.

На данный момент в терминах строительного производства можно встретить множество определений опалубки, наиболее общее из них: «Опалубка – форма для изготовления монолитной бетонной конструкции» [1]. Опалубка делится на два типа в зависимости

от вида бетонируемых монолитных конструкций: опалубка вертикальных и горизонтальных монолитных конструкций. Далее эти типы делятся на множество подтипов в зависимости от конструкции. В современном справочнике строителя представлена следующая классификация опалубки по конструктивным признакам [2]:

- необорачиваемая;
- разборно-переставная;
- подъемно-переставная;
- блок-форма;
- горизонтально-перемещаемая;
- объемно-переставная.

Опалубочные работы занимают важное место в процессе возведения монолитных железобетонных конструкции (МЖК). Если принять трудоемкость возведения МЖК за 100 %, то трудозатраты на выполнение опалубочных работ составляют 45–65 % [1].

Опалубка, применяемая для возведения монолитных перекрытий, делится на три вида:

- 1) на телескопических стойках;
- 2) на объемных стойках;
- 3) на объемных рамах.

В систему опалубки на телескопических стойках входит ряд обязательных элементов: стойка, тренога, «универсальная». В систему опалубки на объемных стойках входят: верхний и нижний универсальные домкраты, стойки объемные, связи горизонтальные. В систему опалубки на объемных рамах: вилка стойки, верхний домкрат, опорная рама, нижний домкрат, крестовая рама.

Выбор типа опалубки для возведения монолитного перекрытия зависит от двух основных факторов. Первый фактор – расстояние от точки опоры опалубки до низа возводимого перекрытия. В девяти из десяти случаев этот фактор является определяющим. Если высота перекрытия не превышает 5,1 м, то применяют телескопические стойки. При высоте от 5,1 до 20 м используют опалубку на объемных стойках и рамах. Свыше 20 метров используется опалубка исключительно на объемных стойках [3].

Второй фактор – толщина перекрытия, возводимого на высоте до 5,1 м. При толщине перекрытия свыше 500 мм количество телескопических стоек, требуемых для возведения монолитного перекрытия, значительно возрастает. Слишком большое количество оборудования увеличивает время монтажа опалубки и усложняет процесс. Поэтому при работе на арендованной опалубке обычно применяется опалубка на объемных рамах и на объемных стойках.

В настоящее время работы с опалубкой на телескопических стойках практически не вызывают сложностей. Технология монтажа отработана до мелочей, поскольку строители используют этот инструмент уже многие десятилетия. Правила работы с телескопическими стойками можно найти в рекомендациях Госстроя СССР, датируемых 1972 годом [4].

В практике монолитного строительства при бетонировании перекрытий зданий различного назначения применяется опалубка высокого класса из легких алюминиевых высокопрочных сплавов из каркасных модульных щитов в любых сочетаниях, разработанная специалистами ЦНИИОМТП, опалубочные системы фирм «ПЕРИ», «Далли», «Doka» (Германия) и другие типы опалубки, соответствующие документу «Рекомендация 7348. Рекомендация по технологии возведения конструкций из монолитного бетона и железобетона, 2-я редакция», ОАО ПКТИпромстрой. Завод-изготовитель опалубки должен производить на заводе контрольную сборку фрагмента, схема которого определяется заказчиком по согласованию с заводом-изготовителем. К каждому комплекту опалубки должен быть приложен сертификат качества. Опалубочные системы ЦНИИОМТП были запатентованы в 1998 году, опалубка для бетонирования перекрытий, включающая стальные объемные стойки и объемные рамы, запатентована в 2000 году [5].

В соответствии со Сводом правил «СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87», опалубка, применяемая при возведении бетонных и железобетонных конструкций, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 52085–2003 «Опалубка. Общие технические условия», обеспечивать проектную форму, геометрические размеры и качество поверхности возводимых конструкций в пределах установленных допусков. При выборе типа опалубки следует предусматривать такие требования, как точность изготовления и монтажа опалубки, качество бетонной поверхности и монолитной конструкции после распалубки, оборачиваемость опалубки. Установка и приемка опалубки, распалубливание монолитных конструкций, очистка и смазка производятся в соответствии со Сводом правил «СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01–2004» и проектом производства работ (ППР). Технические требования, которые следует выполнять при бетонировании монолитных конструкций и проверять при операционном контроле, приведены в разделе 5.17. «Опалубочные работы» Свода правил СП 70.13330.2012. Так, например, предельные отклонения расстояния между опорами изгибаемых элементов опалубки и между связями вертикальных поддерживающих конструкций от проектных размеров составляет 25 мм на 1 м длины и 75 мм на весь пролет; предельное отклонение расстояния между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров составляет 5 мм. Решения, связанные с определением свободного пролета перекрытий, числа, мест и способов установки опор, принимаются в ходе разработки ППР и согласовываются с проектной организацией [6].

В Санкт-Петербурге крупнейшими производителями опалубочных систем на объемных стойках и объемных рамах, применяемых при бетонировании перекрытий зданий на высоте от 5,1 м и выше, являются ООО «Капитал Стройиндустрия» и ЗАО «Техника современного строительства» с опалубочными системами «Капитал Стройиндустрия» и «ПЕКМО» соответственно.

Существующие опалубочные системы с применением объемных стоек и рамных конструкций позволяют решать задачи монолитного строительства объектов с высотными перекрытиями, обеспечения надежности и ускорения проведения монтажных работ. Компании-производители опалубки анализируют лучший мировой опыт, пожелания ведущих строительных организаций и постоянно совершенствуют выпускаемую продукцию. Несмотря на это, опалубочные системы обладают рядом недостатков, которые выявляются при эксплуатации таких систем, в процессе их доставки на объект, разгрузке и хранении, проведении монтажа и демонтажа. В таблице представлены основные недостатки опалубочных систем на объемных рамах и на объемных стойках, выявленные на отдельных этапах производства опалубочных работ.

Указанные недостатки опалубочных систем приводят и к другим более мелким осложнениям во время производства работ по монтажу опалубки перекрытий. Для устранения таких осложнений в проекте производства опалубочных работ должны быть предложены соответствующие решения. Несмотря на многие тонкости, опалубка на объемной раме и объемной стойке в ближайшие годы будет преобладать на рынке опалубки при возведении перекрытий на высоте более 5,1 м.

Номенклатура технических условий на опалубку конкретных видов, согласно ГОСТ Р 52085–2003 «Опалубка. Общие технические условия», включает следующие показатели: удельная суммарная трудоемкость ремонта, трудоемкость монтажа и демонтажа, несущая способность и т. д. Разработка проекта производства опалубочных работ должна осуществляться с учетом всех указанных показателей [7]. На практике, при осуществлении бетонирования конструкций зданий зачастую параллельно используется опалубка различных систем, что не соответствует указаниям проектов производства опалубочных работ, приводит к снижению уровня технических требований при бетонировании, а также нарушению безопасности условий труда.

**Недостатки опалубочных систем**

Этап	Недостатки	
	Опалубка на объемных рамах	Опалубка на объемных стойках
1. Доставка на объект	Оборудование занимает большое пространство	Множество «мелких» и хрупких элементов
2. Разгрузка и складирование	Требует больше места, чем любой другой вид оборудования	Стойки и связи требуют аккуратного обращения Точная последовательность сборки
3. Монтаж	Высокая цена ошибки при выставлении опалубки Большой вес Высота не более 20 метров	Достаточно высокая цена ошибки при выставлении опалубки Ненадежные клинья
4. Демонтаж	Большой вес Дороговизна испорченного элемента	Высокая вероятность утери элементов Слабые фланцы

В целях повышения эффективности опалубочных работ, выбора наиболее рациональных схем опалубки, повышения качества и безопасности работ предлагается выполнить следующие мероприятия:

- 1) провести исследование с целью обоснования и разработки технологии выполнения опалубочных работ с использованием самого современного строительного оборудования для дополнения действующей нормативной базы;
- 2) разработать более детальную технологию выполнения опалубочных работ для устройства монолитных железобетонных перекрытий на высоте более 5,1 м;
- 3) разработать принцип подбора специализированных бригад для производства опалубочных работ;
- 4) разработать новую методику подсчета общей трудоемкости опалубочных работ при возведении монолитных перекрытий;
- 5) разработать способ организации и планирования работ для возведения конкретного перекрытия в зависимости от сроков выполнения работ;
- 6) разработать показатели качества для технических условий на конкретные типы опалубки для принятия решений на этапе разработки ППР.

**Литература**

1. Теличенко В. И. Технология строительных процессов / В. И. Теличенко О. М. Терентьев, А. А. Лapidус. – М.: 2005. – 392 с.
2. Бадьин Г. М. Справочник строителя / Г. М. Бадьин. – Москва: Изд-во АСВ, 2012. – 416 с.
3. Объемная опалубка / КРАМОС // Группа компаний КРАМОС: официальный сайт. – URL: <http://www.kramos.ru/articles/obemnaya-opalubka.html> (дата обращения: 27.03.2015).
4. Опалубки для монолитных железобетонных конструкций. Разборно-переставная опалубка: рук. по примен. / ЦНИИОМТП. – Москва: Изд-во Госстрой СССР, 1972. – 169 с.
5. Опалубка для бетонирования перекрытий: патент РФ № 2164580, 27.03.2000 / Н. И. Евдокимов, А. Д. Мялков, Ю. И. Лунин, П. П. Олейник, Б. К. Горлов. Заявл. 07.09.2000, опубл. 27.03.2001, Бюлл. № 30. – 5 с.
6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 / Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. – М.: Аналитик, 2013. – 196 с.
7. ГОСТ Р 52085–2003. Опалубка. Общие технические условия / Госстрой России. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 54 с.

**УДК 69.05**

Ольга Николаевна Дьячкова, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: dyachkova\_on@mail.ru

Olga Nikolaevna Diachkova, PhD of Techn. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: dyachkova\_on@mail.ru

**АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВИТРАЖНЫХ СИСТЕМ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ЗДАНИЙ**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION AND TECHNOLOGY SOLUTIONS OF STAINED GLASS SYSTEMS FOR EXTERNAL WALLS OF BUILDINGS**

Представлен анализ конструктивно-технологических решений витражных систем наружного ограждения фасадов. Рассмотрены стоечно-ригельная система и ее модификации «Структурное остекление» и «Горизонтальная линия». Рассмотрена элементная система фасадного остекления. Рассмотрены конструктивно-технологические решения входных групп офисных и торговых центров, выполняемых из алюминиевых конструкций. Рассмотрены конструктивно-технологические решения зимних садов и остекленных кровель, выполняемых из алюминиевых конструкций. Приведены технологические особенности монтажа витражных систем наружного ограждения зданий. Представлен обзор и приведены основные технические характеристики машин, механизмов и оборудования, которые применяются при монтаже светопрозрачных алюминиевых ограждающих конструкций.

*Ключевые слова:* конструктивная система, остекленный фасад, алюминиевые профили, витражные окна и двери, технологические особенности монтажа, технические характеристики машин

The article presents an analysis of structural and technological solutions stained glass systems external protection of facades; discusses the post-and-beam system and its modifications “Structural glazing” and “Horizontal line”; reviews cell front glazing system. The author considers constructive-technological solutions of entrances of offices and shopping centers that are made from aluminum structures, constructive-technological solutions conservatories and glazed roofs that are made from aluminum structures. The technological features of the installation of stained glass systems for external walls, as well as overview and the main technical characteristics of machines, mechanisms and equipment used when installing glass walling are presented.

*Keywords:* construction system, glazed front, aluminum profiles, stained glass windows and doors, technological features installation, technical characteristics of machines

Витражные системы наружных ограждающих конструкций на основе алюминиевых профилей, в том числе тонированные и прозрачные фасады, прозрачные входные группы офисных и торговых центров, остекление кровли и зимних садов являются неотъемлемой частью архитектурных, объемно-планировочных и конструктивных решений зданий современного города [1; 2; 3].

Наиболее часто применяемой системой витражного остекления является стоечно-ригельная, которая подходит для вертикальных и наклонных поверхностей, так как может быть навесной или устанавливаться в проем. Несущий внутренний каркас системы выполняется из стоек, которые воспринимают основную нагрузку, и прикрепленных к ним ригелей. Прижимной внешний профиль оформляется декоративными крышками различной формы и цвета. Стеклопакет зажимается между внешним профилем и каркасом с помощью резиновых уплотнителей. Набор профилей стоек по толщине колеблется от 7 до 240 мм и дает возможность оптимального подбора стоек в зависимости от ветровой нагрузки. При остеклении применяется заполнение толщиной 6, 24 и 32 мм. Ширина лицевой поверхности составляет 50 мм. В витраж устанавливаются алюминиевые двери, створки различных типов открываний с ручными и автоматическими механизмами. С помощью ригельно-стоечных алюминиевых систем возводятся энергосберегающие навесные фасады защищающие здание от перепадов температур и влажности. В таких системах предусмотрена функция эффективного водоотведения: вода по ригельным поперечным соединениям стекает в вертикальные стойки и оттуда выводится наружу [4].



Рассмотрим примеры модификаций стоечно-ригельной фасадной системы. Первый вариант – это система «Структурное остекление» отличительная особенность которой состоит в отсутствии профилей по фасаду, то есть с внешней стороны видны стекло и швы шириной до 20 мм. Для проектирования фасадов из стеклопакетов большей площади используются стекла толщиной: внутренние – 6, 8, 12 и 14 мм, наружные – от 6 до 12 мм. С целью совершенствования монтажных работ стеклопакеты по периметру оснащаются U-образным профилем с приклеенной двусторонней клейкой лентой. К конструктивно-технологическим особенностям монтажа относятся: 1) направление монтажа (монтаж ведется с торца), 2) в пространство между стеклопакетами необходимо установить термоизолирующий материал, 3) наружный шов заделывается силиконовым герметиком или уплотнителем.

Другой модификацией стоечно-ригельной фасадной системы является система «Горизонтальная линия». Конструктивно-технологическое решение которой позволяет с помощью маскирующих планок выделить снаружи одно из направлений механического прижима стеклопакета – горизонтальное или вертикальное, соответственно в другом направлении фиксирующие стеклопакет планки заменяются на декоративный шовный уплотнитель или пространство между стеклопакетами заделывается шовным силиконовым герметиком. Кроме стандартных прижимных и декоративных планок с видимой шириной 50 мм применяют прижимной профиль с видимой шириной 38 мм. В системе используются стеклопакеты толщиной от 22 до 38 мм, применяются откидные окна типа «скрытая створка». Производство работ по остеклению и установке оконных блоков осуществляется снаружи здания.

Примером совершенствования фасадных систем витражного остекления является развитие от стоечно-ригельной до блочной. Применение в строительной практике элементного остекления открывает большие перспективы с точки зрения сокращения сроков строительства, обеспечения качества и безопасности монтажа, так как это полностью собранная в заводских условиях, готовая к монтажу конструкция, уже состоит или из глухого фасада или из глухого фасада и установленной в нем оконной системы. Габариты элементов рассчитываются исходя из архитектурных, объемно-планировочных и конструктивных особенностей здания, а также удобства изготовления, транспортирования и монтажа. Для обеспечения монтажа применяются подъемники или краны, наружные леса и подмости не требуются, так как при установке и закреплении модулей монтажники находятся на перекрытии. В соответствии с технологической картой звено монтажников из 6–8 человек возводит от 40 до 60 элементов фасада, что составляет 250–400 кв. м в день.

Далее рассмотрим входные группы, которые представляют собой две последовательно установленные двери с прилегающими к ним конструктивными элементами, выполняют функции теплового шлюза и украшают фасад здания. Входные группы подразделяются на распашные двери двупольные и одностворчатые (с верхним креплением доводчика), маятниковые или качающиеся двери (с вмонтированными доводчиками в полу), раздвижные двери с автоматическим открыванием (с использованием инфракрасных датчиков), двери револьверного типа или карусельные с автоматическим движением и их отключением (с использованием инфракрасных датчиков) при этом для выполнения требований правил пожарной безопасности используется система открывания «антипаника». К преимуществам входных групп, выполненных из алюминиевого профиля можно отнести: надежность, долговечность, огнестойкость, повышенную сопротивляемость коррозии и перепадам температур, высокую степень тепло- и звукоизоляции. Отметим, что, обладая высокими эксплуатационными характеристиками, алюминий является легким и одновременно прочным материалом, поэтому возможно проектировать большие по размеру конструкции с заполнением стеклом или стеклопакетом.

Зимние сады – это современное и комфортное решение с прозрачной крышей и стенами. Невесомое на вид, прозрачное сооружение может являться продолжением по-

мещения, значительно расширяя его границы, или представлять собой отдельно стоящее сооружение. Таким образом, различают варианты конструктивных решений зимнего сада: трехфасадный зимний сад, одной стороной примыкает к основному зданию; двухфасадный зимний сад, строится на углу дома; отдельностоящий зимний сад.

Технологические особенности монтажа витражных систем наружного ограждения зданий следующие. Необходимо изучить архитектурно-строительные и технологические чертежи строящегося объекта и при необходимости составить дополнительные разбивочные чертежи на основании исполнительной съемки. До начала монтажа необходимо провести испытание на прочность анкерного крепления с использованием фасадных дюбелей. Монтаж опорных креплений к стене и плитам перекрытий осуществляется только установленными во время предварительных испытаний анкерами. Монтаж секции витража в проектное положение производится креплением стоек к кронштейнам болтами при этом направление монтажа слева направо и снизу вверх. Крепление стоечно-ригельной системы осуществляется в проем или к несущим конструкциям здания. Стойки и ригели соединяются между собой при помощи алюминиевых закладных или на винтах. Заполнение фиксируется в раме или створке при помощи подкладок и закрепляется штапиком. Для герметизации соединений и заполнений применяются уплотнители. Конструкции, имеющие в плане окружность, выполняются прямыми участками с небольшим разворотом по радиусу.

Транспортировка и хранение светопрозрачного заполнения осуществляется в специальной таре, обеспечивающей одновременную опору всех стекол и исключаяющей их изгиб и искривление. Монтаж стекол (стеклопакетов) производится с помощью ручных вакуумных присосок или траверс, снабженных вакуум-присосками. Опорная грань стеклопакетов определяется по этикетке изготовителя, которая располагается в нижнем левом углу на дистанционной рамке и должна быть читаема из помещения. При установке заполнения не допускается соприкосновение стекла (стеклопакета) с алюминиевой конструкцией. В качестве изолирующих вставок между стеклом и профилем используются полимерные подкладки. Схема установки и вид подкладок приводится в сопроводительной документации на изделие. Способ крепления стекла (стеклопакета) зависит от типа конструкции, толщины заполнения и указывается в проектной документации.

Конструкции монтажных швов устанавливаются в рабочей документации на монтажные узлы примыкания оконных блоков. Заполнение монтажного зазора производится послойно с учетом температурных и влажностных условий окружающей среды, а также рекомендаций производителя изоляционных материалов. Выбор материала для внутреннего пароизоляционного слоя определяется видом отделки внутренних откосов. В качестве дополнительной отделки наружного или внутреннего слоя возможно применение декоративных нащельников.

Машины, механизмы и оборудование для монтажа светопрозрачных алюминиевых ограждающих конструкций выбираются по результатам технико-экономического сравнения комплектов в зависимости от условий стройплощадки, объемно-планировочных и конструктивных особенностей здания, массы и размеров монтируемых элементов, технологической последовательности монтажа и др. Рассмотрим следующие машины, механизмы и оборудование.

Для монтажа элементов витражных систем наружного ограждения с перекрытий и покрытия здания применяют, например, мини-кран MAEDA MC285CRME-2 (рис. 1). Грузоподъемность стрелового гусеничного мини-крана MAEDA MC285CRME-2 составляет 2,82 т, что превышает его собственный вес 2,12 т, ширина составляет 750 мм в транспортном положении, таким образом, его плоский корпус проходит в дверной проем.

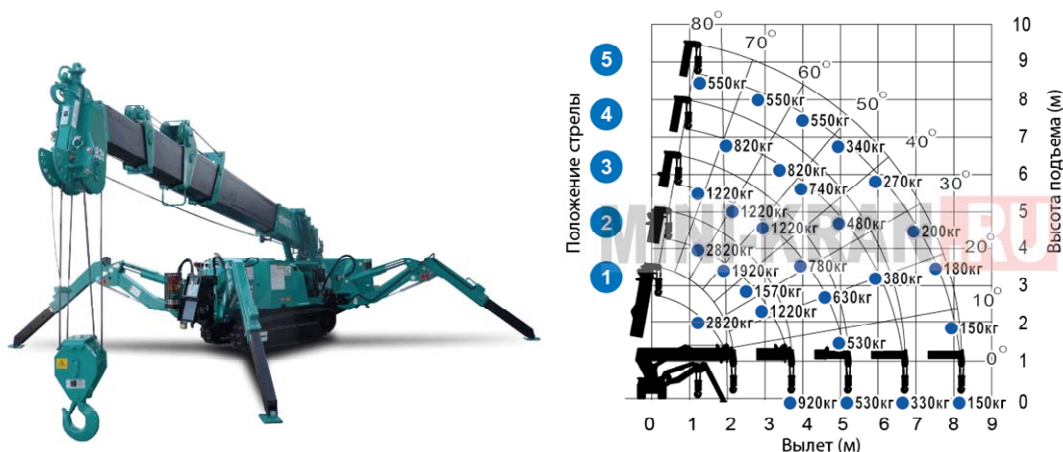


Рис. 1. Мини-кран MAEDA MC285CRME-2 [5]

Для монтажа элементов витражных систем наружного ограждения с фасада здания применяют строительные леса, фасадные подъемники и др.

Фасадные подъемники (люльки строительные) с электроприводом – это оборудование с помощью которого обеспечивается подъем двух рабочих, стройматериалов и инструмента непосредственно к месту выполнения работ по фасаду здания. Примером фасадного подъемника является модель ТП-11А. Основные технические характеристики: грузоподъемность – 300 кг, высота подъема – 150 м, скорость подъема – 5,5 м/мин., размеры рабочей площадки люльки – 3,515 × 1,315 × 1,915 м, масса подъемника в сборе (без канатов и кабеля) – не более 400 кг.



Рис. 2. Рабочая платформа HEK MCL T [6]

Мачтовые рабочие платформы являются наиболее перспективным направлением развития строительных подъемников. Двухмачтовые рабочие платформы обеспечивают рабочее место на высоте 350 м, а платформа шведской фирмы ALIMAK (рис. 2) достигает 645 м. В то время как для фасадных подъемников высота 150 м является предельной. Длина платформы обеспечивает свободное перемещение рабочих по горизонтали. При наличии мобильного основания платформа функционирует в качестве автономной сервисной части строительного объекта. Новейшие платформы обеспечивают снижение финансовых затрат за счет уменьшения числа мачт и узлов крепления, потребности в ремонте узлов крепления, времени монтажа. Кроме этого их транспортировка не так сложна, а монтаж не требует использования кранов, 2–3 монтажника устанавливают за день 30-метровую двухмачтовую систему.

При увеличении скорости перемещения платформы почти устраняется фактор громоздкости этого типа строительных подъемников.

В заключение отметим, что широкое применение витражных систем наружного ограждения зданий производственного и непроизводственного назначения объясняется рядом преимуществ. Применение витражных систем позволяет эффективно использовать общую площадь и строительный объем здания при этом снижать затраты на освещение, уменьшать теплопотери здания, обеспечивать шумоизоляцию, защищать материал стены от агрессивного влияния окружающей среды. Наружные ограждающие конструкции на основе алюминиевых профилей имеют небольшой вес, высокую прочность, устойчивость

к температурным колебаниям, коррозионную стойкость, повышенную пожаростойкость, при производстве работ позволяют выполнять «сухие» процессы, обеспечивают высокую скорость возведения конструкции, совместимы с применением различных стеклоизделий, гарантируют длительный безремонтный срок эксплуатации.

### Литература

1. Ленстройфасад: официальный сайт компании. – URL: <http://len-fasad.ru> (дата обращения: 22.03.2015).
2. Ленфасад: официальный сайт компании. – URL: <http://lenfasad.ru> (дата обращения: 22.03.2015).
3. Дьячкова О. Н. Анализ вариантов проектно-строительных решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) / Дьячкова О. Н., Юдина А. Ф. // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – № 2. – С. 115–122.
4. СТО 49299418-001-2006. Узлы примыканий оконных и дверных блоков, витражных конструкций к внешним ограждающим конструкциям. Технические условия: Стандарт организации / Общество с ограниченной ответственностью «Робитекс». – 3-я ред., изм. и доп. – М., 2007. – 175 с.
5. Mini-kran.ru: официальный сайт компании. – URL: <http://mini-kran.ru> (дата обращения: 22.03.2015).
6. Alimak Нек: официальный сайт компании Alimak Нек Group AB. – URL: <http://alimakhek.com> (дата обращения: 22.03.2015).

### УДК 658.5.338.3

*Андрей Николаевич Егоров*, д-р экон. наук,  
канд. техн. наук, профессор  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Михаил Львович Шприц*, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: [anrie2000@mail.ru](mailto:anrie2000@mail.ru), [mspric@mail.ru](mailto:mspric@mail.ru)

*Andrey Nikolaevich Egorov*, Dr of Economics,  
PhD of Tech. Sci., Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Mikhail Lvovich Shprits*, post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: [anrie2000@mail.ru](mailto:anrie2000@mail.ru), [mspric@mail.ru](mailto:mspric@mail.ru)

## К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### THE ISSUE OF QUALITY MANAGEMENT IN CONSTRUCTION

В статье рассмотрена проблема управления качеством в современных условиях строительства. Приводятся современные нормативные акты по обеспечению качества в строительстве: Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, актуализированные российские Своды правил, Национальные российские стандарты, Еврокоды – комплекс европейских стандартов для проектирования зданий и сооружений, для строительной продукции, Система менеджмента качества ISO 9001. Показано, что качество строительного-монтажных работ напрямую связано со сроками и стоимостью строительства и влияет на них. Предлагается широкое внедрение комплексной системы обеспечения качества, которая предусматривала бы, в том числе, оценку негативных условий строительного производства. Рассматривается научный подход к качественно-количественной оценке условий строительства.

*Ключевые слова:* строительство, крупные объекты, управление, обеспечение качества, планирование, контроль.

The article considers the problem of quality management in modern conditions of construction. Given current regulations on quality assurance in construction: Technical regulation on safety of buildings and structures, Russian updated set of rules of national standards, Eurocodes – a set of European standards for the design of buildings and structures, construction products, Quality Management System ISO 9001. It has been shown that the quality of construction and installation work directly interconnected and affect the construction time and costs. We offer a wide implementation of a complex quality assurance system that would provide for including an assessment of the negative conditions of building production. The scientific approach to the qualitative and quantitative assessment of building conditions.

*Keywords:* construction, large objects, management, quality assurance, planning, control.

Для успешного возведения крупных объектов необходимо организовать и хорошо отладить систему управления качеством строительства. Управление качеством при реализации объектов включает в себя комплекс действий, направленных на разработку общей политики качества, определение целей и ответственности за обеспечение приемлемых параметров качества, а также на обеспечение реализации принятых решений путем планирования, контроля, выработки и осуществления корректирующих мероприятий [1; 2].

Необходимо подчеркнуть, обеспечение качества объектов капитального строительства является важнейшим фактором, определяющим их механическую прочность, устойчивость, долговечность, функциональность и другие базовые требования, предъявляемые к современным зданиям и сооружениям.

В настоящее время, в условиях жесткой конкурентной борьбы за покупателя, иностранные и российские застройщики часто предъявляют повышенные требования к качеству объектов коммерческого назначения. Требуемый высокий уровень качества объектов строительства устанавливается на стадиях маркетинговых исследований и разработки концептуальных объемно-планировочных решений.

Следует подчеркнуть, важнейшие решения, касающиеся качества объекта, закладываются в процессе разработки концептуальных положений, а также в процессе проектирования и экспертизы будущего объекта строительства. Именно на стадии предварительных этапов принимаются ключевые решения о требованиях к качеству строительных и монтажных работ, к качеству применяемых материалов и изделий и эксплуатационным характеристикам оборудования. Контроль качества в процессе возведения объекта состоит, в основном, в обеспечении следования принятым проектным решениям и строительным нормам.

Нормативную основу обеспечения качества в строительстве составляют законодательные и нормативные документы Российской Федерации: Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержденный правительством РФ 20 июня 2010 г. (№ 1047-р), актуализированные российские своды правил (СНиПы), национальные российские стандарты, в том числе в состав которых входят адаптированные к нашим условиям Еврокоды – комплекс европейских стандартов (EN) для проектирования зданий и сооружений, для строительной продукции. Качество строительства объектов обеспечивается соответствием введенному в действие с 01.01.2013 г. в Российской Федерации межгосударственному стандарту ГОСТ ISO 9001–2011 «Система менеджмента качества. Требования», а также требованиям проекта возводимого здания, сооружения.

Формирование качества осуществляется на всех этапах проектирования и строительства объектов: разработки концептуальных решений, определении оптимального уровня качества объекта, проектировании объекта, изготовлении материалов, конструкций, деталей и изделий, производстве строительного-монтажных работ, монтаже оборудования и пусконаладочных работ. Таким образом, обеспечение качества – это комплексная проблема, включающая в себя действия всех участников реализации строительных проектов.

Для успешной реализации крупного строительного проекта необходимо внедрить комплексную систему обеспечения качества, учитывающую особенности этого проекта.

При разработке комплексной системы обеспечения качества строительства объекта на каждой его стадии необходимо установить четкую, налаженную систему планирования мероприятий по обеспечению качества, а также внутреннего и внешнего контроля за ходом строительства и соответствия достигнутых результатов требованиям проекта. Этот процесс включает в себя комплекс действий, направленных на разработку общей политики качества, определение целей и ответственности за реализацию приемлемых параметров качества, а постоянное совершенствование системы качества [3–6].

Отметим, условия реализации строительных проектов в настоящее время отличаются повышенной динамичностью, что негативно отражается на качестве строительства в виде отклонений от нормативных и проектных показателей возведения объектов капи-

тального строительства. Низкое качество влечет за собой целый ряд проблем – снижение стоимости объекта, повышение эксплуатационных расходов, снижение нормативной прибыли, потеря потенциальных покупателей. Дефекты в процессе строительства или во введенных в эксплуатацию объектах могут привести к очень большим затратам.

Результатом недостаточного контроля качества будут дополнительные расходы на всех стадиях строительства, задержки при вводе зданий в эксплуатацию, аварии на производстве, а в худшем случае – травмы и гибель людей. Существенно возрастают косвенные расходы на страхование, различные экспертизы и расследования, выплаты компенсаций и урегулирование ситуаций, что ведет к увеличению прямых затрат. Профессиональные менеджеры проектов должны стремиться к выполнению любой работы с первого раза и минимизации аварий и критических ситуаций на производстве.

Качество строительно-монтажных работ напрямую взаимосвязано и влияет на сроки и стоимости строительства, поскольку производственный брак, некачественные материалы и низкое качество СМР немедленно приводят к срывам сроков строительства и увеличению стоимости.

На процесс управления качеством влияет множество непредвиденных факторов. Во избежание нарушения качества на стадии планирования эти факторы необходимо максимально проработать и рассмотреть возможные компенсационные мероприятия.

Как уже отмечалось выше, строительное производство в современных условиях строительства весьма динамично. Как правило, в процессе возведения крупных объектов возникают негативные непредвиденные ситуации – негативные факторы влияния на ход строительства: ошибочные проектные решения, задержки или срывы поставок материалов и оборудования, ведущие к снижению проектного качества, скрытые дефекты при производстве строительно-монтажных работ и пр. Эти факторы могут существенно повлиять на разработанные проектные решения и потребовать срочного их пересмотра, в том числе в области контроля качества. Анализ полученных в ходе строительства объекта статистических данных также может потребовать срочного пересмотра и оптимизации принятой стратегии обеспечения качества.

Из изложенного выше можно сделать вывод, что обеспечение приемлемого качества в ходе реализации строительных проектов – динамический процесс, который зависит от множества факторов, на каждой стадии строительства должен подвергаться планированию, анализу, контролю и оптимизации со стороны руководства проекта.

Для обеспечения качества строительства организационно-технологическая подготовка должна начинаться с тщательного анализа факторов влияния негативных условий реализации строительного проекта. Каждый из факторов, в результате анализа, должен получить соответствующую количественно-качественную характеристику. Эта характеристика может носить относительный характер в сопоставлении с ординарными условиями производства, стандартами, нормами и правилами. В этом случае она будет характеризоваться отдельными коэффициентами, отражающими фактическое состояние определенного фактора условий производства в сопоставлении с вышеупомянутыми требованиями. Например, фактор соответствия политики предприятия в области качества для традиционных условий и требуемой политики в негативных условиях строительства может быть выражен отношением суммы затрат на вышеуказанную политику предприятия для ординарных условий к соответствующей сумме затрат для экстремальных условий. По каждому фактору условий строительства должен определяться его количественно-качественный показатель.

Рассмотренный подход в количественно-качественной оценке условий строительного производства отражает ту часть условий, которая соответствует традиционным, либо нормативным требованиям. При стопроцентном соответствии показатель качества условий производства, диктуемых определенным фактором, будет равен единице. В других случаях – меньше единицы и выражен коэффициентом с точностью до сотых. Негативная

часть условий производства может быть представлена в виде разности: единица минус фактическое состояние качества условий строительного производства по рассматриваемому фактору

Зная показатель негативной части качества условий производства по рассматриваемому фактору и степень ее влияния на результаты производственной деятельности (она принимается по статистическим данным, либо определяется расчетным путем), можно определить экономические потери от несоответствия рассматриваемых условий – требуемым условиям производства по рассматриваемому фактору. Они будут касаться дополнительной стоимости, увеличения трудовых затрат и снижения интенсивности производства.

Таким образом, внедрение комплексной системы управления качеством реализации строительного проекта, учитывающей особенности этого проекта, а также негативные факторы влияния условий производства, позволит успешно осуществлять возведение сложных проектов в установленные сроки, в рамках бюджета с соблюдением нормативного качества строительства.

### Литература

1. *Аристов О. В.* Управление качеством: Учебник / О. В. Аристов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 224 с.
2. *Егоров А. Н.* Управление качеством при экстренном строительстве по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций / А. Н. Егоров // Вестник гражданских инженеров. – 2005. – № 1(2). – С. 53–56.
3. *Егоров А. Н.* Организация и управление экстренным строительством / А. Н. Егоров, СПбГАСУ. – СПб., 2012. – 101 с.
4. *Егоров А. Н.* Оптимальное оперативно-производственное планирование строительства / А. Н. Егоров, М. Л. Шприц // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 1(48). – С. 97–101.
5. *Лукманова И. Г.* Менеджмент качества в строительстве / И. Г. Лукманова. – М.: МГСУ, 2001. – 262 с.
6. *Челнокова В. М.* Управление качеством: учеб. пособие / В. М. Челнокова, Н. В. Балберова, СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 135 с.

### УДК 624.134

*Александр Федорович Питулько*, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: alexxxp@mail.ru*

*Alexandr Fiodorovich Pitulko*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: alexxxp@mail.ru*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОМАТЕРИАЛОВ

### IMPROVING THE TECHNOLOGY OF APPLICATION OF GEOMATERIALS

Представлены основные геосинтетические материалы, включающие геотекстиль, геосетки и георешетки. Рассмотрены различные виды геотекстиля и такие его функции, как разделение, фильтрация, дренаж и армирование. Геосетки включают плетеные, вязаные и уложенные сетки. Основные области применения геосеток – это армирование грунтов и оснований при строительстве новых и реконструкции уже существующих объектов. Геосетки могут применяться для армирования конструктивных слоев дорожных одежд, балластного слоя железнодорожного полотна и армирования бетона, а также при строительстве площадок под контейнерные терминалы, портовые сооружения, аэродромы, складские комплексы, стоянки большегрузных автомобилей.

При укладке геосетки на выравненное и уплотненное песчаное основание возможно на 20–30 % уменьшить толщину балластного слоя из щебня. Георешетка представляет сотовую конструкцию из полиэтиленовых лент толщиной 1–2 мм, скрепленных между собой в шахматном порядке сварными высокопрочными швами. Георешетки применяются для армирования грунтов при осуществлении общестроительных работ, а также в транспортном, гидротехническом и других видах строительства. Применение георешеток необходимо также при наличии слабых или недоуплотненных естественных оснований.

*Ключевые слова:* геоматериалы, геотекстиль, геосетки, георешетки, разделение, фильтрация, дренаж, армирование, сотовая конструкция.

The article presents the main geosynthetics, including geotextiles, geonets, and geogrids. Examines various types of geotextiles and its features such as separation, filtration, drainage and reinforcement. Geogrids include woven, knitted and laid mesh. Main applications of geogrids is the reinforcement of soils and foundations during the construction of new and reconstruction of existing objects. Geogrids can be used for reinforcement of constructive layers of road clothes, the ballast of the railroad tracks and concrete reinforcement, and also at construction sites for container terminals, port facilities, airfields, warehouses, Parking of heavy vehicles. When laying of geogrid on leveled and a solid sand base maybe 20–30 % to reduce the thickness of the ballast layer of gravel. Geocell is honeycomb structure of polyethylene tapes with a thickness of 1-2 mm, bonded together in a staggered high-strength weld seams. Geogrids are used for reinforcement of soils in the implementation of civil works, as well as in transport, hydraulic and other types of construction. The use of geogrids is also necessary in the presence of weak or non-compacted natural grounds.

*Keywords:* geo-materials, geotextiles, geonets, geogrids, separation, filtration, drainage, reinforcement, honeycomb structure.

В сложных грунтовых условиях при осуществлении работ нулевого цикла применяются различные геосинтетические материалы, включающие геотекстиль, геосетки и георешетки.

В качестве сырья для геосинтетических материалов применяется полиамид (РА), полиэтилен (РЕ), полиэстер (РЕS) и полипропилен (РР). В целях обеспечения необходимых характеристик могут использоваться добавки (например, стабилизаторы), применяться оболочки из поливинилхлорида (ПВХ) и полиэтилена (РЕ).

Геотекстильный материал может быть нетканый, тканый, трикотаж и другие изделия плоской формы, выполненные из искусственных полимерных материалов.

При этом реализуются такие основные функции геотекстилей, как разделение, фильтрация, дренаж и армирование.

При укладке геосетки на выравненное и уплотненное песчаное основание появляется возможность на 20–30 % уменьшить толщину балластного слоя из щебня.

При армировании ремонтируемых участков дорог геосетка укладывается на старый слой асфальтобетонного покрытия с существующими трещинами. Геосетка принимает на себя горизонтальные напряжения и, тем самым, препятствует проникновению трещин из старого покрытия в новое.

При усилении существующей конструкции дорожной одежды на участках с колеиностью и выбоинами укладывается выравнивающий слой асфальтобетона. Затем на выравнивающий слой укладывается геосетка. Эффект устранения или значительного уменьшения колеиности и выбоин достигается за счет того, что сетка перераспределяет вертикальные локальные нагрузки на большую площадь поверхности. Этот же эффект проявляется при укладке георешетки под балластный слой щебня.

При армировании шва асфальтобетонного покрытия геосетка перекрывает шов асфальтобетонного покрытия.

При уширении участков дороги в местах сопряжения старого и нового участков часто возникают продольные трещины. Укладка сетки на эти участки способствует предупреждению трещинообразования.

При осуществлении ямочного ремонта поврежденные участки фрезеруют с перекрытием по периметру зоны повреждения не менее чем на 50 см. Затем укладывается сетка и асфальтобетон. Армирование геосеткой также устраняет или значительно замедляет разрушение участков дорог, проходящих над инженерными коммуникациями.

Георешетка используется в грунте для армирования различных конструктивных элементов сооружений. Георешетка представляет сотовую конструкцию из полиэтиленовых лент толщиной 1–2 мм, скрепленных между собой в шахматном порядке сварными высокопрочными швами. При растяжении в рабочей плоскости георешетки образуется устойчивый горизонтально и вертикально каркас, который предназначен для фиксации наполнителя (грунт, песок, щебень, бетон и т. п.)



Георешетка применяется для армирования грунтов при осуществлении общестроительных работ в условиях слабых грунтов, а также в транспортном, гидротехническом и других видах строительства:

- в качестве противозэрозионной защиты откосов крутизны при строительстве железнодорожных магистралей, путепроводов, мостовых переходов, тоннелей;
- для укрепления и озеленения прибрежной зоны водоемов и каналов, укрепления русел малых водотоков;
- при проведении ландшафтных работ, озеленении газонов парков, устройстве спортплощадок, автопаркингов, стройплощадок.

Благодаря изолирующей способности, георешетка предотвращает действие сдвигающих сил и бокового смещения материалов, обеспечивая равномерное распределение нагрузок в слабых грунтах и стабилизацию основания.

Георешетка создает прочную основу с определенной гибкостью, действуя подобно полужесткой плите, распределяя нагрузки в стороны и сокращая контактное давление. Высота слоев используемого материала может быть уменьшена на 50 % и более по сравнению с традиционными методами строительства. Вместо дорогостоящих привозимых материалов могут использоваться местные пески и гранулированные заполнители низкого качества.

Георешетка увеличивает угол трения между щебеночным заполнителем и стенкой ячейки, обеспечивая лучшее сцепление. Осуществляется более полное распределение нагрузок и стабилизация основания.

Перфорированная георешетка облегчает боковой дренаж грунтовых и поверхностных вод. Появляется большая устойчивость к внешним нагрузкам в условиях, когда почва становится водонасыщенной.

Георешетка создает боковой дренаж от ячейки к ячейке, уменьшая подтопление ячеек на заниженных участках.

Георешетка позволяет бетонному заполнителю течь через ячейки, увеличивая сопротивление трения между бетоном и стенкой ячейки, образуя модульную стяжку покрытия.

Перфорированная система из георешеток наилучшим образом подходит для устройства площадок складирования контейнеров, балластной призмы дорог, грунтовых подъездных путей, оснований для асфальтированных дорог, труб и водопроводов.

При укреплении подпорных стен георешетка, уложенная слоями способствует стабилизации грунта. Георешетка обеспечивает надежность целиком озелененного фасада стены. Горизонтальные террасы могут быть сформированы так, что растения будут развиваться во внешних ячейках. Внешняя открытая ячейка выполняется с неперфорированной стенкой для удержания дождевой воды, выполняя таким образом регуляцию подземных вод. При использовании георешетки строительство подпорных стен возможно с круто наклоненной лицевой стороной, устойчивость которой обеспечивается ее собственным весом, а также системой тросов и анкеров. Перфорированные ячейки, заполненные соответствующими материалами, удовлетворяют условиям функционирования дренажа и устраняют необходимость в разработке более сложной дренажной системы. Георешетка наилучшим образом подходит для укрепления откосов, береговых линий, насыпей и нестабильных оснований водонасыщенных грунтов [1].

При возведении насыпей на слабом основании возможны неравномерные осадки, что приводит к деформации грунтов и возводимых сооружений. Укрепление основания насыпи одним или несколькими слоями георешеток значительно уменьшает величину и неравномерность осадки таких оснований. Срок службы сооружения увеличивается, снижаются объемы ремонтных работ.

На откосах, склонах и водотоках, георешетка применяется для укрепления и стабилизации грунта, препятствуя его движению по откосу вниз.

При заполнении ячеек бетоном, георешетка превращается в гибкий бетонный массив со встроенными деформационными швами [2]. Отдельные или многослойные системы защиты выполняют широкий диапазон функций. Тросы используются для создания до-

полнительной устойчивости на более крутых откосах, водотоках, а также в тех случаях когда скальная поверхность предотвращает крепление системы с помощью якорей.

Якорь с тросами обеспечивает закрепление подошвы откоса или его гребня, при этом происходит укрепление таких откосов и склонов.

В некоторых случаях применение геосинтетических материалов необходимо для защиты уплотняемых слоев насыпей от механических повреждений при движении транспорта или воздействии уплотняющих средств.

Возможности георешеток приобретают большое значение при наличии слабых или недоуплотненных естественных оснований.

### Литература

1. Методические рекомендации по применению объемной георешетки типа «Геовиб» при сооружении автомобильных дорог в районах вечной мерзлоты Западной Сибири (для опытного строительства) / В. Д. Казарновский, С. Е. Гречищев, Е. С. Пшеничникова, Ю. Б. Шешин. – М., 2003. – 49 с.

2. *Баженов Ю.М.* Технология бетона / Ю.М.Баженов – М.: АСВ, 2003. – 500 с.

**УДК 69.624.01:691:692**

*Надежда Владимировна Розанцева,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: QQ\_89@list.ru*

*Nadezhda Vladimirovna Rozantseva,*  
post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: QQ\_89@list.ru*

## ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СКАТНЫХ ФАЛЬЦЕВЫХ КРОВЕЛЬ

### ENERGY AND RESOURCE SAVING TECHNOLOGY OF MOUNTING A PITCHED STANDING SEAM ROOFS

В статье обоснована необходимость внедрения новой технологии монтажа быстросборной фальцевой кровли на основе сравнительного анализа используемых материалов утеплителей по показателям долговечности, теплопроводности и энергоэффективности, зависимости технико-экономических показателей устройства металлической скатной кровли от унифицированности составляющих кровельного пирога и вида утеплителя. Технический результат заключается в повышении технологичности и качества устройства кровли, сокращении продолжительности сборки конструкции кровли и стоимости производства работ. Технология позволяет при установке на металлические стропила и ЛСТК отказаться от сварочных работ.

*Ключевые слова:* кровля, метод, монтаж, ограждающие конструкции, ресурсосбережение, теплоизоляция, технология.

The article substantiates the necessity of introducing the new technology of installation of prefabricated metal roof on the basis of the comparative analysis of technical and economic indicators of the device metal pitched roof from the commonality of the components of the roofing and the type of heat insulation. The technical result is to increase manufacturing of the device of a roof, reduce the duration of construction assembling of the roof.

*Keywords:* roof, method, installation, protecting designs, ecology, heat-insulation, technology.

Современные условия требуют при выполнении ремонта жилых и общественных зданий не только технологически грамотно провести ремонтные работы, но и повысить термическое сопротивление, уменьшив энергопотребление посредством дополнительного утепления стен, фасада и кровли. Потому при строительстве с нуля, при ремонте и модернизации осуществление теплоизоляции невозможно без использования эффективных материалов.

Замена кровельного покрытия, исчерпавшего свой ресурс, осложнена необходимостью проведения работ на высоте, в любое время года, необходимостью усиления несущей системы кровли при использовании традиционных систем утепления, а это в свою

очередь увеличивало нагрузку на несущие конструкции; необходимостью устройства системы подкровельной вентиляции, и сохранения исторических высотных отметок зданий. При этом существующие технологии устройства и ремонта кровель характеризуются большими трудовыми и финансовыми затратами, низкой производительностью работ.

Успешному решению этих вопросов в области нового строительства и реконструкции кровель будет способствовать внедрение новой экономически обоснованной технологии по устройству утепленной вентилируемой металлической кровли с применением современного теплоизоляционного материала, обеспечивающего сокращение теплопотерь через покрытие верхнего этажа; и позволяющую более рационально использовать подкровельное пространство в жилых и хозяйственных целях и, тем самым, снизить уровень влияния температурных колебаний на большую часть покрытия кровли, улучшить комфортность проживания на верхних этажах, снижая температурные перепады внутренней части покрытия потолка, предотвращая образование конденсата и влагонакопления в смонтированных элементах кровли благодаря циркуляции воздуха в вентиляционных каналах, исключая протечки и промерзание, снижение затрат труда с одновременным повышением качества работ и срока службы кровель в период эксплуатации здания применением менее трудоемких способов крепления кровельной системы, унификации строительных деталей.

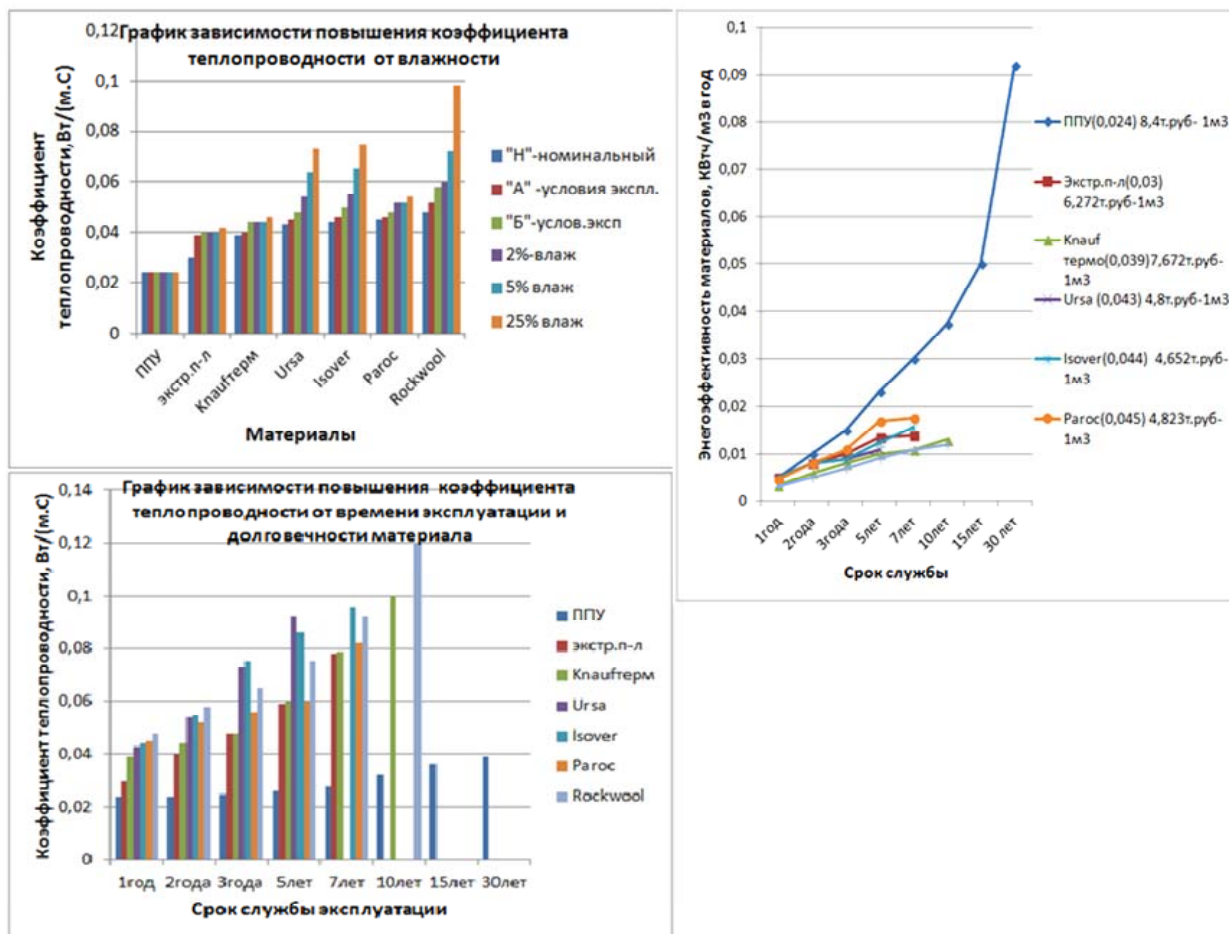


Рис. 1. Графики зависимости энергоэффективности различных материалов утеплителя от влажности, времени эксплуатации и долговечности материала

Выбор материала утеплителя, оказывает существенное влияние на технологию монтажа. Долговечность и стабильность теплофизических, а также физико-механических свойств теплоизоляционного материала для кровли влияет на эксплуатационную надеж-

ность конструкции, требования экологической и пожарной безопасности, и теплотехническую эффективность кровли (рис. 1).

Основные факторы, влияющие на долговечность материала [1]:

- перемена влажности и температуры в зависимости от сезона (зима-лето); диффузионное и капиллярное увлажнение крыши;
- воздействие механических нагрузок, в том числе воздействие ветровых и снеговых нагрузок.

Значения расчетного коэффициента теплопроводности волокнистых теплоизоляционных материалов, включенных в приложение 3 СП П-3-79\* для условий эксплуатации А превышает его значение в сухом состоянии в 1,1–1,15 раза, а для условий эксплуатации Б – в 1,2–1,25 раза, при этом значение теплопроводности большинства утеплителей изменяется за период эксплуатации.

При длительной эксплуатации, соответствующей 30-летнему периоду, изменение коэффициента теплопроводности пенополиуретана составляет около 30 %, что значительно ниже, чем у всех существующих теплоизоляционных материалов, применяемых в строительстве [2].

Произведя расчет по критерию оценки энергоэффективности материалов утеплителя при одинаковом сроке долговечности по формуле, предложенной Пастушковым П. П. [3]:

$$E_{ут} = \frac{T_{доп}}{C_{ут}}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – расчетная теплопроводность теплоизоляционного материала Вт/(м·°С),  $C_{ут}$  – стоимость теплоизоляционного материала, руб./м<sup>3</sup>, было выявлено, что различные материалы могут иметь одно и то же значение энергоэффективности, особенно на первоначальных годах эксплуатации за счет разницы в цене и расчетной теплопроводности.

Пенополиуретан экологически безопасен, при его производстве не используются фреоны, материал обладает низкой гигроскопичностью и теплопроводностью, относится к трудновоспламеняемым самозатухающим материалам (Г2), по требованиям пожарной безопасности [2], в качестве утеплителя может быть использован модифицированный пенополиуретан-пенополиизоцианурат (Г1 – Г2), а между слоем армирующего покрытия из стеклоткани и пенополиуретана (пенополиизоцианурата) может располагаться слой каменной ваты. Свод правил СП 17.13330.2011 «Кровли» не ограничивает область применения пенополиуретана при устройстве кровель.

В связи с тесной взаимосвязью между плотностью пенополиуретана и его ценой, был произведен экспериментальный подбор оптимальной плотности материала, что позволило использовать материал меньшей плотности 38–42 кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda = 0,022–0,024$  Вт/м<sup>2</sup>К, за счет введения пространственного каркаса из базальтового волокна или фанеры с огнестойкой пропиткой и покрытием из стеклоткани (НГ) и создания «термопанелей» с механической прочностью, достаточной, чтобы воспринимать все виды длительных статических и динамических воздействий. Пенополиуретан, в отличие от других утеплителей, обладает хорошей адгезией к другим строительным материалам и является не только связующим между обшивками и каркасом, но выполняет одновременно несущие и ограждающие функции, проявляя демпфирующие способности.

В данной технологии часть технологических операций была перенесена в заводские условия (пробивка установочных отверстий в стропилах и «термопанелях»), за счет чего сократилась трудоемкость, и повысилась бездефектность и скорость монтажа [4]. За счет разработанной дюбельной системы монтажа, основными строительными процессами в предложенной технологии являются процессы «сухой» сборки «термопанелей» полной заводской готовности с применением типовых узлов соединений на основе дюбелей.

Вспомогательными строительными процессами в разработанной технологии являются подготовительные, изоляционные и контролирующие качество операции. Преимущества данного способа в простоте, точности и продолжительности монтажа, который

может осуществлять звено из 3-х кровельщиков 2–3 разряда. Отсутствие необходимости применения сварки, соединения узлов «вслепую» позволяет эффективно вести монтаж, и с высокой точностью.

Для установки на металлические стропила и стропила из ЛСТК, а также для предотвращения возможности образования «мостиков холода», был использован полиамидный крепеж, или использовались металлические шпильки с полиамидными втулками (в том числе и с металлическими вкладышами) и колпачковыми гайками из гомополимеров и сополимеров обладающих высокой термической устойчивостью, и механической прочностью, с рабочим перепадом температур от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+160\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В результате проведенного системного анализа предлагаемой технологии устройства кровли была выявлена зависимость снижения удельной трудоемкости установки кровли от повышения степени унификации элементов кровли, соответственного уменьшения числа трудовых операций, удобства и простоты их соединения между собой вручную малым звеном из 1–2 рабочих невысокой квалификации. Технологичность процесса обеспечивает оптимальные затраты труда, базируется на унификации изделий и предполагает соответствующую эффективность сборочных работ.

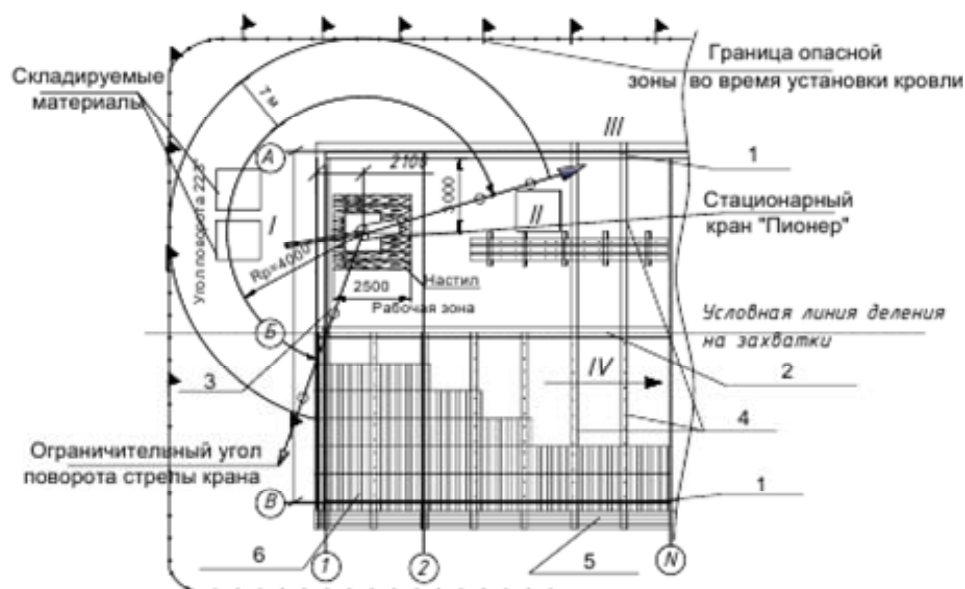


Рис. 2. Последовательность монтажа «термопанелей» (работа крана должна быть завершена до начала установки «термопанелей»):

I – подъем материалов на монтажный горизонт; II – складирование стропил, панелей, и крепежных элементов; III – установка мауэрлатов, затяжек, лежней, стоек и стропил в проектное положение; IV – установка «термопанелей»; 1 – мауэрлат, 2 – коньковый прогон, 3 – затяжка, 4 – стропила, 5 – подшивка свеса, 6 – «термопанели»

Одним из основных показателей технологичности является трудоемкость изготовления (сборки) изделия. Автором выполнено сравнение традиционной и предлагаемой технологий по унификации и сборности изделия, подтвердившее преимущество последней.

Показатель унификации элементов кровли

$$K_y = \frac{E_z + E_n}{E_z + E_n + E_{op}} = \frac{1}{1 + E_{op}} \quad (2)$$

где  $E_z$ ,  $E_n$ ,  $E_{op}$  – сборочные единицы в количественном измерении: заводского изготовления, покупные в торговых сетях, оригинальные и доработанные из стандартных заготовок, для общепринятой технологии он составил 14 %, для разработанной 50 %.

Коэффициент сборности изделия:

$$K_{сб} = \frac{E}{E+D},$$

где  $E$  – число сборочных единиц в изделии,  $D$  – общее число деталей, за исключением вошедших в сборочные единицы и крепежных деталей. Для разработанной технологии  $K_{сб} = 0,9$ , для стандартной  $K_{сб} = 0,57$ .

Улучшение конструктивных свойств непосредственно влияет на производительность труда, основными показателями которой являются выработка и трудоемкость.

На основе этого разработана формула производительности:

$$П = (V \cdot K_{сб} / T_{чел} \cdot K_{исп}), \quad (3)$$

где  $П$  – производительность труда,  $V$  – объем выполняемых работ,  $K_{сб}$  – коэффициент сборности,  $T_{чел}$  – трудоемкость в чел-часах,  $K_{исп}$  – коэффициент использования человеческих ресурсов. Производительность труда по общепринятой технологии составила 13%, а для разработанной 55%.

И определен уровень производительности:

$$У_{п} = \frac{П_{к}}{П_{с}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $У_{п}$  – уровень производительности,  $П_{к}$  – производительность по классической технологии,  $П_{с}$  – производительность разрабатываемой технологии.

Эффективность конструктивных и технологических решений оцениваются прогнозированием затрат на стадиях строительства, подготовки и обеспечения машинами и механизмами, их содержания и ремонта, а также на стадии реконструкции и ремонта, демонтажа и утилизации элементов кровли.

Для экономической оценки без учета продолжительности сравниваемых технологий воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_{п} = (C1 - C2) - E_{н} (C1 - C2),$$

где  $\mathcal{E}_{п}$  – экономический эффект:  $(C1 - C2)$  – разница в себестоимости строительно-монтажных работ по сравниваемым вариантам, в которой отражаются только затраты, меняющиеся в зависимости от принятых решений;  $E_{н}$  – нормативный коэффициент эффективности, представляющий собой величину, обратную сроку окупаемости капитальных вложений;  $(K1 - K2)$  – разница в стоимости необходимых для осуществления строительства основных и оборотных производственных фондов (орудия и предметы труда) [5].

Аналитическим и экспериментальным путем установлено, что традиционная технология, требует более значительных трудозатрат.

Сравнение трудозатрат традиционной и предлагаемой автором технологии устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли на основе унифицированных быстросборных элементов выполнялось для 5-этажных жилых домов серии 1-434 с площадью кровель 394 м<sup>2</sup>:

– по общепринятой технологии затраты труда составили 2417,16 чел/ч, продолжительность работ 54 дня.

– по новой технологии составили 1287,82 чел./ч при продолжительности производства работ 34 дня.

Новая технология является наиболее эффективной, сокращает трудозатраты на 46,72 %, повышает производительность труда, сокращает сметную стоимость на 57 %, по сравнению с общепринятой, является промышленно применимой, не требует разработки нового оборудования и материалов.

Технология устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли на основе унифицированных быстросборных элементов, обладающих невысокой нагрузкой на несущие конструкции, характеризуется высокой технологичностью (показатель унификации конструкции кровли и коэффициент ее сборности), позволяющей существенно сократить трудозатраты, продолжительность и стоимость кровельных работ, повысить энергоемкость, качество работ за счет бездефектной ее собираемости, ремонтпригодность и срок службы элементов кровли, отказаться от сварочных работ при установке на металлические стропила за счет использования дюбельной системы, процесса устройства кровли, снизить вероятность появления «мостиков холода», и повреждения кровельной системы от ветровой и снеговой нагрузок.

### Литература

1. *Белевич В.Б.* Кровельные работы / В. Б. Белевич. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 2002. – 461 с.
2. *Бобряшов В. М.* Методы оценки расчетных значений физико-технических свойств эффективной теплоизоляции / В. М. Бобряшов, В. В. Бобряшов. – Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 3. – С. 40–43.
3. *Пастушков П. П.* Влияние влажностного режима ограждающих конструкций с наружными штукатурными слоями на энергоэффективность теплоизоляционных материалов: автореф. ... дисс. канд. техн. наук: 05.23.03/ П. П. Пастушков. – М., 2013. – С. 10.
4. *Юдина, А.Ф., Розанцева Н.В.* Способ соединения фальцевой кровли со стропилами и утеплителем: патент № 2533463 от 19.09.2014 // Официальный бюллетень ФИПС. – 2014. – № 32.
5. *Технология строительного производства / С. С. Атаев, Н. Н. Данилов, Б. В. Прыкин и др.* – М.: Стройиздат, 1984. – С. 43.

### УДК 69.624.01:691:692

*Вера Михайловна Челнокова*, канд. техн. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Ксения Юрьевна Мазнева*,  
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: ver-m@list.ru, kmazneva@yandex.ru*

*Vera Michailovna Chelnokova*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Ksenia Yur'evna Mazneva*,  
post-graduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: ver-m@list.ru, kmazneva@yandex.ru*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ НА СТАДИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

## DETERMINING THE DURATION OF THE WORK PERFORMED AT THE PRELIMINARY PLANNING STAGE

В статье приведен пример определения продолжительности выполнения работ на стадии предварительного планирования при недостаточных исходных данных, что существенно для планирования работ при комплексном освоении территории. Рассмотрен вариант, когда количество и размеры захваток у различных видов работ и по каждому виду различны.

*Ключевые слова:* календарной планирование, комплексное освоение территории, недостаточность исходных данных.

The article is an example of determining the duration of works at the stage of preliminary planning with insufficient raw data, which is essential for planning work in the integrated development of the territory. A variant, when the number and sizes of grips for different types of work and different for each species.

*Keywords:* scheduling, integrated development of the territory, lack of baseline data.



Капитальному строительству отводится одна из ведущих ролей в практическом осуществлении задач социально-экономического развития страны. Работы по улучшению строительного комплекса должны быть направлены на ускорение ввода в эксплуатацию производственных мощностей, объектов социально-культурного и бытового назначения, существенное улучшение качества строительных объектов. Одним из средств интенсификации строительного производства является совершенствование разработки организационно-технологической документации. Календарные планы, как часть такой документации, имеют особое значение для решения задачи возведения объектов в строго нормативные сроки.

Многолетний анализ опыта планирования показывает, что календарные планы, входящие в состав проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), в большинстве своем, составляются с недостаточной степенью детализации и не в полной мере адекватны реальным производственным условиям. Основной причиной чего является отсутствие достоверной и достаточной исходной информации и недостаточность методик разработки календарных планов в условиях недостаточности исходных данных. Особенно остро подобный вопрос стоит при создании проектной документации на проекты комплексного освоения территории (КОТ), завоевывающие в последнее время все большую популярность на рынке жилищного строительства России в целом и Санкт-Петербурга в частности.

В связи с особенностями КОТ на стадии предварительного планирования, то есть при разработке ПОС отсутствуют, как правило, проектно-сметная документация на часть объектов, данные о материально-технических, а так же трудовых ресурсах подрядных организаций. В связи с чем не могут быть полноценно применены существующие методики календарного планирования [1–3].

Достаточно эффективным является использование в качестве исходных данных типовых календарных планов на аналогичные объекты и комплексы, а также использование календарных графиков, составленных в ходе производства работ по фактическим данным. Однако при разработке организационно-технологической документации на объекты и комплексы, не имеющие аналога, к началу расчета не всегда можно получить информацию в полном объеме, кроме того, обоснованное формирование бригад может проводиться в процессе разработки ПОС и ППР. основой для расчетов в таком случае являются различные нормы.

При разработке ПОС и ППР проектов комплексного освоения территории продолжительность строительства зданий определяется по национальному стандарту СНиП 1.04.03-85\* [4], в котором имеются данные по различным периодам строительства (подготовительный период, сооружение подземной части здания, возведение надземной части, отделочные работы). Однако, для детализации календарного графика до работ, осуществляемых бригадами или звеньями на частных фронтах (захватках), требуется определить продолжительность каждого вида работ, выполняемого бригадой.

Отображение на графике общего периода строительства без разбивки общего фронта на частные и без обоснованной совмещенности в организации работ не соответствует действительному производству работ. Приближением к реальному ходу производства работ может стать построение календарных планов на основе предположения о равенстве продолжительностей различных видов работ, оказывающих влияние на общую продолжительность строительства (при отсутствии дополнительных ограничений). Расчетная интенсивность работ определяется из условия достижения нормативной продолжительности возведения объекта с учетом разбивки его на захватки по видам работ.

Задача ставится следующим образом: имеются данные о нормативной или директивной продолжительности строительства объекта ( $T_n$ ), о составе и последовательности выполнения видов работ на объекте, о разбивке общего фронта работ на частные и о возможности начала каждого последующего вида работ после завершения предыдущего на соответствующих частных фронтах. Требуется определить продолжительности выполнения видов работ на объекте и частных фронтах (захватках).



В зависимости от конструктивных и технологических особенностей отдельных объектов могут быть следующие варианты разбивки общего фронта на частные:

- количество и размеры захваток у разных видов работ одинаковые;
- количество и размеры захваток у разных видов работ разные, но по каждому виду размеры захваток равны;
- количество и размеры захваток у различных видов работ и по каждому виду различны.

Рассмотрим третий вариант на примере, когда не совпадают границы захваток у разных видов работ в разное время.

Организация таких потоков и расчет их при известных продолжительностях выполнения работ рассмотрен в работе [5]. Автором предложено отображение потоков на нормальной матрице, которая вычерчивается в масштабе, соответствующем реальным размерам и расположению частных фронтов. Для расчета в работе предложены нормализованные матрицы, учитывающие соотношения между реальными частными фронтами, но не их размеры. Нормализованные матрицы представляют собой обычную расчетную таблицу, в строках которой вписаны продолжительности выполнения работ на захватках. Указано, что переформирование нормальных матриц в нормализованные может проводиться по различным принципам, из которых можно выделить следующие:

- принцип исчерпания работ последующих видов;
- принцип немедленного выполнения работ предыдущих видов;
- принцип дополнительной группировки работ.

Рассмотрим метод формирования разноритмичных потоков на примере, приведенном в работе [5]. На рис. 1 представлена нормальная матрица с разбивкой на захватки по видам работ. Переформирование матрицы произведено при комбинации двух указанных принципов: принцип дополнительной группировки работ и принципа исчерпания работ последующих видов. Таким образом, нормализация матрицы заключается в следующем: работы последующего вида работ выполняются по мере окончания работ предыдущего вида на смежных частных фронтах. Если смежными для работы являются не один, а несколько частных фронтов, и приступить к ее выполнению возможно только после окончания работ на всех смежных фронтах, производится дополнительная группировка, то есть суммирование продолжительности работ на захватках.

ОФР	Виды работ			
	1	2	3	4
Частные фронты работ	t <sub>11</sub>	t <sub>21</sub>	t <sub>31</sub>	t <sub>41</sub>
	t <sub>12</sub>	t <sub>22</sub>		t <sub>42</sub>
	t <sub>13</sub>		t <sub>23</sub>	t <sub>32</sub>
	t <sub>14</sub>	t <sub>24</sub>	t <sub>33</sub>	t <sub>44</sub>
	t <sub>15</sub>	t <sub>25</sub>		t <sub>34</sub>

Рис. 1. Матрица сложной организации работ

В полученной нормализованной матрице (рис. 2) принимаем продолжительности выполнения работ на захватках  $t$ .

ОФР		Виды работ			
		1	2	3	4
Частные фронты работ	I	$t_{11}$	$t_{21}$	0	0
	II	$t_{12}+t_{13}$	$t_{22}$	$t_{31}$	$t_{41}+t_{42}$
	III	0	$t_{23}$	$t_{32}$	$t_{43}$
	IV	$t_{14}$	$t_{24}$	$t_{33}$	$t_{44}+t_{45}$
	V	$t_{15}$	$t_{25}$	$t_{34}$	$t_{46}$

Рис. 2. Нормализованная матрица

Тогда условная матрица будет состоять из коэффициентов  $k_j$ , равных 1 (таблица).

Условная матрица

ОФР	1	2	3	4
1	0 1 1	1 2 1	0	0
2	1 2 1	2 3 1	3 4 1	4 5 1
3	0	3 4 1	4 5 1	5 6 1
4	2 3 1	4 5 1	5 6 1	6 7 1
5	3 4 1	5 6 1	6 7 1	7 8 1

Определим  $t$ , если  $T_H = 88$  дней:

$$t = \frac{T_H}{K};$$

$$t = \frac{88}{8} = 11 \text{ (дней)}$$

В исходной матрице (см. рис. 1) продолжительности работ на захватках будут равны:

$$t_{11} = t_{12} = t_{41} = t_{42} = t_{44} = t_{45} = \frac{t}{5} = 5.5 \text{ (дней)}$$

остальные

$$t_{ij} = t = 11 \text{ (дней)}$$

Разработка календарных планов в составе ПОС и подбор бригад по найденным с помощью разработанных алгоритмов продолжительности выполнения работ приводит к созданию поточной организации работ с одинаковой интенсивностью выполнения разнотипных работ. При такой организации сводится к минимуму простои бригад и фронтов работ, увеличивается производительность труда, и улучшаются технико-экономические характеристики строительства.

## Литература

1. *Афанасьев В. А.* Поточная организация строительства / В. А. Афанасьев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 303 с.
2. *Болотин С. А.* Организация строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. – М.: Академия, 2007. – 208 с.
3. *Челнокова В. М.* Планирование поточной организации работ при комплексном освоении территории / В.М. Челнокова // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 3(38). – С. 107–112.
4. СНиП 1.04.03-85\*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений / Госстрой СССР. – Введен 08.01.1985, изменен 28.10.2002.
5. *Афанасьев В. А.* Проектирование организации сложных комплексов работ: уч. пособие / В. А. Афанасьев. – Л.: ЛИСИ, 1981. – 56 с.

### УДК 69: 003.12

*Антонина Федоровна Юдина*, д-р техн. наук,  
профессор

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Виталий Дмитриевич Лихачев*, канд техн. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

E-mail: [tsp@spbgasu.ru](mailto:tsp@spbgasu.ru), [tsp@spbgasu.ru](mailto:tsp@spbgasu.ru)

*Antonina Fedorovna Judina*, Dr of Tech. Sci.,  
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Vitaly Dmitrievich Likhachev*, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

E-mail: [tsp@spbgasu.ru](mailto:tsp@spbgasu.ru), [tsp@spbgasu.ru](mailto:tsp@spbgasu.ru)

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «МОНТАЖНИК БЕТОННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ»

### DEVELOPMENT OF THE PROJECT THE PROFESSIONAL STANDARD “THE INSTALLER OF CONCRETE AND METAL STRUCTURES”

Рассмотрены основные положения по разработке проекта профессионального стандарта «Монтажник бетонных и металлических конструкций». Распределение трудовых функций по квалификационным уровням в предлагаемом проекте осуществлялось на основании нормативно-технических документов, технологических карт на производство монтажных работ и сведениях о перспективах развития монтажных работ. Профессиональные стандарты необходимы для подготовки квалифицированных кадров, а также в качестве рекомендаций для практической помощи работодателям, организациям профессионального образования и другим профессиональным сообществам в области строительства.

*Ключевые слова:* обобщенная трудовая функция, вид трудовой деятельности, квалификационный уровень, квалификация, компетенция, трудовая функция.

The article considers the basic provisions and guidelines for the drafting of professional standard “assembling concrete and metal structures”. Allocation of labor functions and their distribution by qualification levels in this project was carried out on the basis of regulatory and technical documents, flow charts for production and installation works and particulars about the prospects of installation. Professional standards are needed for the training of qualified personnel, as well as recommendations for the practical assistance to employers, organizations, vocational training and other professional communities in the field of construction.

*Keywords:* generalized labor function, type of work, level of qualification, qualification, competence, work function.

Необходимость разработки и введения профессиональных стандартов определена Указом Президента РФ № 597 от 7 мая 2012 г. «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики».

Профессиональные стандарты являются новым инструментом определения квалификаций и компетенций участников профессиональной деятельности. Это нормативный и методический документ, который определяет требования к профессиональным знаниям, умениям, навыкам, компетенции работников по различным квалификационным уровням в определенной области профессиональной деятельности.

Профессиональные стандарты необходимы для разработки стандартов профессионального образования, должностных инструкций, программ профессиональной подготовки и переподготовки, повышения квалификации работников, проведения сертификации и должностной аттестации работников отрасли, процедур стандартизации, унификации в рамках экономической деятельности и т. п.

Структура профессионального стандарта обусловлена методом, используемым для его разработки, который в международной практике получил название «функциональный анализ», который предполагает проведение анализа содержания трудовой деятельности, выявление конкретных трудовых функций и установление требований к компетенциям работника, необходимым для выполнения этих функций.

Профессиональный стандарт состоит из отдельных элементов – трудовых функций или компетенций. Компетентность отождествляется с понятием «квалификация», которая характеризует уровень знаний, умений и навыков, степень осведомленности специалиста в своей профессиональной деятельности и зависит от полученных знаний и навыков в процессе обучения и повышения квалификации, а также профессионального опыта, приобретенного в процессе практической деятельности.

Трудовые функции распределяются по уровням квалификаций (требований к компетенциям работников) в соответствии с отраслевыми и национальными требованиями, отражающими специфику профессиональной деятельности в конкретной отрасли.

В связи с увеличением объемов жилищного строительства, объектов социально-культурного, бытового и промышленного назначения возникает острая необходимость в обеспечении строительных организаций квалифицированными рабочими кадрами, обладающими высокой профессиональной компетентностью.

Профессиональная компетентность является мерой соответствия знаний, умений и навыков лиц уровню сложности выполняемой работы и способностью выполнять определенные трудовые функции.

К рассмотрению профессиональным сообществом был предложен проект профессионального стандарта монтажника бетонных и металлических конструкций, разработанный преподавателями кафедры технология строительного производства СПбГАСУ, в котором выделены обобщенные трудовые функции выполнения подготовительных и основных работ при монтаже металлических и сборных бетонных и железобетонных конструкций с отражением требований безопасности труда и охраны окружающей среды.

При разработке проекта профессионального стандарта учитывались особенности профессиональной деятельности монтажников, сведения о используемых монтажных механизмах, оснастки, оборудования, инструментов способов сборки, заделки стыков, сварных и болтовых соединений при непосредственном выполнении монтажных работ в процессе установки бетонных и металлических конструкций.

Выделение трудовых функций и распределение их по уровням квалификации осуществлялось на основе анализа нормативно-технических документов и профессиональной деятельности рабочего монтажника бетонных и металлических согласно принятой в настоящее время системе кодификации трудовой занятости соответствующей этой категории рабочих.

Разработка проекта профессионального стандарта монтажника бетонных и металлических конструкций осуществлялась в следующей последовательности:

– анализ нормативной, методической, учебной и технологической документации, состояния и перспектив развития вида профессиональной деятельности с учетом отечественных и международных тенденций, проведение опроса работников строительных организаций;

– организация профессионально-общественного обсуждения проекта профессионального стандарта, размещение информации о ходе разработки профессионального стандарта в СМИ и на сайте СПбГАСУ, сбор, анализ и систематизация замечаний и предложе-

ний по совершенствованию проекта профессионального стандарта «Монтажник бетонных и металлических конструкций»;

– доработка и согласование проекта профессионального стандарта «Монтажник бетонных и металлических конструкций» и представление его для утверждения в Министерство труда и социальной защиты РФ.

В работе по разработке проектов профессиональных стандартов для рабочих, специалистов и руководителей в области строительства, принимали активное участие преподаватели нашего университета в диалоге с профессиональным сообществом. Профессорско-преподавательский состав кафедры технологии строительного производства принимал непосредственное участие в разработке проектов профессиональных стандартов «Бетонщик», «Арматурщик», «Монтажник бетонных и металлических конструкций».

### Литература

1. *Прянишников О. Д.* Профессиональные стандарты: принципы формирования, назначения и структура: методическое пособие [Электронный ресурс] / О. Д. Прянишников, А. Н. Лейбович. – Центр изучения проблем профессионального образования. Материалы и публикации. – URL: <http://www.cvets.ru/materials.html>.
2. Макет профессионального стандарта. Проект / Агентство стратегических инициатив. – URL: [http://www.asi.ru/upload\\_docs/news/Maket-PS2.pdf](http://www.asi.ru/upload_docs/news/Maket-PS2.pdf).
3. Положение о Профессиональном Стандарте [Электронный ресурс] / Российский союз промышленников и предпринимателей. – М., 2007. – URL: <http://www.nark-rspp.ru>.
4. Методика разработки профессиональных стандартов [Электронный ресурс] / Национальное агентство развития квалификаций, Российский союз промышленников и предпринимателей. – М., 2008. – URL: <http://www.nark-rspp.ru>.

## **СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТРОЛОГИИ**

### **УДК 691.17**

*Лариса Юрьевна Матвеева*, д-р техн. наук,  
профессор

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Наталья Викторовна Орлова*, соискатель,  
ассистент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: lar.ma2011@yandex.ru, onvgasu@gmail.com*

*Larisa Yuryevna Matveeva*, Dr of Tech. Sci.,  
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Natalia Viktorovna Orlova*, external PhD student,  
teaching assistant

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: lar.ma2011@yandex.ru, onvgasu@gmail.com*

## **НАПРАВЛЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ И КОМПОЗИТОВ С УЧЕТОМ ЕЕ ИЕРАРХИИ**

### **CONTROL DIRECTION OF THE SUPRAMOLEKULAR STRUCTURE OF POLUMERIC BINDERS AND COMPOSITES TAKING INTO ACCOUNT ITS HIERARCHY**

В статье обсуждается проблема направленного регулирования свойств путем модификации надмолекулярной структуры полимерных связующих и композитов с учетом ее иерархии. Управление структурообразованием полимеров и введение модифицирующих добавок необходимо осуществлять с учетом конкретных иерархических структурных уровней. Характеристики полимерных материалов связаны с дефектами структуры, которые также имеют иерархическую закономерность. Приведена классификация структурных дефектов. Большое значение в упрочнении и регулировании прочностных характеристик имеет первичный структурный уровень (наноуровень) надмолекулярных образований.

*Ключевые слова:* полимеры, реактопласты, композиты, надмолекулярная структура, модификаторы, иерархия, дефекты.

The article discusses the problem of directional control by modifying the properties of the supramolecular structure of polymer binders and composites because of its hierarchy. Management structure formation of polymers and the introduction of modifying additives must be performed with regard to the specific hierarchical structural levels. Characteristics of polymeric materials associated with structural defects, which also have a hierarchical pattern. The classification of structural defects is provided. Of great importance in the strengthening and regulation of the strength characteristics has a primary structural level (nanolevel) supramolecular structures.

*Keywords:* polymers, thermosets, composites, molecular structure, modifiers, the hierarchy, defects.

## Введение

Несмотря на бурное развитие науки о полимерах, на сегодняшний день нерешенной остается проблема направленного регулирования надмолекулярной структуры при получении конструкционных строительных материалов с заданными свойствами. Не установлено, какие методы и приемы воздействия на структуру материала и композита предпочтительны и эффективны в тех или иных технологических условиях и при их эксплуатации. Эти нерешенные и другие проблемы уменьшают эксплуатационные возможности конструкционных полимерных материалов и композитов, снижают их эффективность, а в конечном счете, препятствуют широкому внедрению новых прогрессивных материалов в строительную практику.

Прогресс в развитии строительных полимерных композиционных материалов возможен при понимании механизмов структурообразования и роли надмолекулярных структур в итоговом комплексе свойств материалов, а также в выявлении эффективных приемов регулирования и управления надмолекулярной структурой. Эти знания являются необходимыми при проектировании строительных материалов с требуемым комплексом заданных свойств, разработки современных технологий получения композиционных материалов на основе полимеров [1; 2]. Установление основных закономерностей в цепи проектирования полимерных композитов для строительства: «состав – структура/модификация – технология получения материала или изделия – свойства – применение», определяет цель и содержание работы.

## **Структурно-дефектная иерархия как предпосылка уровневой модификации структур термореактивных полимеров и композитов**

Под структурой полимерных материалов принято понимать взаимное расположение в пространстве структурных элементов – макромолекул, звеньев, кластеров, образующих макроскопическое полимерное вещество.

Согласно современным представлениям, организацию полимерной материи следует рассматривать как набор постепенно усложняющихся структур. Таким образом, в полимерном веществе имеет место определенная иерархия надмолекулярных структур, представляющая собой последовательно увеличивающиеся и усложняющиеся структурные уровни различных образований. Уровни надмолекулярных структур и их структурные элементы можно классифицировать по следующим признакам: 1) геометрическому; 2) термодинамическому (устойчивости в данной конкретной системе); 3) кинетическому (времени перехода из одного структурного состояния в другое и времени существования структурного элемента).

Изменение структуры одной подсистемы связано с изменениями свойств и поведения остальных структурных уровней, поэтому долго и не был замечен и не всегда проявляется явно дискретный характер поведения сложного иерархического по структуре полимерного материала [3].

При воздействиях внешних факторов в процессе эксплуатации полимерное вещество подвергается изменениям, его надмолекулярная структура перестраивается. Перестройка отдельных иерархических уровней структуры протекает относительно независимо. Когда возможности одного структурного уровня полностью исчерпываются, происходит реорганизация последующих уровней. О дискретности структурной перестройки сви-

детельствуют данные характера величин деформационных разрушений, наблюдаемых и описанных Г. М. Бартеневым [4].

Исследования микромеханики разрушения полимерных материалов методами малоуглового рентгеновского рассеивания показали, что под нагрузкой в слабых местах структуры быстро возникают субмикротрещины длиной до 10 нм. Это совпадает с размерами первичных молекулярных структур. Но разрушающими и опасными являются не субмикротрещины, сколько бы много их ни было, а большие микротрещины, которые растут, распространяются и, сливаясь между собой, приводят к окончательному разрушению материала.

Согласно Петерлину [5], зародышами микротрещин являются границы первичных структур и дефекты, находящиеся на стыках последующих структурных уровней. Это наиболее слабые места надмолекулярных структур. Дискретный спектр длин субмикротрещин и микротрещин был также установлен и описан Г. М. Бартеневым и другими исследователями [6; 7].

Об упорядоченной структуре аморфных термореактивных полимеров свидетельствуют измерения механических, электрических и других свойств. Измерение характеристик макроскопических свойств некристаллических полимеров свидетельствует о том, что в их структуре сохраняются не только элементы размером в десятки ангстрем, но и существенно более крупные структурные образования [8].

Нами был замечен дискретный характер изменения характеристик полимерных материалов и композитов при исследовании механических свойств в зависимости от изменения скорости нагружения материала. При медленном плавном увеличении скорости нагружения в сериях испытаний образцов на определение предела прочности при растяжении и сжатии был установлен дискретный (ступенчатый) характер изменения характеристик. Эту особенность мы связываем с проявлением дискретного характера деформирования структурных уровней упаковки макромолекул материала и связанными с ними структурными дефектами.

Полимерная материя, т. е. макромолекулярное вещество, не может быть идеальным по своей структуре вследствие громоздкости макромолекул и нарушений их упаковки, обусловленных рядом причин. Структура полимера имеет множество дефектов, и на разных структурных уровнях это различные дефекты.

Таким образом, с учетом иерархичности организации полимерной материи и дискретности уровней структурных образований очевидно, что и структурные дефекты системы тоже подчиняются законам иерархии. Иными словами, в полимерах имеет место иерархия дефектов структуры [3].

При эксплуатации полимерных материалов при воздействии внешних факторов мы имеем дело с разрушением слабых или дефектных элементов структур, имеющих иерархическую закономерность. С большой степенью вероятности можно утверждать, что различным факторам внешнего воздействия соответствуют слабые места различных структурных уровней, т. е. разные по иерархии «дефекты» структуры.

Если попытаться классифицировать структурные дефекты, то их иерархия может быть представлена следующим образом:

1. Дефекты ближнего порядка (наноуровень), связанные с нарушением конформаций в расположении фрагментов полимерной цепи и ее первичной укладкой, асимметрия и пропуски образования узлов пространственной сетки; размеры этих дефектов составляют от единицы до десятков нм и соизмеримы со структурными элементами начального структурного уровня.

2. Дефекты глобулярного порядка, возникают при нарушениях упаковки глобул (свернутых в конгломераты длинных участков полимерных цепей), их взаимного расположения. Эти дефекты концентрируются, как правило, по границам раздела глобулярных элементов, образованные, главным образом, концами цепей, частями макромолекул, при-

надлежащими проходным цепям, макромолекулами низкой молекулярной массы. Размеры этих дефектов соизмеримы с размерами глобул и могут составлять от десятков до сотен нм.

3. Дефекты, связанные с асимметрией и нарушениями кластерных ассоциатов, пачек, домен и прочих объемных структур более высокого уровня в результате внутренних напряжений, а также дефекты на границах полимерное связующее – наполнитель. Дефектность (т. е. отклонение от кристаллографического порядка) в пачке, домене весьма высока. Размеры этих дефектов могут быть оценены в десятых долях мкм.

4. Макродефекты структуры композита в целом или изделия – макропоры, посторонние включения, макротрещины и т. д.

Дефекты структуры, также как и сами структурные элементы, могут вызываться разными условиями:

1) геометрическими причинами, например стерическими затруднениями, пространственной неупорядоченностью структуры; при этом геометрические дефекты могут иметь различные размеры в зависимости от уровня иерархии структуры;

2) термодинамическими причинами – вследствие термодинамической неустойчивости образований (группировок, кластеров) и флуктуаций на разных структурных уровнях. При этом чем выше (более дальнего порядка) иерархический уровень структуры, тем он более дефектный;

3) кинетическими причинами – в том случае, если скорость релаксационных процессов меньше скорости образования структурных элементов.

Основной концепцией при проектировании долговечных полимерных материалов и композитов с улучшенными эксплуатационными свойствами должна стать очевидность принятия во внимание иерархии структурных уровней организации полимеров, а также иерархия ее дефектов.

Снижать дефектность структуры или каким-либо образом воздействовать на дефекты структуры следует направлено с учетом ее иерархии в зависимости от того, какой дефектный уровень структуры следует «залечивать». При этом желательно увязывать его с конкретным разрушающим фактором воздействия, используя модификаторы структуры, действие которых распространяется на данный иерархический уровень (таблица).

Особое значение в свете данных представлений имеет первичный структурный уровень (наноуровень) надмолекулярных образований. Этот уровень долгое время был оставлен без внимания в исследованиях, посвященных модификации структуры и свойствам полимерных материалов. Ситуация изменилась с развитием методов нанотехнологии, поскольку воздействовать на субмикроразмерный надмолекулярный уровень организации можно только методами нанотехнологии, т. е. наномолекулярными частицами и соединениями.

Традиционные модификаторы полимерной структуры – каучуки и эластомеры, порошкообразные твердые вещества для этих целей не пригодны вследствие больших размеров их частиц. Олигомерные системы (каучуки и эластомеры) также чрезвычайно сложно (практически невозможно) диспергировать должным образом и равномерно распределить в объеме полимерной матрицы на наноуровне структуры.

С позиций выше обозначенных представлений становится очевидным и понятным механизм упрочняющего действия каучуковых модификаторов в жестких полимерных матрицах, за счет чего происходит повышение механических характеристик эластифицированных пластиков и смол.

Каучуки, образуя самостоятельную фазу в термореактивной (например, эпоксидной) матрице, не позволяют срастаться и распространяться «большим микротрещинам», ответственным за механическое разрушение полимера. Размеры значимых для механического разрушения микротрещин, по данным Бартенева Г. М. [4], составляют как минимум,  $\sim 30 \cdot 10^{-4}$  мм, это третий структурный уровень из представленных нами в таблице. Дефекты и трещины по величине (совпадают с представлениями Г. М. Бартенева) – достаточно большие, их «залечивать» способны макромолекулы каучуков и олигомеров. Второй уро-



вень трещин (микротрещины) имеет порядок  $\sim 1-3 \cdot 10^{-4}$  мм. Первый, т. е. начальный уровень (субмикротрещины) имеет размеры  $\sim 0,3-0,2 \cdot 10^{-4}$  мм, что отвечает первичному структурному уровню, и, соответственно, тут требуется и модификатор с такими же размерами частиц, т. е. наночастицы. Дискретный спектр трещин в полимерных телах был зафиксирован рядом исследователей [6–9; 11].

**Иерархия структуры, уровни дефектов полимерных матриц и композитов и связанные с ними свойства**

Наименование структурного уровня	Модификаторы	Характеристик структурных уровней и дефектов структуры	Зависимые характеристики и свойства
I. Субмикроскопический (молекулярный или наноуровень)	Мономолекулярные в-ва или наночастицы, диспергированные нанотехнологией	Цепи и фрагменты цепей полимеров. Структура определяется упаковкой и укладкой отдельных цепей и фрагментов с размерами образований до десятков нм – наноструктура. Размеры дефектов – нанометры	Химическая и радиационная стойкость, старение, стойкость к термоокислительной деструкции
II. Мезоскопический уровень (топологический или кластерный)	Легирующие добавки и олигомеры, вводимые жидкофазными традиционными методами	Полимерное связующее: глобулярные образования, межглобулярные границы, контактные зоны между пачечными структурами связующего, мезопоры, субмикротрещины. Размеры дефектов до 0,1 мкм	Твердость, микротрещиностойкость, диффузионные свойства, тепло- и биологическая стойкость
III. Надмолекулярный уровень (образование ассоциатов, доменов и пачек)	Модификаторы – добавки, наполнители, полимеры, эластомеры, каучуки и т.д.	Однородный полимеркомпозит, герметик, мастика, клеевая композиция. Связующее вещество с включениями мелких частиц, (цемент, минеральная пыль, «аэросил», микросфера, и т. д.) Размеры дефектов могут составлять десятки мкм	Модуль упругости, модуль сдвига, температура стеклования, хрупкость, ползучесть, водонасыщение
IV. Макроскопический уровень (композит или готовое строительное изделие)	Определяется технологией изготовления и конструкцией изделия	Строительные композиты, изделия из наполненных полимерных композитов, полимербетоны; матрица – полимерная мастика или полимерный композит, включения – зерна заполнителя и макропоры с размерами 0,1 до нескольких мм. Характерный размер дефектов структуры сопоставим с размерами зерен и пор	Механические характеристики, прочность, износостойкость, стойкость к динамическим нагрузкам и т. д.

И так, стало очевидным, что для укрепления и защиты молекулярной структуры на наноуровне необходимо использовать наноструктурные модификаторы, т. е. такие химические соединения и вещества, которые можно распределить в наноструктуре полимера. Это само по себе является непростой задачей. Таким требованиям, например, удовлетворяют наночастицы жидких молекулярных органосилоанов и силоксанов (при условии их ультрадиспергирования, например, с помощью ультразвука) [12–14].

Органосилоаны и органосилоксаны в малых количествах хорошо совмещаются с большинством полимеров в расплавах или в растворах. Насыщенные силаны и силоксаны – химически инертны, как правило, не вступают в химическое взаимодействие с молекулами полимерного связующего. При этом они вытесняются при формировании надмолекулярной структуры в зоны беспорядков, локализуясь и скапливаясь в дефектах структур. В том случае, если размеры их частиц соизмеримы с наночастицами, эти вещества могут оседать на первичном наноструктурном уровне организации полимерной материи.

Этот структурный уровень чаще всего является наименее дефектным, он ответственен за химические и физико-химические процессы разрушения полимеров, т. е. старение, термоокислительную деструкцию, фотодеструкцию, стойкость к воздействию газообразных агрессивных сред, химических факторов и др.). Количество дефектов структуры на начальном иерархическом уровне оценивается долями процента и не превышает 0,5–1,5 %. В таких же соотношениях (с небольшим запасом на неравномерность распределения) в полимеры вводят стабилизирующие добавки, антиоксиданты, антистарители, УФ-адсорберы

и др. «Работа» стабилизаторов осуществляется на уровне макромолекулы полимера, т. е. в пределах первичного структурного уровня. Структурные модификаторы-блокираторы дефектов субмикроразмера должны вводиться примерно в таких же количествах, как и стабилизирующие добавки.

Полимеры, пластики и композиты имеют несовершенную и иерархичную дефектную надмолекулярную структуру. В разных количественных соотношениях в ней есть аморфные (беспорядочные) области и упорядоченные (кристаллические или псевдокристаллические) с правильно упакованными макромолекулами. Максимальной степени организации структур соответствует кристаллический (дальний) порядок, минимальной – аморфная неупорядоченная структура.

Чаще всего в полимерах мы имеем дело с промежуточными состояниями и чередованиями зон дальнего и ближнего порядка и беспорядка в разных количественных и качественных соотношениях. Тем не менее, даже в аморфных областях имеют место и сохраняются элементы молекулярного порядка (кластеры, пачки и т. д.) и, наоборот, в кристаллических и псевдокристаллических областях есть много дефектов и нарушений дальнего и ближнего порядка.

Структура некристаллических (аморфных) полимеров также иерархична и неоднородна: области плотной глобулярной упаковки макромолекул чередуются с областями более рыхлой дефектной структуры. Структурная неоднородность обнаруживается в широком спектре релаксационных свойств полимеров, который свидетельствует о наличии в твердых полимерах молекулярных движений разного масштаба и качества.

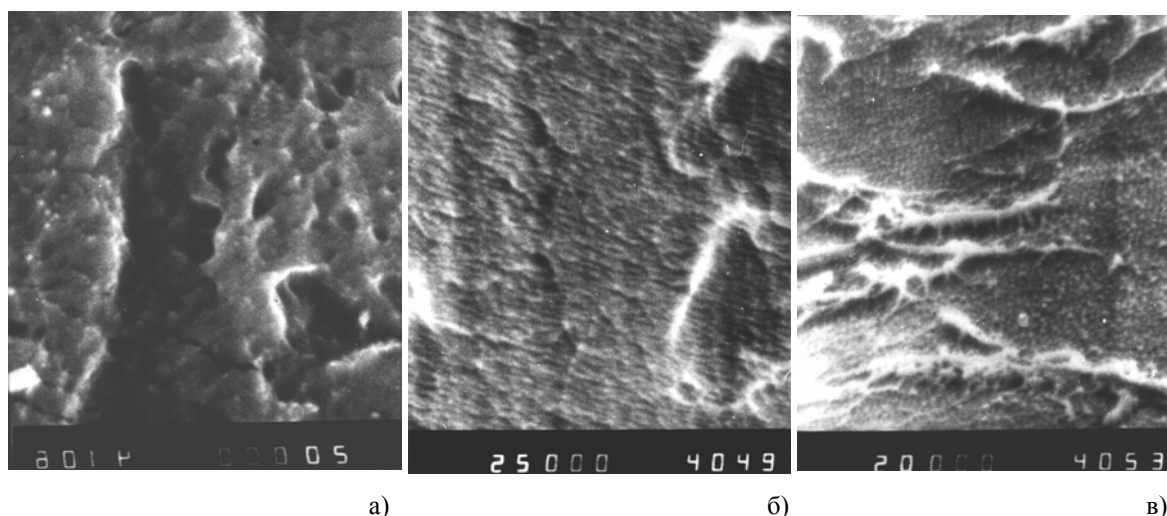
Вопрос о детальной структуре полимеров, которые традиционно принято считать аморфными, является в настоящее время все еще дискуссионным, но возможность существования упорядоченных структурных образований различных иерархических уровней в аморфных полимерах можно считать окончательно установленной.

До последнего времени общепринятой моделью аморфных полимеров служила беспорядочная и бесструктурная масса клубков (глобул), сильно запутанных, обладающая избыточным свободным объемом. Физические свойства такой системы описываются однофазной моделью статистического клубка. Эта модель сыграла важную роль в создании теории высокоэластичности, так как спутанность молекул удовлетворительно объясняет расширение области высокоэластичности с ростом молекулярной массы, а избыточный свободный объем – высокие значения коэффициентов диффузии газов в аморфном состоянии по сравнению с кристаллическим.

Однако эта модель не может объяснить необратимое пластическое течение и повышенные значения плотностей аморфных полимеров по сравнению с рассчитанными по этой же модели. Недостатком этой модели является то, что она не предусматривает наличие экспериментально наблюдаемых областей упорядоченности, а именно структурных агрегатов размерами 50–100 Å. [2; 3].

С помощью сканирующего электронного микроскопа нами были зафиксированы чередующиеся упорядоченные образования из частиц глобулярного типа в эпоксидной матрице на основе дианового олигомера ЭД-20, отвержденной аминным отвердителем ПЭПА (полиэтиленполиамин) при комнатной температуре (рисунок).

Как можно видеть из представленных микрофотографий, модификация эпоксидной матрицы органосилоксанами приводит к образованию более упорядоченной структуры, содержащей значительно меньше пор, пустот.



Электронные микрофотографии надмолекулярных структур эпоксидной матрицы на основе смолы ЭД-20 и полиэтиленполиамина:  
 а) исходная (немодифицированная), увеличение X 20000 крат; б) модифицированная органосилоксаном 1 % масс., увеличение: X 25000 крат.; в) модифицированная силоксановым каучуком СКТН, увеличение X 20000 крат.

На микрофотографии (см. рис.) отчетливо видно распределение в матрице частиц органосилоксана и каучука СКТН. Крупные частицы локализованы в эпоксидной матрице в виде самостоятельной фазы, мелкие частицы распределены между глобулами эпоксидных макромолекул и в некоторых случаях образуют цепочечные кластеры.

Таким образом, по нашему мнению, а также подводя итог вышесказанному, можно утверждать, что структурная организация полимеров, в том числе «сшитых» (термореактивных), может быть разделена, по крайней мере, на три иерархических уровня и, следовательно, иметь, как минимум, три типа упорядоченных надмолекулярных структур. Соответственно, в полимерном веществе имеется, как минимум, три иерархических уровня дефектов данных структур. Определенные физико-химические, физико-механические, в том числе и прочностные, характеристики полимерного вещества, а также и эксплуатационные свойства изделия связаны с конкретными видами дефектов структуры и определяются ими. При этом выделены следующие иерархические уровни:

1. Первичный – микроуровень или (нануровень) имеет ближний порядок в расположении фрагментов цепей и макромолекул. В пределах малых областей пространства группировки атомов и фрагменты цепей расположены более или менее упорядоченно. Степень неупорядоченности (дефектности) этого уровня, вероятно, составляет от 0,5 до 2,5 % и зависит от технологических параметров.

2. Мезоуровень (или кластерный) – псевдокристаллы, пачки, кластеры, которые чаще всего образуются выше температуры пласткации, вследствие флуктуаций могут возникать и исчезать. Существует постоянное распределение по размерам этих структурных образований. Степень дефектности этого уровня, вероятно, может составлять от десяти до 20–30 %, т. е. примерно на порядок выше, в основном зависит от кинетических условий формирования и от дефектности предыдущего уровня.

3. Надмолекулярный уровень – ассоциаты кластеров и пачек. Степень дефектности еще выше и соизмерима со степенью упорядоченности, но может также, и превышать ее (40–60 %). Дефектность структуры этого уровня зависит от дефектности предшествующих уровней и связана с внешними факторами среды.

Итогом формирования структуры готового композита или изделия является макро-структура, которая зависит от полного комплекса технологических факторов, внешних воздействий, а также предшествующих внутренних условий ее формирования.

Вышеперечисленные особенности полиморфной и иерархичной структуры полимерных веществ и дефектов структуры приводят к ряду важных следствий.

Во-первых, структурно-физическая неоднородность создает неоднородное распределение реагентов в полимерной матрице. Так, низкомолекулярные вещества (кислород, продукты окисления, мономолекулярные стабилизирующие добавки и т. д.) концентрируются преимущественно в местах, где отсутствует начальный порядок, т. е. в аморфных или дефектных зонах структуры полимера. Там же находятся и наиболее реакционноспособные элементы макромолекул (окисленные группы, ненасыщенные связи и т. д.). Локальные концентрации химических реагентов в этих зонах могут существенно отличаться от средних.

Во-вторых, структурная микрон неоднородность приводит к широкому распределению в полимере областей различных молекулярных движений, и в результате – широкий набор кинетических констант и энергий активации элементарных химических реакций и физико-химических взаимодействий, протекающих в разных областях полимера.

В-третьих, структурно-кинетическая неоднородность полимеров и соответствующая локализация реагентов приводит к пространственной локализации химических реакций, т. е. к образованию своеобразных «микрореакторов», в которых интенсивно развиваются процессы окисления и разрушения полимера.

Модификация структуры полимерных материалов и композитов, «залечивание» ее дефектов должны осуществляться с учетом конкретных иерархических уровней.

Представленные выше теоретические положения о дискретности и иерархичности надмолекулярных структур и иерархичности структурных дефектов, а также особой значимости для повышения эксплуатационных свойств полимерных материалов первичных структурных образований (наноуровней), их модификации и «залечивания», были подтверждены нами многократным экспериментальным проверкам и нашли свое подтверждение для различных классов полимерных материалов, как термопластичных – аморфно-кристаллических [3;14], так и для терморезистивных, (эпоксидных и полиэфирных).

## Литература

1. Патуроев В. В. Полимербетоны / В. В. Патуроев. – М.: Стройиздат, 1987. – 286 с.
2. Соломатов В. И. Полимерные композиционные материалы в строительстве / В. И. Соломатов, А. Н. Бобрышев, К. Г. Химмлер; под ред. В. И. Соломатова. – М.: Стройиздат. 1988. – 312 с.
3. Огрель Л. Ю. Повышение эффективности строительных полимерных композитов, эксплуатируемых в агрессивных средах: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05 / Л. Ю. Огрель, БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2006. – 414 с.
4. Бартнев Г. М. Прочность и механизм разрушения полимеров / Г. М. Бартнев. – М.: Химия, 1984. – 280 с.
5. Петерлин А. Механические свойства и фибриллярная структура. Сверхвысокомолекулярные полимеры / А. Петерлин. – Л.: Химия. 1983. – С. 205–240.
6. Бартнев Г. М., Каримов С.Н., Нарзуллаев Б.М., Цой Б., Шерматов Д. Спектр времен долговечности полимерных пленок / Г. М. Бартнев, С. Н. Каримов, Б. М. Нарзуллаев, Б. Цой, Д. Шерматов // Высокомолекулярные соединения. – 1982. – Т. 24. – Сер. А. – № 9. – С. 1981–1985.
7. Bartenev G.M. Gesetzmäßigkeiten und Natur des Bruchs von Polyethylenterephthalatfolien / G. M. Bartenev, S. N. Karimov, D. Šermatov // Acta Polymerica. – 1983. – V. 34. – Issue 1. – P. 44–47.
8. Васильева О. Г. К вопросу о структурообразовании в модифицированных эпоксидных полимерах / О. Г. Васильева, Л. П. Никулина, Е. М. Готлиб, С. Е. Артеменко, Г. П. Овчинникова // Пласт. массы. – 2001. – № 3. – С. 28.
9. Тамуж В. П. Механика разрушения полимерных материалов / В. П. Тамуж, В. С. Куксенко. – Рига: Знание, 1978. – 294 с.
10. Ярцев В. П. Прогнозирование работоспособности полимерных материалов в деталях и конструкциях зданий и сооружений / В. П. Ярцев. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – 149 с.

11. Allen R. C., Mandelkern L. Supermolekular structure of poly(ethyleneoxide) fractions.– //J. Polymer Science.:Polym.Phys. Ed., 1982. – V. 20. – P. 1465–1484.
12. Минько Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов / Н. И. Минько, В. М. Нарцев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 105 с.
13. Комаров С. М. Искусственные объекты наномира. / С.М. Комаров // Химия и жизнь. – 2000. – № 5. – С. 10–17.
14. Строкова В. В. Наследование полимерными композитами структур наноразмерных неорганических наполнителей / В. В. Строкова, Л. Ю. Огрель, Ли Яхо, Занг Баоде // Строительные материалы. – 2009. – № 9. – С. 75–76.

#### УДК 691.5

*Марина Владимировна Мокрова*, студентка магистратуры (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
*Дмитрий Георгиевич Летенко*, канд. физ.-мат. наук, доцент (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: m2110mv.mokrova@yandex.ru, dletenko@mail.ru*

*Marina Vladimirovna Mokrova*, master's degree student (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)  
*Dmitriy Georgievich Letenko*, PhD of Phys. and Math. Sci., Associate Professor (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: m2110mv.mokrova@yandex.ru, dletenko@mail.ru*

### СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЛАТЕКСНО-ГИПСОВОЙ СМЕСИ

#### STRUCTURAL FEATURES OF COMPOSITE MATERIAL ON THE BASIS OF LATEX AND PLASTER MIX

Рассмотрены свойства латексных дисперсий, а также возможность создания композитного материала на основе латекса и гипсового вяжущего. Определены основные параметры латексной дисперсии (размер частиц, содержание полимера). Разработана технология совмещения латексной суспензии и гипсового вяжущего. Изготовлены образцы композитного материала на основе латекса и гипсового вяжущего, исследована их микрокристаллическая структура методами электронной сканирующей микроскопии. Обнаружены особенности процесса кристаллизации гипсового вяжущего в присутствии полимера бутадиен-стирольного латекса. Обсуждены возможности совершенствования структуры композитного материала на основе латекса и гипсового вяжущего за счет применения углеродных фуллероидных наночастиц.

*Ключевые слова:* бутадиен-стирольный латекс, полимеризация, кристаллизация, композитный материал, электронная микроскопия, наночастицы.

Properties of latex dispersions, and also possibility of creation of composite material on the basis of latex and the plaster knitting are considered. Key parameters of latex dispersion (the size of particles, the content of polymer) are determined. The technology of combination of latex suspension and the plaster knitting is developed. Samples of composite material on the basis of latex and plaster knitting are made, their microcrystalline structure is investigated by methods of the electronic scanning microscopy. Features of process of crystallization plaster knitting in the presence of polymer butadiene – styrene latex are found. Possibilities of improvement of structure of composite material on the basis of latex and plaster knitting due to application carbon the fulleroidnykh of nanoparticles are discussed.

*Keywords:* butadiene-styrene latex, polymerization, crystallization, composite material, electronic microscopy, nanoparticles.

Латексы представляют собой коллоидные водные дисперсии полимеров (гидрозоли). В качестве дисперсной фазы в них служат частицы полимера (обычно это эластомеры) сферической или близкой к ней формы, а непрерывной дисперсионной средой является водная макрофаза, содержащая некоторые истинно растворенные в ней компоненты, применяющиеся при синтезе латексов (не адсорбированный эмульгатор, остатки инициатора, неорганические соли и др.). Латексы могут быть природного происхождения, но по значимости, объему производства и потребления их значительно превосходят синтетиче-

ские латексы. Вначале они появились как промежуточные продукты производства соответствующих каучуков, позже было организовано производство латексов как товарных продуктов разнообразного целевого назначения. Синтетические латексы получают методом эмульсионной полимеризации (и сополимеризации) различных виниловых и диеновых мономеров [1].

Процесс полимеризации проходит через стадии зарождения и роста (укрупнения) полимерномономерных частиц (ПМЧ), которые являются своеобразными микрореакторами, где протекают элементарные реакции процесса полимеризации и на завершающей стадии представляют собой коллоидные частицы дисперсной фазы полимера, несущие на своей поверхности адсорбционный слой молекул эмульгатора.

Синтетические латексы характеризуются высокой раздробленностью полимерной фазы (средний диаметр частиц составляет обычно от 50 нм). Согласно известной классификационной диаграмме дисперсности, это отвечает коллоидной степени дисперсности (ультра-микрогетерогенности) и обуславливает наличие чрезвычайно развитой поверхности раздела полимер/водная фаза. В то же время, межмолекулярное взаимодействие на границе раздела между дисперсной фазой и полярной водной средой слабо выражено. Поэтому поверхность раздела фаз является носителем интенсивного поля ненасыщенных молекулярных сил [1].

Это обстоятельство обуславливает термодинамическую неустойчивость (метастабильное состояние) латексов, позволяет отнести их к классу гидрофобных коллоидных систем и предопределяет протекание в них (как и в других системах подобного рода) таких процессов, которые приводят к снижению запаса свободной поверхностной энергии [1].

Основные виды латексов и дисперсий, используемых в настоящее время в отечественном производстве строительных материалов, можно разделить на четыре основные группы:

- дисперсии поливинилацетата и его сополимеров;
- бутадиен-стирольные латексы;
- акрилатные латексы;
- стирол-акрилатные латексы.

Бутадиен-стирольные латексы наиболее широко используют в производстве отделочных материалов – красок, шпатлевок, рельефных покрытий и т. д., что обусловлено, с одной стороны, достаточно высокими характеристиками латексных пленок (стойкость к гидролизу, разрывная прочность, удлинение при разрыве), с другой стороны – их относительно низкой стоимостью и доступностью на рынке как отечественных латексов, так и импортных.

К недостаткам бутадиен-стирольных латексов относится быстрое старение пленки, вследствие окисления остаточных двойных связей, что ограничивает срок службы покрытий [2].

Доказано, что агрегативную устойчивость латексов к различного рода воздействиям (введению электролитов, нагреванию, замораживанию, перемешиванию) можно регулировать в соответствии с их целевым назначением изменением состава смеси эмульгаторов.

У латексов, стабилизированных неионными эмульгаторами, агрегативная устойчивость обеспечивается гидратированными адсорбционными слоями эмульгатора – структурно-механическим фактором. Использование смесей эмульгаторов различной природы позволяет регулировать агрегативную устойчивость латексов в зависимости от целевого назначения [3].

Образование сетчатых структур в полимерах, т. е. сетки химических связей между макромолекулами, сопровождается исчезновением способности макромолекул к необратимым пластическим деформациям под действием тепла, механических напряжений, растворителей, увеличивается температурный диапазон эксплуатационной

устойчивости сшитых материалов: предел эксплуатационной устойчивости полимера возрастает до температур его химического разложения.

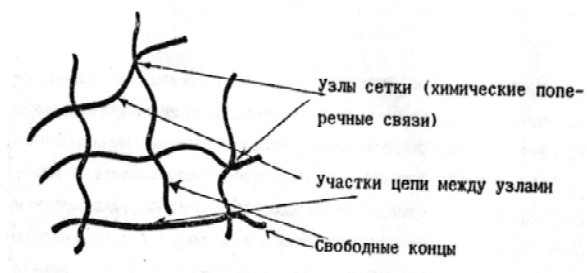


Рис. 1. Фрагмент сетчатой структуры, образованной при сшивании (соединение химическими поперечными связями) исходных линейных макромолекул полимера

Сетчатая структура, образующаяся в полимере при сшивании, описывается следующими характеристиками: узлы сетки (поперечные связи), свободные концы, участки цепи между узлами (рис. 1) [4].

Существенную роль в проявлении механических свойств сетчатого полимера играют не вошедшие в сетку концевые участки исходных макромолекул и свободные концы сетки. При деформации сетки они не несут нагрузки и являются разбавителем в сетчатой структуре, повышая ее дефектность и снижая уровень механических свойств [4].

В настоящее время для модификации строительных материалов и изделий активно применяют специально синтезируемые углеродные наноструктуры, вводимые в дисперсные гетерогенные системы, преимущественно в виде водных суспензий или растворов [5].

Целью данной работы является исследование возможности повышения технических свойств строительных материалов, полученных на основе минеральных вяжущих веществ, при введении бутадиен-стирольных латексов в присутствии наномодификатора.

Для создания композитного материала использовались: гипсовое вяжущее марки Г-16, латекс DL-65. Композитный материал изготавливался путем добавления гипсового вяжущего в суспензию латекса. Процентное соотношение гипсового вяжущего и латекса определялось расчетным методом по количеству воды для данного гипсового вяжущего при нормальной густоте гипсового теста (контрольный образец) и процентному содержанию воды в латексной суспензии.

Процентное содержание воды в латексной суспензии определялось с помощью анализатора влажности AND MX-50 (Япония).

Контрольные образцы и образцы композитного материала формовались на стеклянной подложке.

Размер частиц латекса определялся методом динамического светорассеяния с помощью прибора ZETASIZER NANO (Malvern, Англия).

Микроструктура полученных образцов исследовалась на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3SEM (Чехия).

На рис. 2–4 представлены электронно-микроскопические фотографии сколов изготовленных образцов.

Анализ представленных фотографий позволяет констатировать следующие различия кристаллической структуры гипсового вяжущего в контрольном образце и образце композитного материала:

1. Кристаллы гипса в композитном материале имеют большие размеры, чем в контрольном образце.

2. В композитном материале наблюдается пространственная упорядоченность кристаллов гипса (кристаллы вытянутой формы ориентированы преимущественно вдоль одного направления, наблюдаются крупные «пакеты» кристаллов.

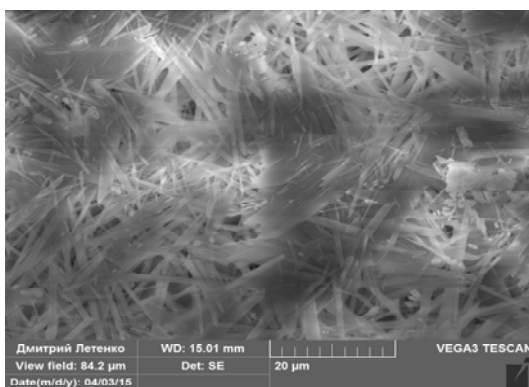


Рис. 2. Контрольный образец

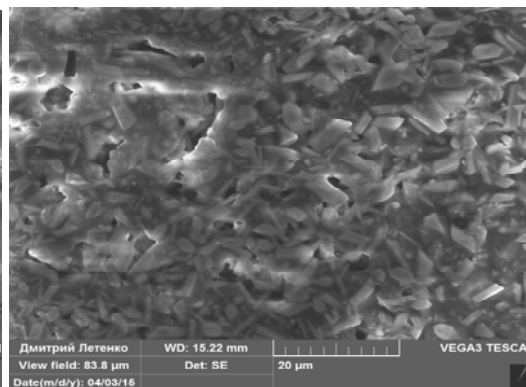


Рис. 3. Композитный образец (шлиф)

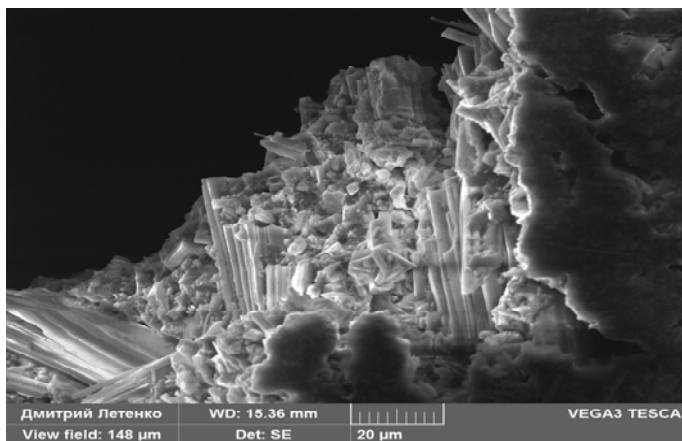


Рис. 4. Композитный образец (скол)

Кроме того, необходимо отметить наличие пустот, не заполненных латексом, в межкристаллитном пространстве композитного образца. Наличие этих пустот можно объяснить недостаточной адгезией полимера латекса к кристаллам гипса в процессе совместной кристаллизации – полимеризации.

Мы предполагаем управлять этим процессом с помощью модификации суспензии латекса углеродными фуллероидными наночастицами [5; 6].

Полученные нами результаты позволяют положительно оценить возможность создания композитного материала на основе гипсового вяжущего и бутадиен-стирольных латексов с улучшенными потребительскими свойствами.

### Литература

1. *Вережников В. Н.* Синтез латексов / В. Н. Вережников, Е.А. Гринфельд. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. – 47 с.
2. *Евдокимов А. В.* Использование латексов в стеновых отделочных материалах [Электронный ресурс] / А. В. Евдокимов // Научно-производственная фирма «Вапа»: официальный сайт. – URL: <http://www.vapa.ru/upload/coltabl/istpolzovanie%20lateksov.pdf> (дата обращения: 23.06.2015).
3. *Соловьева Т. С.* Об агрегативной устойчивости латексов, стабилизированных смесью ионных и неионных ПАВ / Т. С. Соловьева, Н. Н. Иванова // Вестник МИТХТ. – 2006. – № 2. – С. 46–50.
4. *Юловская В.Д.* Сетчатые эластомеры / В.Д. Юловская, В.А. Шершнев. – М.:МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2009. – 20 с.
5. *Летенко Д. Г.* Получение углеродных наноструктур из отходов химических производств / Д. Г. Летенко, В. А. Никитин, Н. А. Чарыков и др. // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – № 1(22). – С. 108–118.
6. *Natural Rubber Materials. Volume 2: Composites and Nanocomposites* / eds. SabuThomas, Hanna J. Maria, Jithin Joy, Chin Han Chan, Laly A. Pothan. – London: The Royal Society of Chemistry, 2014. – XXIII. – 830 p.



УДК 621.983.044

Вениамин Александрович Норин, канд. техн. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: bennor@yandex.ru

Veniamin Aleksandrovich Norin, PhD of Tech. Sci.,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: bennor@yandex.ru

**ОПТИМИЗАЦИЯ НИЗКООТХОДНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ТОРЦОВКИ  
ТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГИДРОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**OPTIMIZATION OF WASTE-FREE PULSE TRIMMING OF THIN-WALLED  
CONSTRUCTION ELEMENTS BASED ON MATHEMATICAL MODELING  
OF HYDRO-DEFORMATIVE PROCESSES**

Разработана математическая модель электрогидроимпульсного деформирования тонкостенной цилиндрической заготовки со свободным торцом, позволяющая определить минимальную величину отхода при известных энергосиловых параметрах процесса. Заготовка рассматривалась как тонкая безмоментная оболочка и представлена как система с распределенными параметрами. Задача решалась с использованием теории одномерных оболочек. Установлено, что основное влияние на скорость соударения и давление, необходимые для обрезки тонкостенной заготовки со свободным торцом, оказывают механические характеристики материала заготовки, ее толщина и ширина припуска на обрезку.

*Ключевые слова:* электрогидроимпульсное деформирование тонкостенной заготовки; минимальная величина отхода, система с распределенными параметрами, безмоментная оболочка, скорость соударения, обрезка торца.

The mathematical model of electro-hydro-impulsive deformation of thin-walled cylindrical workpiece with a free end that allows you to determine the minimum amount of waste at a known energy-power parameters of the process. Procurement was seen as a thin membrane sheath and is represented as a distributed parameter system. The problem was solved using the theory of one-dimensional membranes. It is established that the main influence on the velocity and the pressure required for cutting thin-walled workpiece with a free end, have the mechanical characteristics of the workpiece material, its thickness and width of allowance for pruning.

*Keywords:* electro-hydro-pulse deformation of thin-walled workpiece; the minimum value of the waste, system with the distributed parameters, momentless shell, speed of impact, trimming of the end of the thin-walled workpiece.

Детали из тонкостенных труб находят широкое применение как в строительстве, в машиностроении, так и в других отраслях промышленности. Широкое использование в строительстве полых цилиндрических конструкций позволяет значительно снизить трудовые и материальные затраты при изготовлении ряда конструктивных элементов, например в системах кондиционирования зданий, фасадов зданий, при изготовлении окон, солнцезащитных устройств, каркаса навесных фасадов, повысить их надежность и эксплуатационную безопасность. При этом большое внимание при торцовке тонкостенных заготовок под сварку придается низкоотходным технологиям, позволяющим получить изделия с высокой точностью [1]. Обеспечение указанных требований возможно при использовании импульсной обрезки тонкостенных заготовок со свободным торцом, т. е. без подпора, что позволяет значительно уменьшить величину отхода.

Процесс электрогидроимпульсной обрезки по такой схеме должен быть осуществлен при одноразовом нагружении, так как в противном случае будет происходить отбортовка припуска без его отделения от заготовки.

Вследствие симметричности заготовки относительно оси  $v$  и представления ее тонкой безмоментной оболочкой [2], задачу целесообразно решать с использованием теории одномерных оболочек, при этом рассматривая заготовку как систему с распределенными параметрами (рис. 1).

С учетом ряда принятых допущений для тонкостенной осесимметричной безмоментной оболочки, уравнение движения можно привести к удобному для последующей аппроксимации разностной схемой виду:

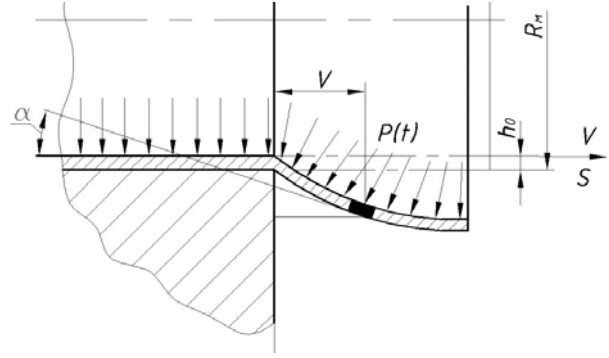


Рис.1. Расчетная схема процесса электрогидроимпульсной обрезки тонкостенной заготовки без подпора

$$\frac{\partial^2 R}{\partial t^2} = \frac{1}{R_0 \cdot \rho_3} \cdot \frac{\partial}{\partial S} \left( \frac{\sigma_1 \cdot R_0 \sin \alpha}{1+e} \right) + \frac{P(t) \cdot \cos \alpha \cdot R \cdot (1+e)}{R_0 \cdot \rho_3 \cdot h_3} - \frac{\sigma_2}{R \cdot \rho_3} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = \frac{1}{R_0 \cdot \rho_3} \cdot \frac{\partial}{\partial S} \left( \frac{\sigma_1 \cdot R_0 \cos \alpha}{1+e} \right) - \frac{P(t) \cdot \sin \alpha \cdot R \cdot (1+e)}{R_0 \cdot \rho_3 \cdot h_3} \quad (2)$$

Здесь  $S$  – координата в Лагранжевой системе;  $R$  и  $V$  – эйлеровы координаты;  $\rho_3$  – плотность материала заготовки;  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  – меридиональное и тангенциальное напряжения;  $\alpha$  – угол между касательной к профилю заготовки и осью  $V$ ;  $h_3$  – текущая толщина;  $e$  – относительное удлинение заготовки в меридиональном направлении.

$$\sin \alpha = \frac{\partial R}{\partial S} / (1+e) \quad (3)$$

$$\cos \alpha = \frac{\partial V}{\partial S} / (1+e) \quad (4)$$

Меридиональная деформация

$$\varepsilon_1 = \ln(1+e) \quad (5)$$

где  $1+e = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial S}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)^2}$ .

Тангенциальная деформация

$$\varepsilon_2 = \ln\left(\frac{R}{R_0}\right) + \varepsilon_2^1 \quad (6)$$

Здесь  $\varepsilon_2^1$  – тангенциальная деформация, приобретенная на этапе разгона заготовки в пределах зазора между заготовкой и зеркалом матрицы.

Интенсивность деформации

$$\varepsilon_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 + \varepsilon_2^2} \quad (7)$$

Меридиональное и тангенциальное напряжения

$$\sigma_1 = \frac{2 \cdot \sigma_i}{3 \cdot \varepsilon_i} (2\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \quad (8)$$

$$\sigma_2 = \frac{2 \cdot \sigma_i}{3 \cdot \varepsilon_i} (2\varepsilon_2 + \varepsilon_1) \quad (9)$$

Начальные условия: прогиб и скорость заготовки в момент времени  $t_1$ ,

$$t = t_1; R(0,S) = R_0 = R_m; \dot{R}(0,S) = \dot{R}_3 \quad (10)$$

где  $t_1$  – время, при котором происходит соударение заготовки с матрицей;  $R_m$  – радиус матрицы;  $\dot{R}_3$  – скорость, приобретенная заготовкой на этапе разгона, в момент ее соударения с матрицей.

В момент  $t = t_1$  лагранжева координата совпадает с эйлеровой:

$$V(0,S) = S; S = b; \dot{V}(0,S) = 0, \quad (11)$$

где  $b$  – ширина деформируемого участка заготовки.

При задании граничных условий полагаем, что заготовка у режущей кромки матрицы жестко закреплена, а на торцовом участке имеет возможность свободного перемещения.

Граничное условие у режущей кромки:

$$\dot{R} = 0; V = 0; S = 0 \quad (12)$$

Граничное условие на торце

$$\sigma_1 = 0; \dot{R}_3 = 0 \quad (13)$$

Уравнения движения заготовки в проекциях на оси  $R$  и  $V$  представляют собой систему уравнений в частных производных гиперболического типа. Точное решение данной системы получить невозможно, поэтому решение строится конечно-разностным методом по схеме второго порядка точности.

Экспериментальная проверка расчетной модели по конечной форме заготовки и распределению деформации в ней (рис. 2) показала хорошее совпадение результатов. Расхождения не превышали 20 %, что позволяет сделать вывод о корректности разработанной модели.

В результате расчетов установлено, что основное влияние на скорость соударения и давление, необходимые для обрезки тонкостенной заготовки, оказывают механические характеристики материала заготовки, ее толщина  $h_0$  и ширина припуска  $b$  на обрезку.

Разработанная расчетная модель процесса обрезки тонкостенной заготовки позволяет определить минимальную величину припуска  $b$ , т. е. минимальную величину отхода при известных энергосиловых параметрах оборудования.

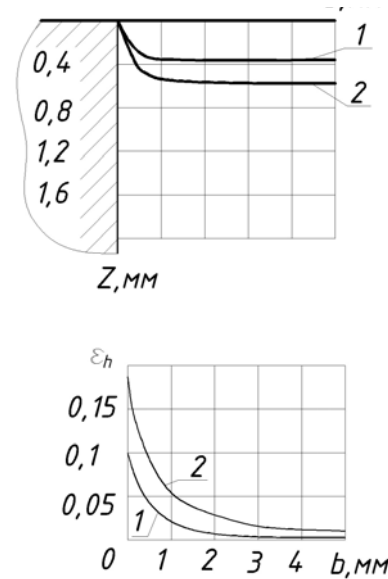


Рис. 2. Расчетное значение величины прогиба и распределения деформации в заготовке (1–2 мкс, 2–8 мкс)

### Литература

1. Норин В. А. К вопросу оценки давления, действующего на полуку заготовку при ее высокоскоростном деформировании / В. А. Норин, Н. В. Норина // Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы V Международной конференции. 25–28 июня 2013 г.; 2 ч. – СПб., 2013. – Ч. II. – 390 с.
2. Гордиенко В. Е. Разработка технологий электрогидроимпульсного формообразования поперечных гофров на тонкостенных трубах с использованием отражателей на основе математического моделирования гидродеформационных процессов: дис. ... канд. техн. наук / В. Е. Гордиенко. – СПб, 1998. – 222 с.

### УДК 691.32

Алексей Михайлович Харитонов, д-р техн. наук, профессор

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: AMKharitonov@gmail.com

Михаил Ильич Харитонов, канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: AMKharitonov@gmail.com, xmdv@gmail.ru

Alexei Mikhailovich Kharitonov, Dr of Tech. Sci., professor,

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: AMKharitonov@gmail.com

Mikhail Ilyich Kharitonov, PhD of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: AMKharitonov@gmail.com, xmdv@gmail.ru

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

### IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DRY MIXES COMPOSITION OPTIMIZATION BASED ON THE APPLICATION OF NUMERICAL SIMULATION METHODS

В статье представлены результаты исследования эффективности использования методов численного моделирования при проектировании свойств многокомпонентных строительных смесей. Оценка эффективности производилась на вероятностной математической модели, имитирующей свойства материала. Эффективность оценивалась путем использования двух методов пошаговой оптимизации – метода крутого восхождения и симплексного. Критерием оптимизации являлся минимум потребного количества опытов. Исследование проводилось с помощью специально разработанной программы для ЭВМ. По результатам рабо-

ты предложена расчетно-экспериментальная методика проектирования состава сухих строительных смесей различного назначения.

*Ключевые слова:* оптимизация, математическая модель, планирование эксперимента, методика, строительные материалы.

The article presents the results of a study of the effectiveness of the use of numerical simulation methods in the design properties of multi component mixtures. Performance evaluation has been performed on a probabilistic mathematical models that mimic the properties of the material. Efficacy was assessed by using two methods of step-by-step optimization: method of steep climbing and simplex. The optimization criterion was the minimum necessary number of experiments. The study was conducted with the help of specially designed computer programs. On the base of results design-experimental design technique for the composition of dry mixes for various purposes was proposed.

*Keywords:* optimization, mathematical model, experimental design, methods, construction materials.

Проектирование сухих строительных смесей различного назначения обычно осуществляется с привлечением методов планирования экспериментов для нахождения оптимального значения функции отклика и получения аппроксимирующего полинома, описывающего поверхность функции отклика. Нахождение рационального состава современных многокомпонентных смесей с обеспечением нескольких критериев требуемого уровня качества подразумевает выполнение существенного количества физических экспериментов. Это делает данный процесс неэффективным, особенно в том случае, когда необходимо решить задачу нахождения оптимального состава материала с большим количеством переменных при наличии жестких граничных условий в сжатые сроки (например, при подборе состава реставрационных смесей).

Целью данной работы явилась разработка методики проектирования сухих строительных смесей, позволяющей минимизировать требуемое количество экспериментов.

Математические методы оптимизации имеют давние исторические корни. Их основы заложены в 18 веке – это вариационное исчисление, численные методы и др. К настоящему времени разработано большое количество методов, направленных на решение оптимизационных задач [1; 2; 3].

Для оптимизации может использоваться математическая модель исследуемого процесса (объекта) или сам объект. В последнем случае оптимизация производится опытным путем.

Для объектов вероятностного характера, к которым можно отнести многие строительные материалы, используются экспериментально-статистические методы, которые позволяют определить значения факторов (аргументов) соответствующих экстремальным значениям целевой функции.

При оптимизации опытным путем наиболее часто используются такие методы как симплексный, покоординатной оптимизации, градиентные, деформируемого многогранника и некоторые другие.

Анализ методов оптимизации различных объектов опытным путем показывает, что достижение поставленной цели во всех методах представляет собой пошаговый процесс постепенного приближения к оптимуму. Их использование напрямую к оптимизации многокомпонентных составов сухих строительных смесей является нереальным ввиду большой продолжительности экспериментальных исследований, обусловленной чисто технологическими причинами.

Основной идеей, лежащей в основе предлагаемой методики, является использование для оптимизации экспериментально получаемой математической модели в виде целевой функции, описывающей зависимость параметров физико-механических свойств материала или других критериев оптимизации от количественного соотношения компонентов сухой смеси. Нахождение оптимума полученной целевой функции предлагается производить симплексным или иным численным методом с использованием численного модели-

рования с помощью специально разработанной программы для ЭВМ, реализующей математические модели, установленные экспериментально.

Предлагаемая методика включает в себя следующие этапы:

1. Выбор критерия оптимальности, определение области факторного пространства и ограничений, накладываемых на целевую функцию. В качестве критериев могут выступать как параметры физико-механических свойств строительных материалов, так и экономические, технологические и иные параметры.

2. Планирование и проведение экспериментов для получения уравнений регрессии, аппроксимирующих поверхность отклика в пределах заданного факторного пространства.

3. Выбор метода оптимизации, позволяющего найти экстремальные значения целевой функции. При решении этого вопроса возможно использование любого численного метода. На данном этапе планируется использование симплексного метода, с учетом особенностей использования результатов численных экспериментов с использованием ЭВМ.

4. Реализация выбранного метода оптимизации с использованием результатов численных экспериментов по найденной математической модели и определение значений факторов (состава смеси), соответствующих оптимальным значениям целевой функции.

5. Экспериментальная проверка физико-механических свойств найденного состава.

Сокращение времени экспериментальных исследований достигается за счет использования численного моделирования целевой функции в процессе оптимизации. Основной объем экспериментальных исследований связан с получением математических моделей – аппроксимирующих полиномов (уравнений регрессии) и может быть проведен в сравнительно сжатые сроки.

Оценка эффективности предлагаемой методики осуществлялась следующим образом.

Выбиралась математическая модель в виде уравнения регрессии подобного тем, что обычно получают при исследовании свойств строительных материалов. В это уравнение вводилась добавка – случайная величина, распределенная по нормальному закону и имитирующая различные погрешности, возникающие при проведении реальных экспериментов. Эта модель реализовывалась на ЭВМ с помощью специально разработанной программы, позволяющей производить численные эксперименты с указанной моделью.

Далее считалось, что указанная выше модель неизвестна, и ставилась задача определить максимум исследуемой целевой функции в заданных пределах факторного пространства, используя пошаговый метод оптимизации – метод крутого восхождения. Все это понадобилось для того, чтобы определить потребное количество экспериментов необходимое для решения поставленной задачи.

Затем, тоже в целях определения потребного количества опытов, устанавливался вид исследуемой целевой функции. Полученная математическая модель использовалась для определения максимума целевой функции с использованием симплексного метода.

При использовании выбранного метода доказательства эффективности предлагаемой методики, важным моментом является обеспечение наглядности получаемых результатов – как промежуточных, так и окончательных. В связи с этим, в качестве математической модели исследуемого процесса выбран двухфакторный полином второй степени вида

$$y = 30 - 2,2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 - 2 \cdot x_1^2 + 1,5 \cdot x_2^2 + \varepsilon, \quad (1)$$

где  $y$  – функция отклика (целевая функция при оптимизации),  $x_1$  и  $x_2$  – факторы, влияющие на нее,  $\varepsilon$  – погрешность, распределенная по нормальному закону.

Функция  $y$  гладкая, непрерывная и определена в области положительных значений. Последнее условие реализовано выбором ограничений факторов (факторного пространства).

На рис. 1 приведена поверхность функции отклика, рассчитанная по формуле (1).

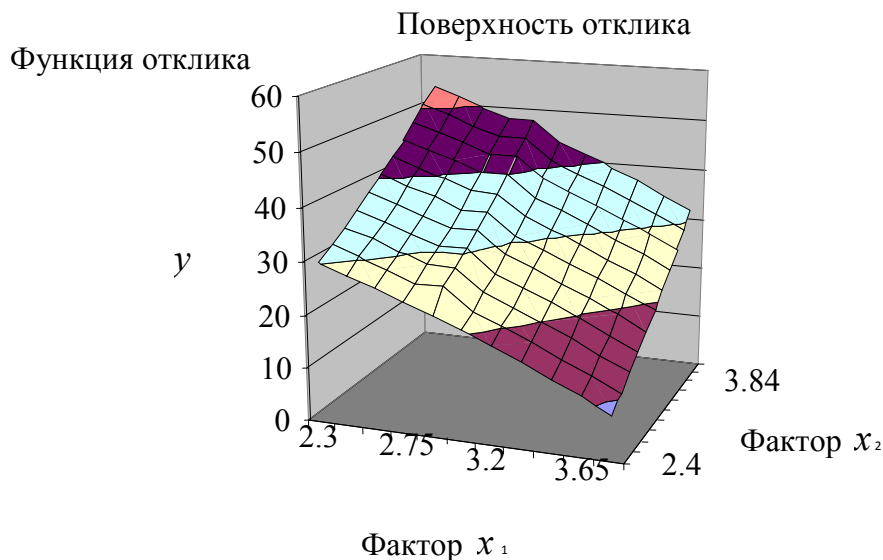


Рис. 1. Вид функции  $y$  в пределах заданного факторного пространства

Исследование функции (1) на экстремум показало, что она не имеет экстремума. То есть в данном случае задача оптимизации должна сводиться к определению максимальных значений этой функции в пределах заданного факторного пространства. Как следует из рис. 1, наибольшее значение выбранная функция имеет место при минимальном значении  $x_1 = 2,3$  и максимальном  $x_2 = 3,84$ . Все это должно было подтвердиться при исследовании этой функции методами планирования экспериментов.

Нахождение экстремума исследуемой функции методом крутого восхождения показало, что максимальные значения целевой функции действительно соответствуют следующим значениям факторов  $x_1 = 2,3$  и  $x_2 = 3,84$ . Начальная область, используемая для определения градиента, располагалась посередине факторного пространства.

При определении вида целевой функции (уравнения регрессии) методами планирования экспериментов, исходили из того, что исследуемая зависимость, как отмечалось ранее, неизвестна, и в связи с этим в начале предполагалось, что математическая модель представляет собой линейный полином. Статистический анализ этой модели показал, что она неадекватна и поэтому был выбран полином второго порядка.

Полученное адекватное уравнение регрессии в кодированных значениях факторов со статистически значимыми коэффициентами имеет вид:

$$Y = 30,78 - 10,81 \cdot X_1 + 11,57 \cdot X_2 - 1,08 \cdot X_1^2 + 1,28 \cdot X_2^2 \quad (2)$$

В действительных переменных:

$$Y = 31,44 - 2,7 \cdot x_1 + 2,49 \cdot x_2 - 1,92 \cdot x_1^2 + 1,58 \cdot x_2^2. \quad (3)$$

Сравнение полученного уравнения регрессии (3) с исходным (1) показывает, что уравнения очень близки – небольшое расхождение объясняется наложением «шума».

При нахождении максимума исследуемой целевой функции с использованием полученного уравнения регрессии (2) и симплексного метода полагалось, что начальная точка, с которой начинается поиск максимума, находится посередине факторного пространства (как и при использовании метода крутого восхождения). Реализация симплексного метода с использованием результатов численного моделирования по уравнению (2) пока-

зало, что максимальные значения функции  $Y$  соответствуют значениям факторов  $x_1 = 2,3$  и  $x_2 = 3,84$ .

По результатам нахождения максимума двухфакторной функции отклика различными методами установлено следующее. При использовании метода крутого восхождения, искомый максимум найден, с учетом проверки наличия максимума в окрестности точки предполагаемого максимума, по результатам 22 опытов. Без учета проверки за 13 опытов. При использовании симплексного метода, оптимум найден за 16 опытов. Количество же реальных экспериментов для получения уравнения регрессии в виде полинома второй степени составило 7. Таким образом, использование предлагаемой методики для двухфакторного эксперимента позволяет в два раза сократить количество реальных опытов. Очевидно, что такой результат сохранится и при увеличении числа факторов.

Если рассматривать эффективность предлагаемой методики с точки зрения продолжительности испытаний, то эффект оказывается еще большим. Например, если полагать, что для набора прочности цементной композиции требуется 28 дней (то есть на один реальный опыт практически один месяц), то для нахождения максимума функции отклика по прочности образцов градиентным пошаговым методом потребуется 1 год. При использовании предлагаемой методики этот срок может сократиться до двух-трех месяцев с учетом экспериментального подтверждения найденного максимума.

Таким образом, предлагаемая методика оптимизации состава многокомпонентных смесей позволяет в достаточно сжатые сроки разработать материал, свойства которого максимально соответствуют ключевым параметрам совместимости с реставрируемым природным или искусственным камнем.

#### Литература

1. Лесин В. В. Основы методов оптимизации / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. – М.: Изд-во МАИ, 1995. – 344 с.
2. Реклейтис Г. Оптимизация в технике. Том 1. / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсдел; пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 349 с.
3. Моисеев Н. Н. Методы оптимизации / Н. Н. Моисеев, Ю. П. Иванилов, Е. М. Столярова. – М.: Наука, 1978. – 352 с.

#### УДК 691.544, 67.08

*Сергей Александрович Черевко,*  
мл. науч. сотр.  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Станислав Викторович Жуков,* канд. техн. наук,  
ведущий инженер-химик  
(ООО «Омега», Санкт-Петербург)  
*E-mail: c3a@bk.ru, zhukov-stanislav@mail.ru*

*Sergei Aleksandrovich Cherevko,* Junior Research  
Scientist  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Stanislav Viktorovich Zhukov,* PhD of Tech. Sci.,  
Leading Chemical Engineer  
(ООО “Omega”, Saint Petersburg)  
*E-mail: c3a@bk.ru, zhukov-  
stanislav@mail.ru*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА СОЛЕВОГО ШЛАКА ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ

#### INVESTIGATION OF THE PHASE COMPOSITION OF SALT SLAG BY HEAT TREATMENT

В статье представлены результаты исследований возможности применения солевых алюминатных шлаков для получения строительных материалов. Проведены исследования элементного и минерального состава, на основании которых определяется область применения шлаков в технологии изготовления вяжущих веществ. Для определения оптимальных температурных диапазонов спекания и плавления шлаков проведена термообработка образцов при различных температурах. Проведен структурный анализ продуктов



термообработки. Предложены технологические приемы подготовки солевого шлака к введению в состав сырьевой смеси для производства глиноземистого цемента. Сформулированы направления дальнейших исследований.

*Ключевые слова:* техногенное сырье, солевой шлак, глиноземистый цемент, рентгеноструктурный анализ, плавление, спекание.

The article presents the results of research of the possibility of using salt aluminate slag to obtain building materials. Conducted studies of the elemental and mineral composition, which is determined by the area of application of slag in the technology of binders. To determine the optimal temperature range of sintering and melting of slag heat treatment of the samples at different temperatures is carried out. Conducted structural analysis of the products of thermal treatment. Proposed technological methods of preparation of salt slag to the introduction in the composition of the raw mix for the production of alumina cement. Directions of further research are formulated.

*Keywords:* industrial raw materials, salt slag, aluminate cement, x-ray structure analysis, melting, sintering.

Потенциальным сырьем для производства вяжущих систем являются солевые шлаки, образующиеся при переплавке алюминиевого лома [1]. Отходы переплавки алюминия в качестве сырья для производства алуминатных цементов не получили широкого применения по причине несоответствия получаемого цемента требованиям по срокам схватывания [2]. Причина быстрого схватывания, по мнению некоторых исследователей, заключается в образовании одной из полиморфных форм высокоосновного алумината кальция – маянита  $C_{12}A_7$  [3; 4].

Настоящие исследования направлены на разработку технологии получения быстротвердеющих вяжущих систем на основе солевых шлаков. Актуальность исследований определена необходимостью утилизации солевых шлаков, а также нехваткой быстротвердеющих гидравлических вяжущих материалов.

Возможность использование солевых шлаков для производства быстровяжущих цементов определяется их химическим и структурно-фазовым составом. Химический состав в пересчете на оксиды приведен в таблице. Химический анализ шлака проведен в ЗАО «Механобр инжиниринг аналит»

Фазовый состав шлаков представлен следующими структурами: корунд, кварц шпинель, бёмит, сфалерит, ильменит, тефроит, флюорит, минералы групп полевых шпатов (K, Ca), кальциевый феррит, энстатит.

**Химический состав солевого шлака алюминия, %**

№ п/п	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	S
1	1,94	59,9	5,64	17,6	1,02	0,74	0,51	0,22	0,25	0,86
2	7,57	51,5	5,18	14,4	1,58	1,34	0,60	0,27	0,26	0,012
3	1,51	71,9	4,37	9,47	0,98	0,17	0,19	0,15	0,41	0,023
4	1,62	52,2	2,62	20,5	1,42	1,03	0,39	0,18	0,15	<0,01

Технология получения алуминатного цемента предполагает высокотемпературную обработку сырьевой смеси до ее спекания или плавления. Ввиду пестроты минералогического состава, проведено исследование влияния температуры термообработки на фазовый состав. Данный этап исследования позволяет получить представление о структурных изменениях системы CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> в присутствии примесей. Также данные о получаемых структурах позволят выработать технологические приемы подготовки солевого шлака для введения его в сырьевую смесь.

Проведенная первичная термообработка солевых шлаков позволила определить оптимальный температурный интервал спекания 1300–1400 °С, при котором происходит спекание исследуемого материала без стеклования (перехода в аморфное состояние). Термообработка при температуре 1500 °С приводит к остекловке.

Структуры, образованные после термообработки изучены с помощью порошкового дифрактометра D2 PHASER (Bruker) и расшифрованы по методу сопоставления с модельными спектрами рассеивания по стандартным структурам (рис. 1).

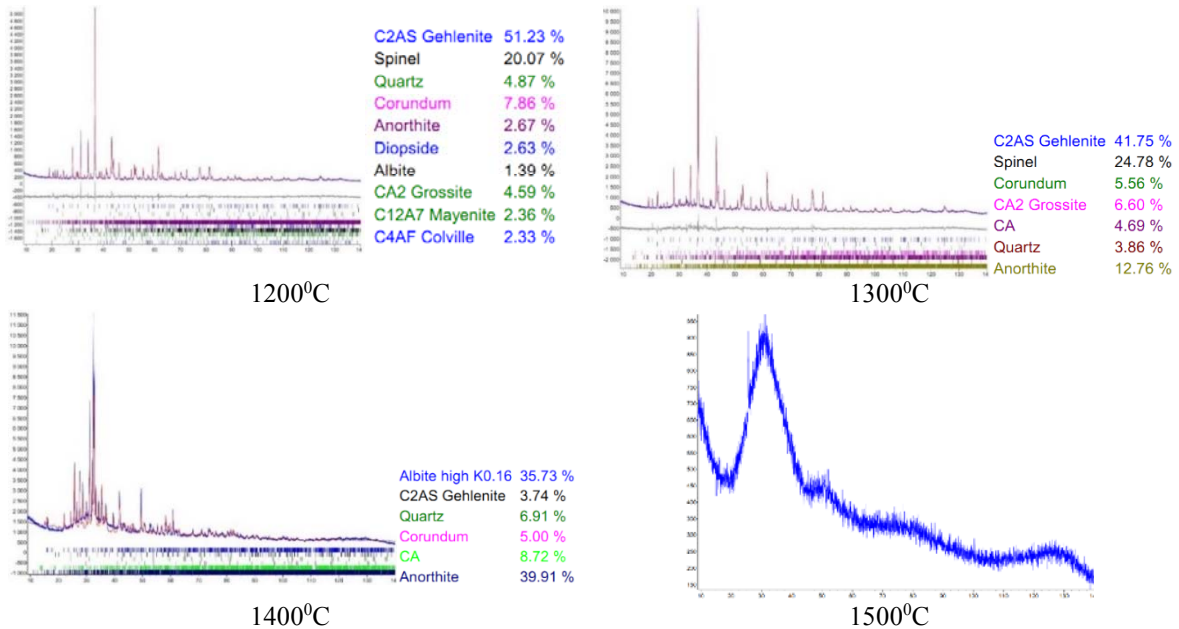


Рис. 1. Рентгеновские спектры образцов шлака после термообработки

В результате термообработки отмечено, что с повышением температуры количество структур уменьшается. Так, при температуре 1200 °C доминирующей фазой является геленит  $C_2AS$ , количество которого приближается к 50 %. Общий минералогический состав представлен шпинелью, корундом, кварцем,  $CA_2$  (гросситом),  $C_{12}A_7$  (маянитом),  $C_4AF$  (браунмиллеритом), альбитом, диопсидом. При термообработке при 1300 °C отмечены геленит, шпинель, корунд, кварц,  $CA$ ,  $CA_2$  (гроссит) и анортит (процентное содержание геленита несколько снижено). После обработки при 1400 °C преобладают минералы – альбит, анортит, также присутствуют кварц, корунд,  $CA$  и геленит. При 1500 °C – процент кристаллических фаз снижается и не превышает 25 %. Доминирующей фазой с большой вероятностью является корунд. После плавления система кристаллизуется в виде стекла.

Структурный состав термически обработанных солевых шлаков позволяет определить направление дальнейшей подготовки шлака для разработки технологии получения быстровязующих материалов.

Для определения направлений дальнейших исследований воспользуемся диаграммой состояния трехфазной системы  $CaO - Al_2O_3 - SiO_2$  (рис. 2), опубликованной в работе [5].

Получаемый фазовый состав термообработанного шлака находится в центральной части диаграммы, в области кристаллизации геленита, что также подтверждается наличием в минеральном составе структур, примыкающих к области геленита.

Анализ диаграммы состояния области кристаллизации позволяет сделать следующий вывод: солевой шлак может быть сырьем для получения вязующих материалов, близких по составу к портландцементу. По диаграмме видно, что при увеличении содержания  $CaO$  и  $SiO_2$  область кристаллизации материала смещается в область портландцемента, где доминируют силикаты кальция  $C_3S$  и  $C_2S$ . В тоже время применение солевых шлаков для получения портландцементных клинкеров нецелесообразно ввиду отсутствия достаточно количества исходного материала и повышения технологической сложности.

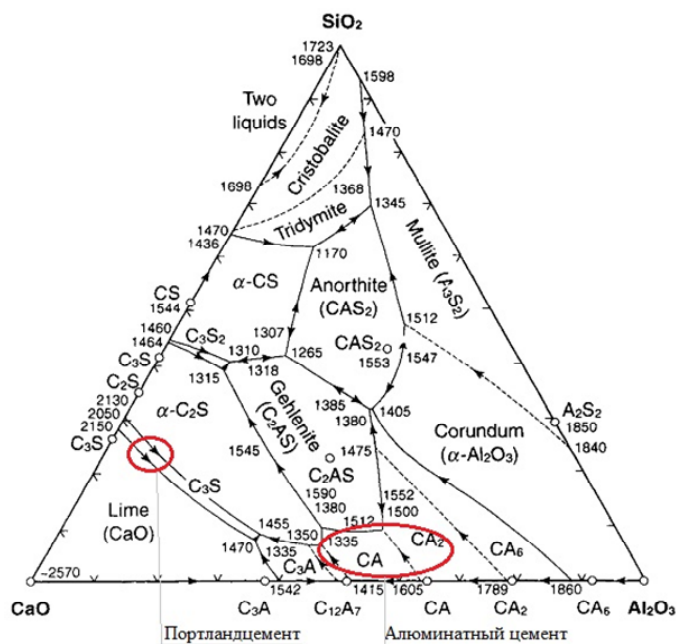


Рис. 2. Диаграмма состояния системы CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub>

Напротив, при удалении из исходного шлака SiO<sub>2</sub>, присутствующего в виде кварца, область кристаллизации смещается в зону глиноземистого цемента. С учетом того, что объем производства алуминатных цементов значительно ниже портландцемента, то существующие сегодня объемы солевых шлаков обеспечивают необходимую сырьевую базу.

С целью повышения содержания фаз, отвечающих за вяжущие свойства глиноземистого цемента (CA, CA<sub>2</sub>) необходимо исследовать возможность удаления избытка кварца, который образывает гидравлически не активную фазу – геленит (C<sub>2</sub>AS).

В качестве способов снижения содержания кварца на этапе дальнейших исследований следует рассмотреть флотационное извлечение SiO<sub>2</sub> и введение в полученную сырьевую шихту флюоритов, которые позволят сместить кристаллизацию системы в область алуминатов кальция за счет связывания кремнезема в кремнефториды.

### Литература

1. Кузнецова Т. В. Глиноземистый цемент / Т. В. Кузнецова, Й. Талабер. – М.: Стройиздат, 1988. – 267 с.
2. Будников П. П. Химия и свойства глиноземистого и расширяющегося цементов / П. П. Будников, И. В. Кравченко // Новое в химии и технологии цемента (труды совещания по химии и технологии цемента, 1961 г.). – М., 1961. – С. 112–145.
3. Кравченко И. В. Глиноземистый цемент / И. В. Кравченко. – М.: Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. – 175 с.
4. Штарк Й. Цемент и известь / Й. Штарк, Б. Вихт; пер. с нем. – Киев, 2008. – 480 с.
5. Hewlett P. C. Lea's Chemistry of Cement and Concrete / P. C. Hewlett. – Ed. 4. – London: Butterworth-Heinemann, 2004. – 1092 p.

**СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ**

УДК 72.036(460.23)

*Дарья Сергеевна Козлова*, студентка  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Василий Семенович Горюнов*, д-р архитектуры,  
профессор  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: kozlova-1992@yandex.ru,*  
*vsgorunov@rambler.ru*

*Darya Sergeevna Kozlova*, student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Vasily Semenovich Gorunov*, Dr of Architecture,  
Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: kozlova-1992@yandex.ru,*  
*vsgorunov@rambler.ru*

**КАТАЛОНСКИЙ МОДЕРНИЗМ И ЕГО УТОПИЗМ**

**CATALAN MODERNISM AND ITS UTOPIANISM**

В современной отечественной литературе уделяется огромное внимание творчеству Антонио Гауди, но не рассматривается явление каталонского модернизма в целом, который возник как одно из проявлений каталонизма (каталонского национализма), основываясь на синтезе национальной культуры Каталонии и новых технологий и материалов. В данной статье коротко даны исторические и социальные аспекты этого явления, рассмотрены философские и эстетические взгляды нового креативного класса, возникшего в Каталонии на рубеже XIX–XX веков, а также изучено творчество основных выдающихся архитекторов этого времени: Антонио Гауди-и-Корнета, Луиса Доменека-и-Монтанера, Жозепа Пуч-и-Кадафалка и Жосепа Марии Жужоля.

*Ключевые слова:* архитектура, история архитектуры, Каталония, каталонский модернизм, утопизм

In modern Russian literature pays great attention to the work of Antoni Gaudí, but is not considered a phenomenon of Catalan modernism in general which has emerged as one of the manifestations of Catalan nationalism based on a synthesis of the national culture of Catalonia and new technologies and materials. This article briefly given historical and social aspects of this phenomenon, review the philosophical and aesthetic views of the new creative class that emerged in Catalonia at the turn of XIX–XX centuries, and research creative core of outstanding architects of that time: Antoni Gaudí i Cornet, Lluís Domènech i Montaner, Josep Puig i Cadafalch and Josep Maria Jujol.

*Keywords:* architecture, History of architecture, Catalonia, catalan modernism, utopianism

На рубеже XIX–XX вв. под влиянием общеевропейских тенденций в Испании, и, в частности, в ее самой богатой части – Каталонии, со столицей Барселоной, происходят все те же процессы, что и во всех регионах с бурно развивающейся промышленностью. Барселона была охвачена всеобъемлющими социальными и промышленными преобразованиями и находилась на грани социального перелома.

Вместе с индустриализацией региона, то есть его обогащением и развитием, повышается его самостоятельность от центра, а вместе с давним соперничеством с Мадридом растут сепаратистские отношения среди элиты и нового класса [1, с. 13–18].



Рис. 1. Испания, автономная область Каталония

Вместе с этими настроениями и большой автономией идет возрождение каталонской культуры, языка, возвращение к местным традициям и истокам, как в литературе,

живописи, архитектуре. Идет общий духовный патриотический подъем, стремление ко всему каталонскому. В шумихе бурных национально-патриотических дебатов повышается интерес к ускоренному выявлению культурного своеобразия Каталонии с единственной целью, добиться широкой региональной и политической независимости от Мадрида.

Именно в это время в Каталонии, в частности, в Барселоне появляется стиль модерн, здесь он имеет самое сильное развитие в Испании, наряду с Мадридом, а в чем-то опережая его. В отличие от аристократической элиты Мадрида, буржуазия Каталонии не распределяла полученные государственные деньги, а жаждала вкладывать свои собственные средства в создание новой окружающей среды. Все это увеличило сепаратистские, националистические настроения, возросло желание создать заново свою каталонскую культуру, литературу, архитектуру и т. д. Проводником этих идей как раз был новый креативный класс, который включал в себя людей с новыми взглядами на жизнь, идеями, вкусами, потребностями и с деньгами: буржуа, и люди, воплощающие их идею и работающие в этой новой социокультурной среде: художники, архитекторы, скульпторы, журналисты, литераторы и т. д. Все они сформировали новый социальный класс, который нуждался в новой политической, социально-культурной, эстетической среде, удовлетворяющий его потребности [2, с. 7–8].

Модернизм – это не стиль, потому что не может быть сведен к формальным или стилистическим критериям общих констант. Это процесс трансформации каталонской культуры между 1881 и 1906 гг., который представляет собой путь от традиционной и региональной культуры к культуре национальной и современной. Существуют три способа, посредством которых Каталония становилась современной:

1. Преемственность моды из Парижа. Париж был законодателем моды, и то, что было модно в Париже, было модно во всем мире, в том числе и в Каталонии.

2. Частная инициатива. Дворец каталонской музыки и собор Саграда Фамилия были построены на частные пожертвования, а больница Сант-Пау – на деньги которые завещал каталонский финансист Пау Гил.

3. Новый средний класс, состоящий из врачей, инженеров, юристов и сыновей хороших семей. Они покупают журналы, ходят в театры и лицеи.

Течение каталонского модернизма делится на 2 этапа. Первый этап назван в испанской литературе *протомодернизмом*. В нем доминируют такие стили как неоготизм и неомудехар. Второй этап – это чистый каталонский национальный модернизм [3]. Его появление связано со Всемирной Выставкой в Барселоне. Основные принципы этого движения, четко определены в статье Луис Доменек-и-Монтанера (1849–1923) «В поисках национальной архитектуры», опубликованной в 1878 году в журнале « *Renaixensa*». В своей статье Доменек-и-Монтанер призывает обратиться к местной природе и историческим стилям Каталонии, объединить их, соединить с новыми конструкциями и технологиями, и создать, таким образом, новую национальную архитектуру [4].

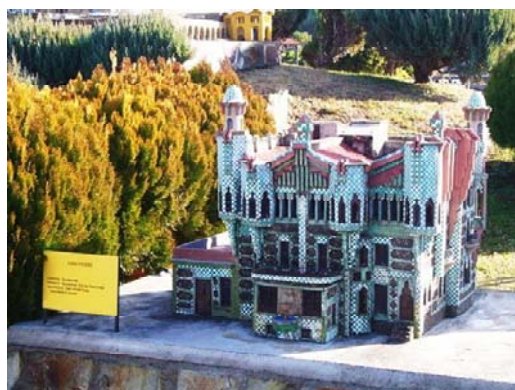


Рис. 2. Каса Висенс, Барселона, арх. А. Гауди, 1883–1885

Центральной фигурой каталонского модернизма был *Антонио Гауди-и-Корнет* (1852–1926). Эволюцию идей Гауди можно проследить только по его творчеству. Но неизменной была его приверженность регионалистскому движению, каталонской культуре и языку. Стремление создать «истинно каталонскую» архитектуру, стоявшее за его поисками, определяло независимую отстраненность оценки явлений, внешних по отношению

к Каталонии – в том числе и связанных с культурой других регионов Испании. В 1870-х гг., когда он начал свою профессиональную деятельность, едва ли не единственным путем самоутверждения национальной культуры виделось обращение к ее истокам, ее истории и мифам о ее «Золотом веке».



Если Гауди в 1880-е годы был явлением единичным в современной ему испанской архитектуре, то в 1890-е годы картина переменилась: начал формироваться «каталонский модернизм», достигший вершины позднее – в 1900-е годы.

Ученик архитектора Гауди, *Жосеп Мария Жужоль* (1879–1949), является одним из последних архитекторов модернистской архитектуры. Его работы: Дом Негре (Эгхам, 1915–26), Театр Метрополь (Таррагона, 1908), церковь Вистабелья (1918–1923) и храм Монтсеррат (Монтферри, 1926–31) демонстрируют сильную связь глубоко религиозного чувства с сельской традицией Каталонии. Свобода, с которой Жужоль использует декоративные элементы и традиционные объекты (кувшины, рыболовные инструменты), позволяет ему ссылаться на более поздние художественные течения, такие как сюрреализм.



Рис. 3. Каса Негре, Барселона, арх. Ж. Жужоль, 1915–1926



Рис. 4. Госпиталь Сан Пау, Барселона, арх. Л. Доменек-и-Монтанер, 1902–1913

Некоторые из выдающихся архитекторов Каталонии были также политиками и писателями – *Луис Доменек-и-Монтанер* и *Жозеп Пуч-и-Кадафалк*. Их политическая деятельность помогла им как строителям и художникам установить и расширить идеи каталонского национального самосознания и собственного движения искусства и культуры.

*Луис Доменек-и-Монтанер* (1850–1923). Родился и умер в Барселоне. Выдающийся каталонский архитектор и политик. Его статья «В поисках национальной культуры» стала манифестом современной каталонской архитектуры. Свои политические взгляды, а именно: умеренный консерватизм и каталонский национализм – наложили самый серьезный отпечаток на его блестящее творчество. Он явился родоначальником архитектуры модернизма в Каталонии, стиля, не похожего на архитектуру Мадрида того времени. Наиболее продуктивным периодом архитектора был рубеж XIX–XX вв. В это время он строит в Барселоне свои наиболее значительные сооружения: Дворец каталонской музыки, Госпиталь Сан Пау, «Замок трех драконов», Дом Лео Морера, жилые дома.

*Жозеп Пуч-и-Кадафалк* (1867–1956) был архитектором, искусствоведом и политиком. Творчество Пуча тесно связано с чувством принадлежности к земле, а также с исторической феодальной и аристократической архитектурой Каталонии. Пуч-и-Кадафалк считал, что его творчество – это продолжение традиционной архитектуры посредством новых материалов и технологий. Его любимым стилем была высокая североевропейская готика, что ярко проявилось в его зданиях. При этом он активно использовал элементы скандинавской архитектуры. Он не признавал влияния мавританской культуры на архитектуру Каталонии и считал, что Каталония всегда была частью Европы, а не Испании. На этом основании Жозепа Пуч-и-Кадафалка обвиняли в сепаратизме. Будучи историком искусств и политиком, он явился одним из последних представителей каталонского модернизма и первым представителем новесентизма [5].



Рис. 5. Каса Колл и Регас,  
арх. Ж. Пуч-и-Кадафалк, 1897

признавала необходимость тесной связи национальной культуры и искусства. Они поддерживали политику каталонизма и боролись за предоставление Каталонии более широкой автономии в рамках государства.

#### Литература

1. *Сарабьянов Д. В.* Стиль модерн: истоки, история, проблемы / Д. В. Сарабьянов. – М.: Искусство, 1989. – 294 с.
2. *Крунна М. А.* Гауди / пер. с нем. Н. Д. Кортуновой, Р. Г. Секачева. – М.: Арт-Родник, 2004. – 98 с.
3. *Montes Gutierrez Rafael.* El modernisme ondulante / Rafael Montes Gutierrez // *Arquitectura y urbanismo en los siglos XIX y XX*; Tema 11. – Cartagena, 2011, – Pàg. 5.
4. *Domenech-i-Montaner Lluís.* En busca d'una arquitectura nacional / *Lluís Domenech-i-Montaner* // *La Renaixença.* – 1878. – Vol. I. – № 4. – Pàg. 149–160.
5. *Cirici Alexandre.* Arquitectura de Puig i Cadafalch / Alexandre Cirici // *Cuadernos de arquitectura.* – 1966. – № 63. – Pàg. 49–52.

#### УДК 711.01/109+719

*Екатерина Александровна Найданова-Каховская,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Сергей Владимирович Семенцов,* д-р архитектуры,  
профессор  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: thesecretgarden@mail.ru*  
*s.sementsov@mail.ru*

*Ekaterina Aleksandrovna Naidanova-Kakhovskaia,*  
post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Sergey Vladimirovich Sementsov,* Dr of architecture,  
Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: thesecretgarden@mail.ru*  
*s.sementsov@mail.ru*

### МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ИСТОРИКО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ОПОРНОГО ПЛАНА И ВЫЯВЛЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ОХРАНЫ

#### THE METHODOLOGY OF THE HISTORICAL AND URBAN BASIC PLAN AND IDENTIFY URBAN CONSERVATION UNITS TITLE

Статья посвящена проблемам сохранения и стабилизации градостроительной ткани города Смоленска, созданию алгоритма моделирования историко-градостроительных опорных планов, механизмам стабилизации и усовершенствования градостроительной среды исторического центра города. Обозначены и структурированы основные важные правила выявления градостроительных объектов охраны и описаны

критерии их сравнения. Описана сама методика создания историко-градостроительного опорного плана. Выявлен и обозначен результат работы по созданию историко-градостроительного опорного плана, который необходимо совмещать и связывать с регламентами в области историко-культурного наследия, архитектурно-градостроительными регламентами. Описана необходимость включения в структуру модели историко-градостроительного опорного плана следующих позиций оценки качества градостроительной среды: средовая застройка, исследуемые территории, исследуемые объекты, рамочные границы.

*Ключевые слова:* историко-градостроительный опорный план, средовая застройка, исследуемые территории, исследуемые объекты, рамочные границы, основные критерии выявления и оценки градостроительных объектов, подлежащих охране.

The article is devoted to problems of preservation and stabilization of town-planning structure of the city of Smolensk, creation of algorithm of modeling of historical and town-planning basic plans, mechanisms of stabilization and improvement of the town-planning environment of historic center of the city. The basic important rules of identification of town-planning objects of protection are designated and structured and criteria of their comparison are described. The technique of creation of the historical and town-planning basic plan is described. The result of work on creation of the historical and town-planning basic plan which needs to be combined and interconnected with regulations in the field of historical and cultural heritage, architectural and town-planning regulations is revealed and designated. Need of inclusion in structure of model of the historical and town-planning basic plan of the following positions of an assessment of quality of the town-planning environment is described: environmental building, the studied territories, the studied objects, frame borders.

*Keywords:* the historical and town-planning basic plan, environmental building, the studied territories, the studied objects, frame borders, the main criteria of identification and an assessment of the town-planning objects which are subject to protection.

В последнее время особенно остро встали проблемы сохранения Смоленска, охраны и восстановления его исторического ансамбля в условиях новой социально-экономической ситуации, оформления собственности на землю, активной частной застройки, грубо вторгающейся в городской ландшафт, передачи в аренду и бессрочное пользование церковным общинам памятников без необходимых надежных гарантий их сохранения и должного содержания и т. д.

Поэтому очень важно муниципалитетам уже сейчас резко увеличить бюджетное финансирование, направив его на создание реальных городских (муниципальных) программ, создание градостроительной документации по охранному зонированию и моделирование историко-градостроительных опорных планов, конкретной документации в части градостроительства – проектов планировки и межевания территории города.

При современной градостроительной политике Российской Федерации, каждый город, являющийся историческим, должен иметь разработанную «Программу сохранения и реконструкции исторического центра города и других исторических территорий», учитывающую региональные особенности исторического градостроительного наследия, особенности производственной, образовательной, рекреационной, культурной и прочих видов деятельности и направленностей конкретного градостроительного образования. На основе «Программы» определяются условия и механизмы управления градостроительным процессом, которые формируются в отдельный документ, регламентирующий особенности градостроительной деятельности на территории исследуемого города, или включаются в городской Устав отдельной главой.

При анализе и систематизации материалов, затрагивающих тему научного исследования автора, можно обозначить и структурировать методику создания историко-градостроительного опорного плана и определения правил выявления градостроительных объектов охраны и критериев их сравнения.

Методика создания историко-градостроительного опорного плана включает в себя несколько этапов. Во-первых, исследованию подвергают существующее положение, создают раздел историко-градостроительного исследования, в который входят: этапы формирования исторических красных линий, этапы формирования границ земельных участков при межевании, этапы формирования застройки территории. Затем проводят комплексное исследование существующего положения территории: существующая разбивка



на участки; функциональное зонирование; архитектурно-планировочные особенности застройки; трассировка существующих дорог, пешеходные пути движения людей, места временного хранения автомобилей – автомобильные стоянки; благоустройство (экология); памятники, мемориальные объекты и их охранные зоны; существующее законодательство и градостроительные регламенты на эту территорию (в части выявления соответствия или не соответствия). Выполняется наиболее полная фотофиксация исследуемой городской территории. Изучается и структурируется с примерами и списком иконография, библиография по теме исследования. В результате проанализированного собранного материала обосновываются основные позиции и выводы, которые ложатся в основу для составления историко-градостроительного опорного плана (в том числе, и на основе данных, полученных при топографическом анализе исследуемой территории). План разрабатывается на топографической съемке в масштабе от 1:2000 до 1:500. В нем уточняются списки охраняемых и предлагаемых для взятия под охрану объектов, предметы охраны, которые, в свою очередь, делятся на следующие составляющие – по кварталам, по участкам, по объектам.

Результатом разработки историко-градостроительного опорного плана становятся следующие градостроительные регламенты: архитектурно-градостроительный и историко-культурный. В самом историко-градостроительном опорном плане, как привило, необходимо выделить четыре основных подраздела: средовая застройка, исследуемые территории, исследуемые объекты, рамочные границы.

Застройка по качественным характеристикам подразделяется на ценную средовую, дисгармоничную, фоновую. К ценной средовой застройке относят: объекты культурного наследия федерального, регионального и местного значения – памятники истории, градостроительства и архитектуры, включенные в единый реестр объектов культурного наследия; вновь выявленные объекты культурного наследия, рекомендуемые к включению в единый реестр и взятию на государственную охрану; утраченные объекты культурного наследия, рекомендуемые к воссозданию. К дисгармоничной застройке: строения, подлежащие сносу; современные строения, поставленные на местах исторических построек и подлежащие реконструкции с приданием им фонового нейтрального облика. К фоновой застройке следует отнести: объекты, подлежащие реконструкции с сохранением их фоновых характеристик.

Исследуемые территории подразделяются на: памятники археологии; зоны утраченных объектов, имеющих историческую значимость; зоны особо ценного ландшафта; зеленые насаждения общего пользования; участки улиц, сохранивших историческое мощение; кладбища; современная усадебная застройка; современная жилая застройка; водоемы; памятные места; городские площади; промышленные зоны и т. д.

Объекты в историко-градостроительном опорном плане – это главные транспортные направления; мосты утраченные – существующие; здания с элементами народного творчества; памятники монументального искусства; номера объектов по предыдущему опорному плану и т. д.

Границы подразделяются на исторические красные линии; современные красные линии; границы охранных зон; границы исторического межевания; границы современного межевания и т. д.

Необходимо описать и выявить основные принципы установления градостроительных объектов, подлежащих охране и сохранению, и определить критерии их оценки:

1. Местонахождение (локализация), обусловленное исторически, топографическое положение объекта градостроительного исследования, дающее возможность определить и описать границы.

2. Высокая степень исторической достоверности, определение уровня сохранности, описание целостности восприятия исторической планировочной структуры и градостроительной среды.

3. Высокая плотность объектов культурного наследия на исследуемой территории (наличие памятников истории и культуры), а также наличие зданий и сооружений, обладающих всеми признаками объекта культурного наследия, наличие ценных объектов историко-градостроительной среды.

На основании вышеописанных принципов установления градостроительных объектов охраны, возможно установить, что является градостроительным объектом охраны, который подлежит безусловному сохранению при всех видах градостроительной или иной деятельности.

В планировке территории – как градостроительном объекте охраны – исследуются направления улиц; расположение, форма и размеры площадей, скверов, бульваров; определяются исторические красные линии и исторические линии регулирования – застройки (рекомендуемые к сохранению исторические красные линии и исторические линии регулирования – застройки отображаются на историко-градостроительном опорном плане, потому что иногда они подлежат уточнению и изменению при появлении новых приоритетных градостроительных задач); определяется иерархия элементов исторической градостроительной планировки и застройки; плотность, ритм и модуль застройки.

В застройке – как градостроительном объекте охраны – исследуются объекты культурного наследия: памятники, ансамбли (которые подлежат реставрации и другим охраняемым мероприятиям по их сохранению в соответствии с требованиями нормативной документации, Федеральных законов [1; 2] и установленных методик); объекты, которые обладают признаками объектов культурного наследия и предлагаются научно-исследовательской документацией к включению в Единый государственный реестр объектов культурного наследия в качестве памятников, ансамблей (которые подлежат реставрации и другим охраняемым мероприятиям по их сохранению в соответствии с требованиями нормативной документации, Федеральных законов [1; 2] и установленных методик); ценные объекты историко-градостроительной среды (которые подлежат ремонтным работам или реконструкции с элементами реставрации); рядовые объекты историко-градостроительной среды – в том случае, если определена целесообразность и необходимость их ремонта или реконструкции; определяется и уточняется на местности историческое местоположение памятников, ансамблей; высчитываются высотные характеристики; описывается объемно-пространственная композиция исторической застройки, силуэтные характеристики, определяется конфигурация исторических кровель, характерные для исследуемой застройки; описывается тип организации фронта исторических улиц; исторические границы земельных участков – парцелляция (там, где они могут быть выявлены, сохранены и закреплены на местности); подробно исследуется и описывается стилистика и масштаб, характерные для основной массы исторических зданий и сооружений; традиции в использовании строительных и отделочных материалов, цветовой гаммы фасадов; традиционно применяемые элементы малых архитектурных форм и благоустройства.

В композиции – как градостроительном объекте охраны – исследуются и описываются образные характеристики; объемно-пространственная структура исследуемой территории, так называемое соотношение параметров исторической городской застройкой и историческими архитектурно-градостроительными доминантами с окружающей фоновой застройкой (по выявлению масс, высотным и силуэтным параметрам); уточняется система пространственного расположения доминант, существующих и утраченных, которые составляли и составляют в настоящее время пространственно-композиционный каркас исследуемого города, определяется соотношение этих доминант с окружающим природным и искусственным ландшафтом, с высотными характеристиками рельефа исследуемой территории; уточняется и высчитывается соотношение между застроенными и не застроенными пространствами градостроительной ткани; вычерчиваются композиционные оси и связи; определяются виды и панорамы, имеющие наилучшее раскрытие в точках восприятия.

В природном ландшафте – как градостроительном объекте охраны – описывается достаточно подробно рельеф местности береговые полосы, водоохранные зоны, овраги; зеленые массивы; отдельно исследуется дендрологическая карта исследуемой территории.

Изучение археологического слоя должно быть выделено в отдельный раздел при составлении данной классификации, поскольку при его изучении и исследовании он подлeжит фактическому уничтожению.

Отдельно следует сделать акцент при изучении соотношения между различными городскими пространствами (свободными, застроенными, озелененными). При этом становится понятна необходимость сохранения незастроенной озелененной территории общего пользования – городских лесов, лесопитомников, скверов, парков, бульваров, садов, придомовых территорий – так называемого внутриквартального озеленения, являющейся неотъемлемой частью исторической планировки, характерной для определенных типов застройки) и площадей. Выделяя эту подгруппу пространств, как озелененных, так и не подлежащих озеленению, дополнительно делается акцент на этом разделе историко-градостроительного опорного плана.

Объемно-пространственная структура исследуемой территории усиливает значение, на взгляд автора, важнейшего ныне утраченного раздела генерального плана – композиция. Необходимо пересмотреть отношение как Федерального, так и местного законодательства к этому необходимому разделу. Его очень трудно оценивать, но без него сам смысл разработки градостроительной документации – градостроительного проектирования в комплексе исчезает.

Такое понятие, как фрагментированное и руинированное градостроительное наследие – это те объекты, которые сохранились фрагментарно и/или находятся в руинированном состоянии, но обладают значительной градостроительной, археологической и исторической ценностью. Такие объекты подлежат безусловной консервации, при этом возможно их воссоздание для восстановления объемно-пространственной композиции градостроительной ткани исследуемого города.

Вид и форма зданий и сооружений, объединенных единым масштабом, объемом, архитектурной стилистикой, применяемыми материалами, колористическим решением и декором – также являются важным исследуемым элементом градостроительной ткани.

Важно определить процентное соотношение градостроительной среды с природным окружением: озелененные придомовые территории, дворы при жилых домах, являющиеся неотъемлемой частью планировки, характерной для определенных типов застройки; соотношение высотных параметров и характера исторической застройки набережных, береговых полос и подгорных участков (за исключением диссонирующих элементов). И, безусловно, необходимо исследовать периодизацию функционального зонирования исследуемого исторического города.

Из всего перечисленного стоит выделить в отдельную подкатегорию и другие ценные объекты: семантические (так называемые знаковые) и мемориальные составляющие историко-культурного ландшафта.

Только на основании подробного изучения всех составляющих историко-градостроительного опорного плана, могут быть качественно разработаны и составлены не только сами историко-градостроительные опорные планы.

Это позволит, что действительно необходимо в таких исторических городах, как Смоленск и другие, осуществить выход на грамотные, законодательно обоснованные градостроительные регламенты, позволяющие динамично, своевременно и гармонично для того или иного исторического города осуществлять так называемое «территориальное планирование». На взгляд автора, именно в отношении города Смоленска существует градостроительный, правовой вакуум, который не может быть заполнен без изучения исторических характеристик и закономерностей, свойственных ему. И никакие «Правила землепользования и застройки...», корректировки Генерального плана не восполнят, а тем бо-

лее не заменят такой необходимый документ, как историко-градостроительный опорный план и созданные на его основе регламенты.

В статье представлена очень краткая методика разработки историко-градостроительного опорного плана. Аспектов, влияющих на создание историко-градостроительного опорного плана, гораздо больше, но автором была поставлена задача описать разработанную основную модель (методику), по которой можно практически рассматривать, как новые корректировки Генерального плана г. Смоленска, так и остальные градостроительные документы – проекты планировки и межевания территорий.

### Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 28 июля 2012 г.) [Электронный ресурс] // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=133425> (дата обращения: 23.04.2015).
2. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон от 31 декабря 2005 г. № 210-ФЗ (ред. от 20 марта 2011 г.) // КонсультантПлюс. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=111882;fld=134;dst=4294967295;rnd=0.14783629972873297;from=57438-0> (дата обращения: 23.04.2015).

### УДК 711.4 (470.23)

*Мария Андреевна Шапченко*, студентка  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Надежда Александровна Акулова*,  
ассистент кафедры  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: shapchenkomasha@gmail.com,*  
*naroma@list.ru*

*Maria Andreevna Shapchenko*, student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Nadejda Aleksandrovna Akulova*,  
Teaching Assistant  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: shapchenkomasha@gmail.com*  
*naroma@list.ru*

## ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ МАСШТАБА ГОРОДА ПУШКИН

### THE PROBLEM OF PRESERVING THE SCALE OF THE TOWN OF PUSHKIN

В статье рассматривается проблема сохранения масштаба застройки в маленьких исторических городах на примере города Пушкин. Проводится анализ застройки исторического центра в период XIX– начала XX века, затем анализируется сегодняшняя ситуация. Поднимаются следующие проблемы: преемственность между историческим центром и новыми районами, отсутствие инфраструктуры, визуальное восприятие структуры города Пушкина. Разработаны схемы масштабов исторической среды и современной.

*Ключевые слова:* исторические города, исторический центр, город Пушкин, Царское Село, масштаб, регламент, охрана наследия.

The aim of this paper is to analyze the issue of preservation of the development scale in small historical cities using Pushkin as the case study. This article provides analysis of development in historical center of Pushkin both in the period from the 19th to 20th century and nowadays. This paper arises some of the problems of those cities: continuance between historical center and modern districts, lack of ground organization, visual comprehension of Pushkin's spatial planning.

*Keywords:* historical cities, historical center, Pushkin, Tsarskoye Selo, scale, regulations, heritage protection.

Анализ маленьких исторических городов имеет свои характерные особенности. Как и анализ любой исторической структуры, он включает в себя картографирование этапов градостроительного развития, выявление особенностей застройки, ранжирование доминант. Одной из важнейших проблем развития любой исторической структуры является отсутствие преемственности в ее развитии. Как правило, уходит довольно много средств на восстановление и реставрацию отдельных памятников и считается второстепенной задачей сохранение масштаба, внедрение новых функций, благоустройство и озеленение

территории, регламентирование объектов нового строительства. Оторванность исторического центра от новых территорий приводит к консервации среды, и как следствие, к ее утрате.

Город Пушкин сегодня туристический центр, находящийся под охраной ЮНЕСКО, с населением около 100 тысяч человек. Историческая застройка города происходила в основном в XIX веке. Далее, в период с 20-ых годов XX века, стал активно застраиваться жилыми домами. Сейчас территории деревень, когда-то прилегающих к Царскому Селу, застраиваются новыми жилыми районами [1].

В любом случае, в маленьком городе композиционная структура улиц и кварталов является более очевидной, чем в большом городе. Поэтому так важно при новом строительстве и работе с памятниками ориентироваться не только на конкретном объекте, но и грамотно связывать его с контекстом.

Исторически Царское Село имело регулярную планировку, которая формировала квартал (рис. 1).

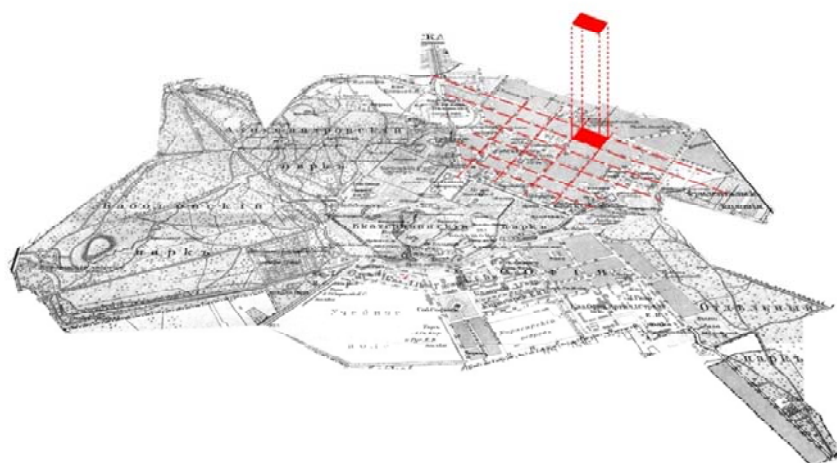


Рис. 1. Исторический квартал Царского Села в нач. XX века

Квартал, в свою очередь, был разделен на индивидуальные участки (10–20 штук), включающие дома, хозяйственные постройки и участок земли для сада и огорода. Типовой дом был не длиннее 13 метров и не выше 2 этажей (рис. 2) [2].

Город имел особый масштаб, был соразмерен человеку, удобен в пользовании и имел индивидуальный образ. Со временем застройка увеличилась еще на 2–3 этажа, однако при рассматриваемой нарезке масштаб не так заметно укрупнился (рис. 3).

На сегодняшний день исторический центр не выходит за рамки 4 этажей (рис. 4), сохранилось много памятников архитектуры. Но город начинает развиваться по экспоненте. Новые кварталы становятся все выше и пропорционально крупнее.

Появляются многоэтажные дома, количество жителей увеличивается (рис. 5). Ситуация закономерна для любого развивающегося города, однако можно найти и ряд проблем вызываемых подобным ростом.

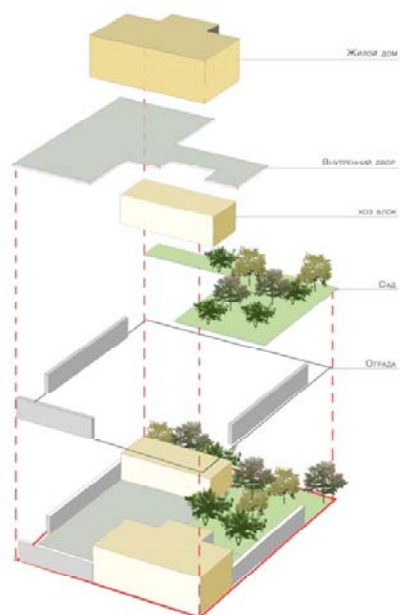


Рис. 2. Взрыв-схема типового участка в квартале Царского Села XIX – нач. XX века

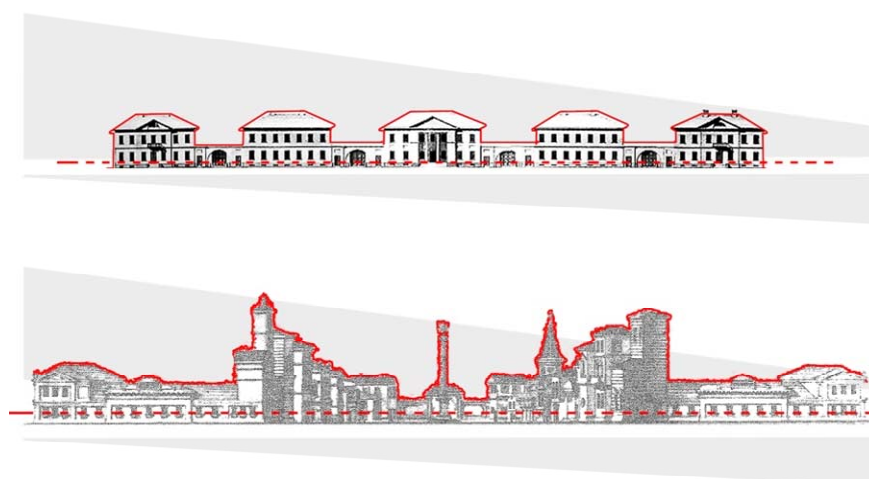


Рис. 3. Анализ застройки Царского Села по проекту архитектора В. Гесте, нач. XIX века



Рис. 4. Анализ современной пятиэтажной застройки города Пушкин



Рис. 5. Анализ современной многоэтажной застройки города Пушкин

Отсутствие инфраструктуры, благоустроенных общественных пространств, более удобной связи с Петербургом приводит к тому, что городской центр пустеет. Соответственно необходимо создавать дополнительные места притяжения для жителей и как-то внедрять построенные объемы в структуру.

#### Литература

1. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2014 года [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce) (дата обращения 15.05.2015).
2. Мощенникова М. А. Историческая застройка Царского Села: исторический очерк градостроительного развития (XVIII – начало XX века) / М. А. Мощенникова, Н. А. Корнилова // Дворцовый город. Царское Село. – СПб., 2009. – С. 5–94.

### **СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

УДК: 711.523 (470.23-25)

*Нина Михайловна Дрижаполова*  
старший преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: nm.drizhapolova@gmail.com*

*Nina Mikhailovna Drizhapolova,*  
Senior Lecturer  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: nm.drizhapolova@gmail.com*

### **СПЕЦИФИКА НОВОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ ИСТОРИЧЕСКОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ АДМИРАЛТЕЙСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)**

#### **SPECIFICS OF NEW HOUSING CONSTRUCTION IN THE CENTRAL DISTRICTS OF HISTORICAL CITY (ON EXAMPLE OF ADMIRALTY DISTRICT OF SAINT PETERSBURG)**

Проблема нового жилищного строительства в исторической части города не решена, вследствие чего размещение новых жилых домов производится бессистемно, нарушая целостность восприятия сложившейся исторической среды города. Существует даже мнение о запрете уплотнительной застройки в центре города. Однако утрата жилой функции приводит не только к потере исторического облика, инвестиционной привлекательности и социальной насыщенности среды, но и к ее криминализации. В статье приведены примеры осуществленного строительства новых жилых комплексов в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга. Рассмотрены проблемы, появившиеся в процессе реализации их. На основании анализа рассмотренной практики строительства даны предложения по размещению нового жилья и принципы его организации.

*Ключевые слова:* новое жилищное строительство, исторический центр города, историко-культурные ограничения, зона исторической застройки, уплотнительная застройка.

This article include same ideas about the new houses for living in the central districts of historic towns based on the example of Admiralteisky district of Saint-Petersburg. The article gives examples of implemented construction of new residential complexes in the Admiralty district of St. Petersburg. The problems appeared in the process of implementing them. Based on the analysis of practice of the construction, the author gives proposals for the placement of new housing and the principles of its organization.

*Keywords:* new living buildings, the historical center of town, the historical and cultural limits, area of historic development, infill construction.

Новое (в том числе жилищное) строительство в центральных районах исторического города неизбежно. Несомненно, в случае преобразования среды центральных районов исторического города, предпочтение должно отдаваться реконструкции и приспособлению для современного использования объектов. Этого требует и режим зон охраны исторической застройки. Однако существуют ситуации, в которых необходимо применение нового строительства.

Кроме того, необходимость сохранения жилья в центре города в настоящее время подтверждена различными исследованиями. Утрата жилой функции приводит не только к потере исторического облика, инвестиционной привлекательности и социальной насыщенности среды, но и к ее криминализации.

Данное исследование ограничивается следующими рамками.

**Предмет исследования:**

новое жилищное строительство в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга.

**Цель и задачи исследования:**

- изучение, систематизация и оценка строящихся и планируемых к строительству жилых зданий и комплексов на территории Адмиралтейского района Санкт-Петербурга;
- анализ возможных территориальных резервов и вариантов размещения нового жилищного строительства в системе района;
- определение специфики проектирования и строительства жилья в центральных районах города;
- разработка рекомендаций по наиболее целесообразному применению данного вида застройки.

Исследование проведено на основе общедоступных материалов Комитета по градостроительству и архитектуре и Администрации Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, а также проектных материалов.

**Территориальные резервы для размещения новой жилой застройки в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга**

Адмиралтейский административный район Санкт-Петербурга является одним из центральных районов города. На территории района действуют историко-культурные ограничения в виде режимов следующих зон охраны: объединенная охранная зона памятников истории и культуры Санкт-Петербурга, зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности различной категории. Часть территории района расположена за пределами зон охраны. Также на указанной территории находятся исторически ценные градоформирующие панорамы и ландшафты, исторические здания, исторически ценный фронт зданий и др. Новое строительство допускается режимами некоторых зон охраны, а также на участках, расположенных за пределами их [1].

Размещение жилой функции предусмотрено (градостроительными регламентами Правил землепользования и застройки Санкт-Петербурга) как в зоне многофункциональной жилой застройки, так и в зоне многофункциональной общественно-деловой застрой-



ки. В границах названных территориальных зон расположена основная часть территории Адмиралтейского района [2].

В Адмиралтейском административном районе Санкт-Петербурга строится и планируется к строительству очень мало жилья, учитывая специфику района. Необходим поиск территориальных резервов и изучение особенностей нового строительства жилых домов и комплексов в данной части города.

Исторически территория Адмиралтейского района («Адмиралтейской части») осваивалась на самых ранних этапах развития города. В районе большой фонд аварийных зданий. Иногда в аварийном состоянии находятся целые кварталы (особенно, внутриквартальные территории). «Обновление» данных территорий не всегда возможно за счет реконструкции. Действующие нормативы обеспечения устойчивого развития среды требуют кардинального ее преобразования с учетом современных требований и исторических особенностей.

Адмиралтейская часть, застраиваясь одной из первых частей исторического города, включала в себя все основные городские функции, в том числе промышленность. В настоящее время исторические промышленные предприятия оказались в центре города. Для приведения этих территорий в соответствие с окружающей застройкой центрального района города требуются преобразования по следующим направлениям:

- вывод предприятия и изменение функционального назначения территории (путем сноса промышленных объектов и нового строительства, в том числе жилья);
- сохранение стратегически важного промышленного производства в центре города (по согласованию с соответствующими министерствами и ведомствами) с преобразованием его территории в соответствии с современными нормативами и с учетом окружающей застройки (путем реконструкции и нового строительства объектов);
- сохранение отдельных частей исторически ценной промышленной застройки с приспособлением объектов для современного использования (в случае объектов культурного наследия) и замена промышленной застройки, не представляющей историко-культурную ценность (путем нового строительства – «достройки»), с изменением ее функционального назначения.

Следует отметить наличие в Адмиралтейском районе отдельных локальных массивов (и объектов) утраченной исторической застройки, что способствовало возникновению так называемой «уплотнительной застройки».

Уплотнительная застройка (в том числе, новое жилое строительство) возникла также на местах, зарезервированных (прежней властью) и не реализованных объектов социального назначения.

В советский период достаточно большие территории (в том числе, находившиеся в центре города) предоставлялись военному ведомству. В настоящее время некоторые из названных территорий находятся в удручающем состоянии. Производится инвентаризация бывших «военных» территорий с целью их упорядочения и, в том числе, выбора участков для строительства жилья для военнослужащих.

Вывод железнодорожной деятельности с территории бывшего Варшавского вокзала освободил достаточный участок для преобразований, в том числе и под жилую функцию. Следует заметить, что на территории за Варшавским вокзалом, среди других служебных построек, были размещены и ведомственные жилые дома и общежития.

Также под жилое строительство (в том числе ведомственное) могут использоваться участки, ранее предоставленные различным ведомствам под их специальные нужды и не используемые по назначению в настоящее время.

Следующим вариантом возможного территориального резерва для строительства жилья в Адмиралтейском районе является планируемая застройка части бывшего Митрофаньевского кладбища (при условии соблюдения требований федерального закона «О похоронном деле»). Несмотря на истекшие сроки захоронения и неопределенность (не до-

статочное научное обоснование) исторических границ кладбища, данный вопрос вызывает наибольший негативный резонанс у населения.

Исходя из изложенного, можно выделить следующие ситуационные варианты территориальных резервов для размещения нового строительства в центральных районах исторического города:

а) в составе уплотнительной застройки отдельными объектами на любой территории (кроме участков, находящихся в зонах охраны объектов культурного наследия, режимами которых новое строительство запрещено);

б) на территориях бывших промышленных предприятий после изменения их функционального назначения на участках:

– свободных от застройки (после сноса объектов и рекультивации территории) путем строительства крупных массивов комплексной застройки;

– на отдельных участках в виде отдельных объектов в дополнение к реконструируемым и приспособляемым для современного использования;

в) на территориях сплошной аварийной застройки, не представляющей историко-культурную ценность:

– на освобожденных территориях путем строительства крупных массивов комплексной застройки;

– на отдельных участках в виде отдельных объектов в дополнение к реконструируемым и приспособляемым для современного использования;

г) на бывших «военных» территориях;

д) на бывших территориях железной дороги и других коммунальных и транспортных учреждений;

е) на других бывших ведомственных территориях (включая федеральные);

ж) на иных территориях, при условии соответственно измененного функционального назначения участков и проведенной рекультивацией (например, на бывших кладбищах).

Данное исследование в настоящий момент не рассматривает имущественный аспект данной проблемы (принадлежность участков). Этот вопрос является предметом отдельного рассмотрения, выявляющего дополнительные специфические особенности.

### **Специфика нового жилого строительства на различных территориях**

Каждый из перечисленных вариантов предлагаемых территориальных резервов для размещения нового жилого строительства имеет свою специфику. Для исследования ее рассмотрим названные варианты размещения нового жилья на конкретных примерах.

Примером «уплотнительной застройки» может служить вновь построенный жилой дом на Советском переулке (на углу Советского переулка и 6-й Красноармейской улицы). Позитивные качества данного строительства очевидны: в центре города появляется жилье, отвечающее современным нормативам, новый жилой дом не особенно изменяет существовавшую среду, по возможности сохраняет периметральную застройку квартала.

Однако видны главные недостатки точечной уплотнительной застройки: отсутствие комплексности. Размещение нового жилья увеличивает нагрузку на обслуживающую инфраструктуру. Требуются дополнительные места в детских дошкольных учреждениях, школах, поликлинике и др. Увеличиваются нагрузки на инженерные сооружения. Так, например, в доме применена крышная котельная, но трансформаторная подстанция несколько лет не была построена. Из-за отсутствия территориального резерва на прилегающей территории было рассмотрено несколько проектных решений для ее размещения на нескольких участках. Благодаря отсутствию полного инженерного обеспечения построенный жилой дом несколько лет не заселялся.

Вторым примером (более позитивным с точки зрения комплексности) может служить жилой дом на углу улицы Егорова и 2-й Красноармейской улицы. В доме преду-

смотрен полуподземный гараж с внутренним благоустроенным двором на кровле. Квартиры первого жилого этажа (второго по счету) имеют отдельные входы из внутреннего двора. На первом этаже со стороны лицевых фасадов расположены встроенные нежилые помещения (магазины и кафе). Завершение дома в виде мансарды соответствует традиционной застройке этого района. Здание очень органично вписалось в окружающую среду, несмотря на его современность и комфортность.

Такой тип застройки, как правило, расположен в границах зон регулирования застройки и хозяйственной деятельности различной категории, где имеет режим ограничения по высоте и другим параметрам, не позволяя получать большой объем жилья в одном объекте, что экономически восполняется расположением в системе города и качеством окружающей среды.

Уплотнительная застройка «паразитирует» на окружающей застройке за счет перекаладывания части своих функций (инженерное обеспечение, обслуживающая инфраструктура, благоустройство, транспортная обеспеченность и др.), благодаря чему почти исчерпала свои территориальные резервы в центре города.

В качестве одного из примеров преобразования промышленных территорий под жилую функцию может быть рассмотрена территория района «Измайловская перспектива», расположенная между Московским проспектом и Митрофаньевским шоссе от Обводного канала до Благодатной улицы. Такое название она получила из-за планируемой пробивки Измайловского проспекта. В Адмиралтейском районе находится северная часть территории «Измайловской перспективы».

Особенности застройки здесь следующие. Район расположен частично за пределами зон охраны, частично в границах зон регулирования застройки и хозяйственной деятельности различной категории.

Такое расположение осложняет возможности гармоничного сочетания застройки в разных зонах. Так, например, ограничение по высоте в зоне регулирования и хозяйственной деятельности второй категории требовало проектирования застройки высотой не более 35 метров, в то время как на прилегающем участке за пределами зон охраны допустимая высотная отметка равнялась 60 метрам. Превышение высотных отметок зданий, расположенных на прилегающих участках, почти в 2 раза.

Также, район «Измайловская перспектива» расположен в различных территориальных зонах, что требует ювелирного лавирования при проектировании комплексной застройки или проведения процедуры объединения территориальных зон (путем внесения изменений в Правила застройки и землепользования Санкт-Петербурга).

Кроме того, рассматриваемая территория размежевана на множество отдельных участков, принадлежащих разным собственникам и пользователям. Отсутствует инженерная, транспортная, социальная инфраструктура.

Разработанный и утвержденный проект планировки территории не включает ее межевание, что не позволяет сформировать участки для социальных объектов (детских дошкольных учреждений, школ, поликлиник и др.). Раздробленность участков осложняет проектирование комплексной среды. Наличие отдельных объектов культурного наследия промышленного назначения также осложняет приспособление их под жилые цели. Часть промышленных объектов, юридически выведенных за пределы территории, фактически продолжают деятельность из-за сложности перебазирования, что также осложняет комплексное освоение участков по жилое строительство.

Примером комплексного преобразования территории под жилую функцию в Адмиралтейском районе является территория, примыкающая к Обводному каналу и ограниченная улицами Шкапина и Розенштейна. Ранее здесь размещались аварийные жилые дома, мелкие предприятия и другая смешанная застройка. Так как большая часть объектов находилась в государственной собственности, удалось освободить территорию, реформировать участки, выделив 3 крупных лота и выставить их на торги. Победитель торгов (ООО

«Главстрой») разработал проект планировки с проектом межевания территории всего квартала под размещение жилого комплекса с включением общественно-деловых объектов. Комплекс включает несколько жилых домов со встроенными нежилыми помещениями (для учреждений обслуживания и общественно-деловых функций) и полуподземным гаражом на всей территории комплекса, а также отдельно стоящее детское дошкольное учреждение. На участках, примыкающих к Обводному каналу, располагается гостиница и объект торговли. Школьные места удалось обеспечить в школах, расположенных на прилегающей территории.

Благодаря объединению участков и передаче их единому застройщику удалось реализовать комплексную застройку территории с размещением нового комфортабельного современного жилья, с полноценной обслуживающей и инженерной инфраструктурой, а также общественно-деловыми объектами, функционально обогащающими среду.

Примером размещения нового жилого строительства на территории сносимой аварийной жилой застройки является планируемое строительство жилого комплекса в квартале, ограниченном Бумажной ул., наб. Бумажного канала, Перекопской ул. и Нарвским проспектом. Предлагается сохранение существующей застройки по периметру квартала с целью максимального сохранения исторически ценного фронта застройки и сложившейся городской среды. В центре квартала планируется снос крупного массива аварийной жилой застройки с целью строительства жилого комплекса более высокой плотности и высотности с детским дошкольным учреждением.

Рассмотренные примеры позволяют сформулировать общие принципы и рекомендации для проектирования нового жилищного строительства в центральных районах исторических городов с учетом специфики данной застройки. К ним относятся: предпочтение застройки крупными комплексами вместо точечной уплотнительной застройки, стремление к объединению участков под единое управление, совершенствование обслуживающей инфраструктуры в соответствии с условиями центра города, учет окружающей исторической застройки.

### Литература

1. О границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга и режимах использования земель в границах указанных зон и о внесении изменений в Закон Санкт-Петербурга «О Генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]: закон Санкт-Петербурга от 24 декабря 2008 г. № 820-7. – Приложение 3. – URL: <https://gov.spb.ru/law?d&nd=891801807&prevDoc=822404760> (дата обращения: 24.02.2015).

2. О правилах землепользования и застройки Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]: закон Санкт-Петербурга от 16 февраля 2009 г. № 29-10. – Приложение 3, часть II. – URL: <https://gov.spb.ru/law?print&nd=891804215> (дата обращения: 24.02.2015).

#### УДК 725.57:727.11:72.01

*Софья Валериановна Золотник*, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: sofiazolotnik@gmail.com*

*Sofia Valerianovna Zolotnik*, post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: sofiazolotnik@gmail.com*

### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

#### MODERN TRENDS IN THE FORMATION OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN RUSSIA AND ABROAD

В данной статье рассмотрены современные тенденции формирования архитектуры зданий для дошкольного образования. В процессе изучения зарубежных аналогов выявлены основные отличительные черты архитектуры дошкольных образовательных учреждений за рубежом, отвечающие требованиям со-

временного общества. Определены основные уровни сравнительного анализа. Возможности органичного внедрения современных форм обучения в сложившуюся структуру дошкольных учреждений мало исследованы. Изучение опыта проектирования детских садов за рубежом позволит выявить основные принципы организации современной архитектурной среды для дошкольного образования, что поможет обогатить отечественную архитектуру.

*Ключевые слова:* дошкольные образовательные учреждения, детские сады, сравнительный анализ, уровни исследования, современные тенденции.

This article describes the current trends of formation of preschool architecture. In the process of learning foreign analogues identified the main characteristics of pre-school architecture abroad that meet the requirements of modern society. Also identified the basic levels of comparative analysis. The possibility of the introduction of modern organic forms of training with the existing structure of preschools are little researched. The study of design experience of kindergartens abroad will identify basic principles of architectural environment for pre-school education, which will help to enrich the domestic architecture.

*Key words:* preschool educational institutions, kindergartens, comparative analysis, levels of research, current trends.

Сегодня основная часть функционирующих дошкольных образовательных учреждений (далее – «ДОУ») построена по типовым проектам советского периода [1; 2]. За последние десять лет система российских дошкольных учреждений изменилась. В начале 2000-х годов появилась нехватка мест в дошкольных образовательных учреждениях, вызванная увеличением рождаемости и утратой значительного числа зданий ДОУ, которые были закрыты либо перепрофилированы в период предшествующего демографического спада. Здания дошкольных учреждений продолжают проектировать и реконструировать без учета требований современного общества, культуры и образования.

Современные виды деятельности общества требуют новых помещений для занятий. Об этом свидетельствует появление таких дошкольных учреждений, как кружки и секции различных направленностей, частные и семейные детские сады, школы развития [3]. Внедрение новых видов услуг вызывает несоответствие сложившейся структуры зданий и новых функционально-технических процессов. В результате, существующая структура зданий детских садов в недостаточной степени удовлетворяет современным требованиям.

Актуальность выбранной темы определяет то, что большинство стран ушли вперед в архитектурном проектировании дошкольных учреждений. Изучение опыта проектирования за рубежом позволит выявить основные принципы организации архитектурной среды для дошкольного образования, что поможет обогатить отечественную архитектуру.

В данном исследовании зарубежного и российского опыта проектирования детских садов выделены четыре основных уровня (рис. 1).

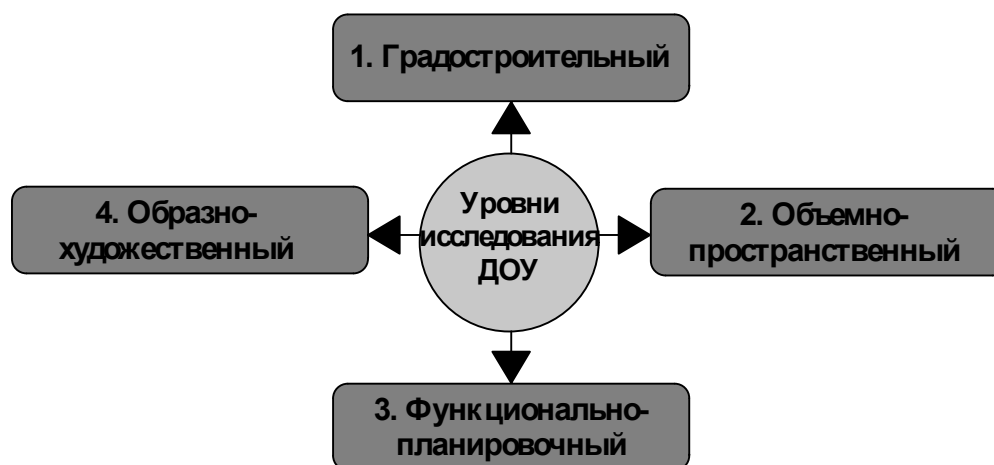


Рис. 1. Уровни исследования дошкольных учреждений

За границей в проектировании комплексов детских садов непосредственное участие принимают психологи и педагоги. Здания дошкольных учреждений разрабатываются комплексно на функционально-планировочном и объемно-пространственных уровнях, включая интерьер и окружающую среду [4].

Первостепенно, архитектура дошкольных садов стран запада оперирует к метафоричности и знаковости формы для материализации и развития воображения ребенка. Один из примеров – детский ясли-сад «Giraffe Childcare Center» на 80 мест, расположенный в пригороде Парижа. Внутренняя и внешняя среды дошкольного учреждения проектировались как единое целое. Минималистичные фасады здания украшены скульптурами животных, образно вызывая у детей ассоциации джунглей.

Недалеко от Зальцбурга построен детский сад, в котором применен метод проектирования изнутри-наружу, помещения учреждения являются многофункциональными и интегрированы с внешней средой. Фасады здания метафорично стилизованы под «траву», что позволяет еще более органично вписаться в окружающий ландшафт. Многие европейские дошкольные учреждения имеют аналогичные характеристики.

Анализ современных аналогов за рубежом позволит выявить ряд отличительных черт архитектурной среды дошкольных учреждений на градостроительном уровне (рис. 2).

1. Градостроительный уровень	
Отечественный опыт	Зарубежный опыт
Типологический ряд представлен в основном 6-ю типами зданий	Типология дошкольных учреждений разнообразна, насыщена обилием различных форм и структур
Расположение в жилых массивах плотной застройки	Расположение в различных структурах застройки
Отсутствие чистоты коммуникационных потоков (пешеходного, транспортного)	Наличие беспрепятственных подъездов и подходов к территории детского комплекса
Близкое расположение к междворовым транспортным транзитам	Удаленность от дорог с насыщенным движением
Незащищенность прогулочных зон от прилегающих дорог	Защищенность и изолированность прогулочных участков от воздействий окружающей среды
Прогулочные участки небольшие и неудобные	Обилие разнообразных просторных рекреационных зон в разных уровнях комплекса

Рис. 2. Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования ДООУ на градостроительном уровне

Еще один яркий пример коллаборации архитекторов и педагогов – дошкольное учреждение в Стокгольме «Tellus». Здание спроектировано по центричной схеме, ядром которого является общая игровая зона. Желтые волнистые фасады спроектированы так, чтобы равномерно инсолировать внутренние пространства здания.

Дошкольное учреждение «Fagerborg Kindergarten» построено в Осло по принципам органической архитектуры. Авторы проекта разработали экологически устойчивый объект из природных материалов с современной архитектурой и позитивным демократичным «содержанием». Экстерьер здания резонирует со своим природным окружением и местным национальным колоритом. Структура состоит из четырех объемов, которые могут взаимодействовать или функционировать независимо друг от друга.

Анализ современных ДООУ в странах Европы и Азии позволяет прийти к выводу о том, что отечественные ДООУ имеют ограниченную структуру на функционально-планировочном уровне (рис. 3).

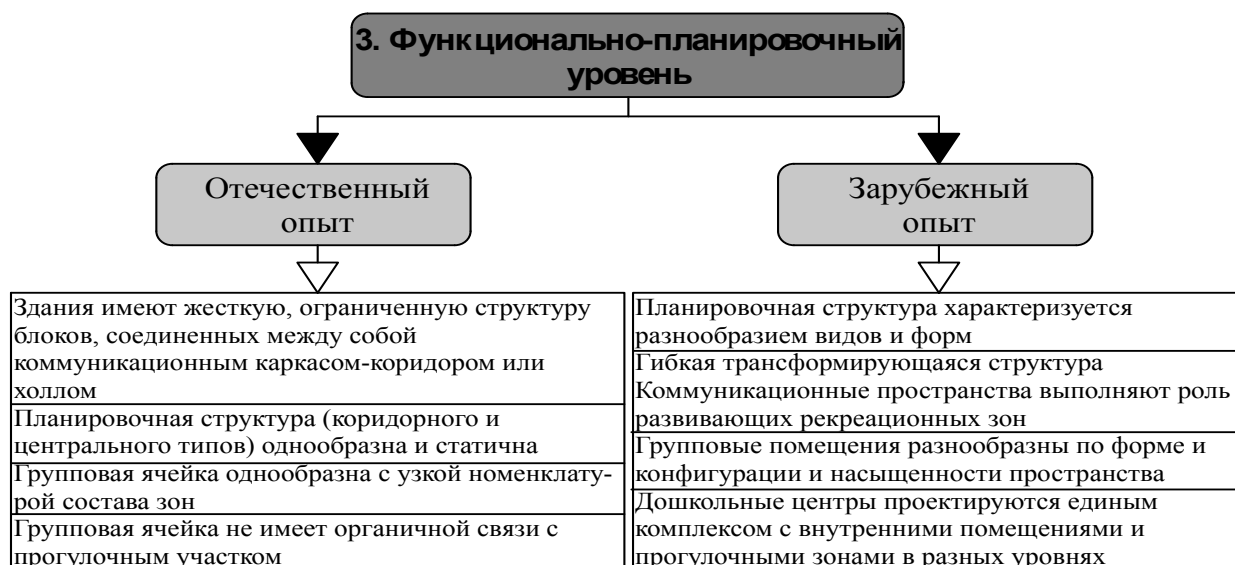


Рис. 3. Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования ДОУ на функционально-планировочном уровне

Изучение опыта проектирования дошкольных учреждений за рубежом показывают серьезные противоречия между практикой строительства детских садов в России и основными принципами проектирования, существующими за границей. Только нормы и правила не могут создать совершенной формы, они лишены эмоций, образов и метафор. Архитектура ДОУ должна быть как своеобразный посыл к действию – развить в детях личность, научить, заинтересовать, привить желание жить и радоваться окружающему миру. Внедрение основных принципов проектирования детских центров за рубежом в отечественную практику помогут решить ряд существующих проблем современной дошкольной архитектуры в России.

#### Литература

1. МГСН 4.07-05. Дошкольные образовательные учреждения. – Введ. 01.12.2006. – М., 2006. – 65 с.
2. РМД 31-07-2009. Руководство по проектированию дошкольных образовательных учреждений в Санкт-Петербурге. – М., 2009. – 28 с.
3. Брызгалова И. А. Типологические основы проектирования зданий детских дошкольных учреждений (на примере Санкт-Петербурга): автореф. дисс. ... канд. архитектуры: 18.00.02 / И. А. Брызгалова. – СПб., 1993. – 22 с.
4. Dudek M. Children's spaces / M. Dudek. – London: Architectural Press, 2005. – 281 p.

УДК 726:27-523.4(470.23-25)

Мария Сергеевна Ивина, ст. преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: ivinakira@mail.ru

Maria Sergeevna Ivina, Senior Lecturer  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: ivinakira@mail.ru

## ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИХОДСКИХ ХРАМОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

### PRINCIPLES OF ARCHITECTURAL PARISH TEMPLE COMPLEX

В данной статье рассмотрены принципы архитектурной организации православных приходских храмовых комплексов. В качестве основных принципов предложены: кооперирование функций, функциональная емкость, гибкость архитектурно-планировочных решений, многофункциональное построение архи-

тектурной среды, доступность, контрастность архитектурных решений, архитектурная организация с учетом наилучших условий зрительного восприятия. Потребность в многофункциональных приходских комплексах диктуется рядом предпосылок, среди которых социально-демографические, градостроительные и экономические. Строительство их в крупнейших городах актуально и экономически целесообразно.

*Ключевые слова:* приходской храмовый комплекс, объемно-планировочные принципы, градостроительные принципы, многофункциональность, гибкость, доступность.

This article describes the principles of the architectural organization of the Orthodox parish temples. The basic principles suggested are co-operation functions, functional capacity, flexibility, architectural and planning solutions, multifunctional building of architectural environment, accessibility, contrast of architectural solutions, architectural organization in the best conditions of visual perception. The need for a multi-parish complexes is dictated by a number of preconditions, including socio-demographic, economic and urban development. Construction of the largest cities important and economically feasible.

*Keywords:* parish church complex, space-planning principles, urban planning principles, versatility, flexibility and affordability.

В зарубежной церковной архитектуре многофункциональные христианские общественные комплексы стали ведущим типом, и именно им принадлежит будущее. Христианские комплексы многофункционального применения рассчитаны на обслуживание широких кругов населения [3]. Тенденции демократизации церкви, ее традиционно глубинная связь с человеком приведут к тому, что она станет не только источником духовности, но и одновременно местом общения. За этим стоит новое отношение к церкви и как к общественному центру для собраний, празднеств, обучения и отдыха, проведения семейных торжеств. Культовые комплексы будут охватывать не только прихожан, но все окрестное население [4].

В настоящее время в отечественной практике намечается тенденция развития многофункциональных храмовых комплексов различной специализации районного и городского значения, однако архитектурные и градостроительные аспекты их возведения еще не достаточно изучены. Представляется, что появилась необходимость научного осмысления принципов архитектурной организации православных приходских храмовых комплексов (далее ППХК).

На основании традиций и современных тенденций храмостроения, зарубежного опыта сформулированы градостроительные и объемно-планировочные принципы формирования ППХК.

### **Объемно-планировочные принципы**

**1. Принцип кооперирования функций** в ППХК предусматривает включение в них необходимых функций и совместное использование помещений различными группами православных верующих. Особенность взаимного размещения функциональных групп комплекса состоит в наиболее удобной организации связей между ними, при этом самым важным является отсутствие пересечения интенсивных потоков и близкое размещение помещений, требующих постоянной взаимосвязи. Выделены «интенсивные» связи – наиболее рациональное сочетание групп помещений; «слабые» связи – сочетание групп помещений возможно, но не обязательно; «несовместимые» связи – группы помещений сочетать не следует.

При проектировании ППХК необходимо обеспечивать быстрое попадание посетителей комплекса к интересующим их помещениям, свободное передвижение внутри объекта и столь же быструю эвакуацию из него. Функционально-планировочная доступность ППХК заключается в доступности пути движения внутри здания к месту целевого посещения комплекса, необходимо обеспечить доступность и беспрепятственное перемещение внутри комплекса маломобильной группе населения.

**2. Принцип функциональной емкости ППХК** – максимум функциональных возможностей при минимальной площади.



При проектировании вспомогательных блоков следует предусматривать объединение отдельных помещений по функциональным группам, исходя из требований организации приходской жизни храма.

Характер учебно-просветительной, досуговой и благотворительной работы с православными верующими, основанный на принципах самостоятельности и самообслуживания, требует наибольшей универсальности помещений.

Помещения должны быть структурированы таким образом, чтобы у православных верующих, имеющих различный статус, был большой и свободный выбор возможностей их использования, чтобы прихожане и священнослужители могли сами их переоборудовать и осваивать, изменяя их функции.

Функционально-планировочные решения помещений ППХК должны изменяться вместе с изменением состава и потребностей прихожан храма.

**3. Принцип гибкости функционально-планировочной структуры ППХК.** ППХК должен иметь возможность легкой перепланировки, чтобы можно было изменять функциональный состав помещений ППХК в зависимости от конкретных условий. При проектировании храмового комплекса необходимо: использовать каркасную систему, наружные несущие системы, универсальную модульную планировку, минимизировать применение неизменяемых функциональных блоков, предусмотреть возможности расширения или уменьшения пространства.

**4. Принцип многофункциональности ППХК** заключается в максимальном включении всех функций ППХК, учитывающих типы сложившихся приходов их потребности и цели посещения храма. Современный приходской центр объединяет следующие функции: богослужebную, служebно-бытовую, хозяйственную, учебно-просветительскую, благотворительную и досуговую.

Функциональные процессы в них должны происходить независимо друг от друга, в то же время единое объемно-планировочное решение должно обеспечить удобные взаимосвязи и беспрепятственную возможность совместного функционирования [2].

Многофункциональность ППХК позволяет получить различную объемно-пространственную трактовку и этим способствует созданию разнообразных архитектурных форм.

### **Градостроительные принципы**

**1. Принцип доступности ППХК.** Территориально-временная доступность ППХК заключается в учете месторасположения ППХК повседневного (в зоне пешеходной доступности 15 мин.), периодического (в зоне транспортной доступности 30 мин.), эпизодического (в зоне транспортной доступности 60 мин.) и длительного (в зоне транспортной доступности более 60 мин.) посещения, что является определяющим при формировании функционального состава ППХК.

**2. Принцип контрастности архитектурных решений ППХК** по отношению к окружающей застройке при формировании их объемно-пространственных решений. ППХК, в отличие от монотонной современной застройки, должны стать архитектурной доминантой микрорайона или района города.

**3. Принцип архитектурной организации ППХК с учетом наилучших условий зрительного восприятия,** обеспечивающий при формировании новых зданий или сооружений в сложившейся композиционной структуре городской застройке оптимальные условия зрительного восприятия комплекса.

На основании сформулированных принципов выявлено следующее: ППХК должны включать функции, учитывающие потребности современных приходов, иметь различные объемно-планировочные решения (встроенно-пристроенная, компактная, дифференцированная схемы), должны быть распределены по всем уровням городской структуры (ведомственного, микрорайонного, районного, городского значения).

Применение данных принципов при формировании православных приходских храмовых комплексов позволит получить социально-эффективные и перспективные функционально-планировочные и объемно-пространственные решения.

### Литература

1. Булычева Т. В. Архитектура современных православных духовных центров на территории Украины: автореф. дисс. ... канд. арх.: 18.00.02 / Т. В. Булычева. – Киев, 1994. – 17 с.
2. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / А. Л. Гельфонд. – М.: Архитектура-С, 2006. – 280 с.
3. Рягузов М. В. Современные тенденции проектирования многофункциональных христианских комплексов / М. В. Рягузов // Храмостроительство в России. Традиции и современность. – М., 1996. – С. 836–846.
4. Архитектура (зарубежный опыт): иллюстрированный каталог / Государственный комитет по архитектуре и градостроительству при Госстрое СССР, Всесоюзный научно-исследовательский институт теории архитектуры и градостроительства. – Вып. 1/2: Современные приходские центры. – М., 1991. – 40 с.

УДК 728.2.012.27, 728.224, 728.37

Константин Иванович Колодин, кандидат архитектуры, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
E-mail: kolodinstudio@bk.ru

Konstantin Ivanovich Kolodin, PhD of Architecture, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: kolodinstudio@bk.ru

## ЗАГОРОДНАЯ УЛИЦА КАК ОБЪЕКТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

### COUNTRYSIDE STREET AS OBJECT MULTIFUNCTIONAL COMPLEX

Архитектурные традиции Российских поселений неразрывно связаны с эволюцией загородных улиц. Отличительной особенностью загородных улиц является то, что многие из них превратились в крупные автобаны, которые проходят через территорию поселений. Улица служит не только транспортной коммуникацией, но включает в себя обслуживающие объекты. Среди них присутствуют торговые, административные, досуговые, учебно-воспитательные и многие другие. Статья содержит методические направления по внедрению принципов объемно-пространственной организации улиц загородных поселений. Улица представлена как многофункциональный комплекс сложной структуры.

*Ключевые слова:* загородная улица, многофункциональный комплекс, интерьер загородной улицы, поселение, пространство, элементы благоустройства.

Architectural traditions of the Russian settlements are inextricably linked with the evolution of suburban streets. The specific feature of the suburban streets is their transformation into large autobahns, which run through the residential areas. The street serves as transport route as well as incorporates various infrastructure facilities. The article contains the methodical directions on introduction of the principles of extensional organization of streets of country settlements. The street is presented as a multipurpose complex of difficult structure.

*Keywords:* residential street, multifunctional complex, interior of the suburban street, settlement, space, improvements.

### Расстановка приоритетов

В архитектурно-планировочной структуре поселения улица представляет собой наиболее значимый искусственно созданный объект. Пространство загородной улицы с расположенными на ней зданиями, сооружениями, элементами благоустройства – главное место обитания, отдыха и досуга. По улицам люди идут на работу и с работы. Ведут детей в школу. На них строят магазины, кафе, рестораны, музеи и др. Вдоль них разбивают парки, скверы и сады. Здесь происходит большинство мероприятий, связанных с жизненными процессами.

Расстановка приоритетов при организации объектов на загородных улицах в наше время постоянно меняется. Наряду с вопросами динамической архитектуры, темпами технических преобразований, в обществе возникает желание формировать устойчивую архитектурную среду. Понятие устойчивой архитектуры обсуждалась на международном симпозиуме «Устойчивая архитектура: настоящее и будущее», прошедшем в ноябре 2011 года в Москве [1].

На симпозиуме было выдвинуто несколько направлений по внедрению принципов устойчивости. Они опубликованы в итоговом документе международного симпозиума.

В частности отмечалась многократно возрастающая роль потребителей. «Очеловечивание архитектуры», о котором писал в своей книге «Функция, форма, образ в архитектуре» А. В. Иконников, в наше время приобретает особую актуальность [2]. Одним из характерных показателей качества для загородных объектов специалисты выделяют средовой комфорт. Комфорт – вещь неопределенная. Для его обеспечения необходимо выделить то, что можно сделать, и что нужно сделать. Первое определено возможностями и нормами. Второе зависит от ряда причин, в том числе финансовых и субъективных. Одни причины связаны с нормами, региональными особенностями, проектами, заказчиками, другие – с архитекторами и обществом.

Отношение к месту (территории), на которой мы живем, определяют отношение и к нам (архитекторам). Британец Брайан Эдвардс отмечал, что городское построение урбанизированного пространства связано с эволюцией общества и эволюцией сознания. Первое дает новые, технологии, новые материалы, и новые возможности. Второе привносит в загородную среду городские принципы. А те, в свою очередь, не всегда благоприятно влияют на загородную среду, приводят к нарушению устойчивости.

### **Стимулирование внедрения научно-методических принципов**

Необходимо признать, что существуют принципиальные отличия при организации городских и загородных пространств. По оценке специалистов, общим принципом, объединяющими средовое пространство, в городе и за городом следует считать комплексный подход. Различия в организации проявляют себя на различных планировочных уровнях. Например, если в городе мы имеем жилые дворы, предназначенные для общего пользования, то в пространстве поселений таких дворов нет. Мало того, здесь преобладает частная застройка. Она представлена жилыми подворьями с участками, домами на одну семью и хозяйственными постройками. В городе существуют городские кварталы, представляющие собой самодостаточные многофункциональные системы, со своим обслуживанием, объектами досуга и отдыха. За городом роль таких самодостаточных объектов принимает на себя загородная улица.

Анализ показывает, что главные и второстепенные улицы в системах поселений и городов служат не только местом для проезда машин и передвижения пешеходов, но и представляют собой многофункциональные комплексы, объединяемые общими территориями, и построенными на них объектами. Такие комплексы включают в себя: жилые, торговые здания и сооружения; досуговые объекты; транспортные и инженерные коммуникации; музейные, выставочные комплексы; скверы, сады, парки и многие другие функции.

Стимулирование внедрения научно-методических принципов архитектурной организации объектов в структуру улицы позволило выделить ее как целостный самостоятельный объект. При этом архитектурно-планировочное и объемно-пространственное решение улицы следует формировать с учетом взаимоувязанного размещения зон общественных центров, жилой застройки, уличной дорожной сети, озелененных территорий общего пользования, объектов общественного и производственного обслуживания, а также в соответствии с местными традициями и природно-климатическими особенностями. Для загородной улицы, как самостоятельного объекта среды, следует использовать общие принципы проектирования и общие термины, такие, например, как экстерьер и интерьер.

### **Пространство загородной улицы, рассматриваемое в качестве интерьера**

Применение комплексного подхода на загородной улице обеспечивает создание полноценной среды обитания для безопасного и комфортного проживания. Интерьер улицы является главным связующим звеном, объединяющее объемы, территории и средовое пространство поселения. Фасады зданий и сооружений представляют собой не просто отдельно расположенные объекты, а формируют единые, и достаточно сложные развертки по улицам. Нижние и верхние части поверхностей разверток служат границами внутреннего пространства. Генеральные планы с границами улиц имитируют пол, на котором размещены элементы благоустройства. Те, в свою очередь, служат мебелью для улицы. Верхние границы застройки по периметру улиц образуют поверхность, которую в нашем случае можно трактовать как потолок.

Когда улица представлена в роли самостоятельного объекта проектирования, то ее пространство целесообразно трактовать как интерьерное. И это метафорическое сравнение становится своеобразным ключом к прочтению общего контекста проектируемого объекта. В случае, когда уличное пространство относят к категории интерьерных объектов, необходимы меры направленные на пересмотр общепринятых принципов и традиционных подходов.

Горизонтальные проекции, представленные на генпланах дорогами, тротуарами, газонами и другими составляющими элементами поверхности пола, ограничены по периметру улицы интерьерными развертками. Объекты, расположенные в пространстве улицы, организованы на основе композиционного, конструктивного и стилистического единства, функционального взаимодействия, философии места и времени, законов жанра. Здесь происходят процессы, предназначенные для обеспечения жизнедеятельности и работоспособности потребителей которые живут, работают и отдыхают по своим индивидуальным сюжетам и сценариям [3].

Существуют две модели решения вопроса по организации пространства интерьера улицы. Одна из них «снизу вверх», вторая – «сверху вниз».

Переходный период нашего времени заставляет потребителей самих искать пути решения вопросов по созданию комфортной среды. Такой подход в профессиональной среде носит название «снизу вверх». Примеры таких подходов можно привести при строительстве объектов в поселке Вартемяги (Ленинградская область), где наша архитектурная мастерская руководила строительством. Второй пример строительства клубного комплекса «Капитан», Курортный район Санкт-Петербурга, третий пример связан с проектом Арт-деревни в поселке Серово и Деревни художников «Старая Ладога», где силами заинтересованных сторон проводилась большая работа по созданию достаточно комфортной самодостаточной среды.

В поиске структурного построения пространства улицы при проектировании и строительстве используют сочетание не только отдельных объемов и мелких деталей фасадов зданий и сооружений, а также общие (фасадные) поверхности разверток по улице. Пластическое разнообразие композиционных решений достигается удачным использованием комплексных подходов, когда в формообразовании участвуют, курдонеры, отдельные деревья или их группы, кустарники, элементы мелкой пластики и др. Среди отличительных особенностей загородных улиц можно выделить присутствие искусственно созданных либо естественных существующих на территориях объектов живой природы. К ним относятся поля, огороды, скверы, парки, сады. Особую роль в архитектурно-планировочной и объемно-пространственной организации играют водоемы.

Продолжая традицию русской деревни, где все было главным: и «околица», и «завалинка», и «окно из горенки», и «деревенский колодец», мы и сегодня можем обнаружить схожие с ними черты. Перечисленные составляющие относятся по своим определениям к типологическим понятиям. Типология – важная вещь, но в отношении уличного пространства далеко не единственная составляющая. Сравнивая рассматриваемые проек-

ты, среди остальных определяющих принципов на первое место следует поставить композиционный принцип.

Здесь важно все: и философия места и времени, природная составляющая и принципы очеловечивания пространства. Все это позволяет создать уличную систему, в которой улицы, как прочные швы, связывают разрозненные типологические объекты в единое целое.

### **Разработка новых методик по формообразованию уличных пространств.**

Для обеспечения композиционного и стилистического единства при формообразовании уличных пространств можно выделить две наиболее характерные методики. **Первая** характеризует формальный подход, который, на сегодня, распространен на территории всей России. Загородная территория в этом случае трактуется как объект «второго сорта» и все операции с ней проводятся формально с попыткой подогнать их под упрощенные системы. Чтобы почувствовать разницу между существующими подходами необходимо выполнить простой эксперимент. На плоскости проведем кривую замкнутую линию. Сделаем рядом надпись, что это – «граница» внутреннего пространства. Внутри замкнутой линии сделаем надпись «интерьер». Затем можно выполнить еще ряд надписей, например – «скамейки», «столы», «светильники», «перегородки». Сколько бы мы ни делали надписей, ситуация будет непонятной до тех пор, пока не появится другое – «объем» [4].

**Вторая методика** объединяет задачи по преобразованию графических проекций в объемные изображения при реализации проектов. Они связаны с комплексными задачами формообразования, а те, в свою очередь, зависят от поставленных целей и имеющихся для этого средств. Так, например, решение входной группы или площадки для отдыха требуют нового миропонимания эстетических качеств, связанных и с новыми материалами и с новыми конструкциями. При этом объемы входной группы могут объединять, поверхности фасада, конструкции козырька, крыльца, террасы, поверхности тротуара, газонов и др. При удачном комплексном решении бывает трудно вычленить отдельный элемент или деталь, поскольку в этом случае они представляют цельность и композиционное единство.

**Фактор времени** влияет на динамическое преобразование объектов и всей системы загородной улицы. Решение вопросов связанных с этими аспектами целесообразно осуществлять с учетом сезонности происходящих за городом процессов. Изменение погодных условий, когда зимой снег и холодно, а летом – тепло и трава растет, деревья выпускают свою листву, на восприятие архитектурных объектов улицы оказывают существенное влияние. Поэтому учет сезонных факторов при проектировании и строительстве является одной из основополагающих задач.

Сравнения показывают, что пространство улицы во втором варианте представляет собой не просто символы на плоскости в виде надписей по сравнению с первым вариантом, а еще и объемы зданий и сооружений со своими индивидуальными параметрами и особой спецификой территории [4].

### **Свойства интерьерного пространства улицы и его основные характеристики.**

**Свойства непрерывности**, характеризующие пространства загородной среды связаны с определенными правилами, которые необходимо учитывать при создании архитектурно-пространственных композиций. Среди особенностей улиц следует выделить региональные аспекты, которые придают объектам неповторимый колорит. Необходимо помнить, что определяющим условием формообразования является отсутствие мелочей при решении частных и глобальных задач. Находясь на таких улицах, чувствуешь себя так же комфортно, как в домашней обстановке.

**Свойства перетекания пространства** сформированное отдельными объектами и функциональными зонами наиболее ярко проявляет себя на протяженных улицах. Орга-

низация интерьера на данных улицах будет напоминать внутреннее пространство огромного объекта, например такого, как дворец, где помещения расположены друг за другом, образуя непрерывный ряд пространственных элементов, объединенных общей осью перспективы.

**Свойства наполняемости пространства улицы** при строительстве новых или реконструкции существующих домов, добавлении элементов уличной мебели, новых деревьев и т. д. проявляется в необходимости на каждом этапе развития получать законченные композиционные решения. При этом постоянное наполнение улиц деталями и объектами не оказывает отрицательного воздействия, а наоборот способствует улучшению средового пространства.

**Стилистическое единство.** Особенность трактовки стилистического единства в том, что камерные объекты сосуществуют параллельно друг с другом не только в пространстве, но и во времени. Поэтому в архитектуре загородных домов довольно часто можно наблюдать решения и приемы, заимствованные у предыдущих авторов и давно ушедших стилей.

**Модульность построения улиц как интерьерного объекта** связана с главным формообразующим типовым элементом, которым в нашем случае служит дом на одну семью. Основное отличие загородного дома в том, что это не квартира, а неотъемлемая часть единой объемно-пространственной системы. В качестве рекомендаций по повышению качества формообразования загородных домов, на наш взгляд, следует активнее использовать элементы мелкой пластики, такие как козырьки, навесы, калитки, элементы ограждений территории участков улицы и др.

**Свойства поверхности (плоскости пола) улицы связаны с рельефом местности,** которая на генеральных планах зафиксирована горизонталями, представляющими собой «божественные параллели», которые подарила нам природа. Они обеспечивают формирование и разделение пространства по вертикали и горизонтали, а также участвуют в его дополнительном масштабировании, членении и композиционном построении.

**Специфика улиц, связанная с цифровыми характеристиками** объединяет основные параметры ширины и протяженности улиц. Они дифференцируют пространство улицы на «узкое», когда отдельные объекты стоят близко друг к другу, и «широкое», когда ширина больше его высоты. Кроме того, существуют примеры, когда улица формируется «сверхшироким» пространством, когда высота и ширина превышают друг друга более чем в два раза. Главные улицы в большинстве традиционных загородных поселений образованы либо широкими, либо сверхшироким пространствами, а второстепенные улицы – узкими пространствами. Хотя бывают и исключения, как, например, на улицах старинных средневековых городков и малых деревень [4]...

**Следующая группа цифровых характеристик связана с протяженностью улиц,** которые в этом случае могут быть как короткими, так и длинными. Согласно рекордам Гиннеса, самая короткая в мире улица находится в Шотландии в небольшом прибрежном городке Уик. Улица объединяет всего один дверной проем шириной двести шесть сантиметров. В России самая короткая улица длиной сорок метров – в Новосибирске, на ней всего три дома. Самая длинная улица – Янг Стрит – в Торонто (Канада). Ее длина составляет 1896 километров. Самая длинная сельская улица в тринадцать километров находится в России. Она носит название Коммунистическая, расположена в селе Бичура, республика Бурятия [4].

### **Выбор своего интерьера**

Улица – это не только часть системы, но и вполне самостоятельный многофункциональный объект проектирования и строительства. Для загородного поселения интерьер улицы служит проектным инструментарием, объединяющим функциональные, экономические и эстетические задачи.

Соответственно, для него необходимо использовать такие понятия, как экстерьер и интерьер. Первое объединяет средовое пространство улицы загородного поселения, второе его внутреннее содержание.

При проектировании загородной улицы целесообразно использовать следующие термины, определения: пространство, поверхность, уличные объекты и цифровые характеристики.

Рассматривая улицу как самостоятельный объект проектирования и строительства многофункционального комплекса, мы сможем использовать ее в качестве инструментария для создания цельной, устойчивой, многослойной архитектурной ткани искусственной загородной среды [5].

Решение проблемы организации пространств на загородных улицах, приводит нас к мысли о том, что для этих загородных объектов будущее – очевидно. По сравнению с городскими объектами они, они обладают всеми признаками устойчивости, которые у загородной архитектуры, несомненно, есть. «Частное» и «камерное» в контексте с многофункциональностью – это наша надежда на спасение от глобализма.

### Словарь терминов

**Околица.** Часть улицы, расположенная на окраине поселения. Служила местом молодежных гуляний и проведения досуга.

**Завалинка (завалина).** Закрепленная с боков невысокая земляная насыпь, примыкающая снаружи к стенам избы. Служила местом встреч и вечерних посиделок на загородной улице.

**Горенка.** Помещение чердака или светелки, которое возвышалось выступающим объемом над богатым крестьянским домом. Украшала фасады домов, выходящих на загородную улицу.

**Деревенский колодец.** Вырытый и защищенный в земле канал для добывания воды, а также сооружения над ним. В российских деревнях место рядом с колодцем служило для общения и обмена новостями местных жителей.

### Литература

1. Устойчивая архитектура: настоящее и будущее: труды международного симпозиума, 17–18 ноября 2011 г. Научные труды Московского архитектурного института (государственной академии) и группы КНАУФ СНГ. – М.: ООО «Аделант», 2012. – 108 с.
2. *Иконников А. В.* Функция, форма, образ в архитектуре / *А. В. Иконников.* – М.: Стройиздат, 1986. – 288 с.: ил.
3. *Колодин К. И.* К вопросу об интерьере загородной улицы / *К. И. Колодин* // *Форма.* – 2011. – июль. – С. 6.
4. *Колодин К. И.* Интерьер загородной улицы. Учебное пособие для вузов / *К. И. Колодин.* – М.: «Архитектура-С», 2015. – 410 с.: ил.
5. *Ясинко С.* В гармонии с природой: органическая архитектура для загородного дома / *С. Ясинко* // ESTP-BLOG.RU: Информационно-аналитический сервис строительного сообщества. – URL: [estp-blog.ru/ubrics/rid-7584/](http://estp-blog.ru/ubrics/rid-7584/) (дата обращения: 28.03.2015).

УДК 728.2.012.27, 728.224, 728.37

Константин Иванович Колодин, кандидат архитектуры, доцент (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)  
E-mail: kolodinstudio@bk.ru

Konstantin Ivanovich Kolodin, PhD of Architecture, Associate Professor (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: kolodinstudio@bk.ru

## ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПРИВАТНЫХ ПРОСТРАНСТВ ДЛЯ ГОРОДСКИХ И ЗАГОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

### THE PROBLEM OF FORMING PRIVATE SPACE FOR URBAN AND SUBURBAN SITES

Статья рассматривает проблему создания частных пространств в городской и загородной среде. В ней приводятся методические направления, внедрение которых в проектирование и строительство значительно повысит комфортность среды улиц загородных поселений. В качестве примеров внедрения направлений приведены типологические уровни, которые включают в себя объекты жилых групп, жилых дворов, отдельных квартир. Кроме того, для организации частных пространств приводятся примеры использования строительных материалов и конструкций. Улица трактуется как самостоятельный объект проектирования и может служить своеобразным инструментом для поиска альтернативных направлений по организации частных пространств.

*Ключевые слова:* комфортность среды, частные пространства, жилая группа, жилой двор, отдельная квартира, альтернативные направления.

The article considers a problem of creation of private spaces in urban and country environment. The methodical directions which introduction in design and construction will considerably increase comfort of the environment of streets of country settlements are given in it. The space of the street is treated as the tool for the alternative directions on the organization of private spaces.

*Keywords:* comfort of environment, private space, dwelling group, dwelling yard, separate apartment, alternative directions.

«Приватный» (от лат.) – частный, неофициальный, личный. Приватность – это индивидуальное использование территории, объекта или их составляющих, обеспечивающих защищенность конкретного индивидуума от неблагоприятных внешних воздействий... За проблемами глобализации, которые мы интенсивно решаем, совершенно «исчез» человек. Теперь нам – людям – предстоит опасаться нас самих. Об этом много говорим, спорим, но для решения наболевших вопросов мало, что делаем.

Автор длительное время занимался решением этой проблемы в рамках научных исследований, которые использовались в реальных, концептуальных и конкурсных проектах. В результате по этой тематике набралось больше сотни выполненных проектных работ, был опубликован ряд статей, написаны две книги: «Формообразование объектов загородной среды» и «Интерьер загородной улицы» [1], [2]. В публикациях приведены комментарии по основным направлениям, связанным с решением обозначенных вопросов.

#### **В городских пространствах нас необходимо защищать от нас самих.**

Проведем анализ эволюционного развития среднестатистического городского двора. Для примера выберем тот, в котором проживает автор. Двор расположен рядом с финляндским вокзалом, в доступном от исторической части города месте. В начальный период, когда двор был построен – это сороковые и пятидесятые годы, – здесь были фонтан, беседки для отдыха, детские площадки, скверик с деревьями и цветами, места для парковки машин жителей двора. Весь двор представлял уютное пространство, где можно было почувствовать себя комфортно всем его обитателям.

В настоящее время – это девяностые и двухтысячные годы – на территории двора в тех же домах разместились четыре магазина, расположенные на первых этажах, одно кафе, ресторан, рядом с ним – вино-водочная забегаловка. В полуподвальном этаже – букмекерская контора и центр по ремонту компьютеров. Над ними основались два банка



(один из них крупный), два туристических агентства, косметический салон. С противоположной стороны разместился дом быта, котельная, построенная для нового квартала, который находится за пределами дворовой территории. По центру двора в реконструированном техническом помещении появились ремонтная мастерская по ремонту автомобилей и, рядом с площадкой для мусорных контейнеров, магазин «Семена».

В результате всех этих преобразований совершенно не осталось места для жизни и отдыха жителей этого двора. Детей во двор не выпустить, самим не выйти, свою машину не поставить. Потому что с одной стороны во дворе стоят машины, запаркованные хозяевами вышеперечисленных заведений, с другой стороны – очередь из грузовиков (фур), которые приехали разгружаться в магазин. За ними приезжают машины инкассаторов, которые обслуживают банки. У вино-водочного заведения толпится пьяный народ... До глубокого вечера во двор заезжают, выезжают из него и паркуются автомобили людей, которые работают в этих заведениях, гудят грузовики, кричат грузчики...

Притом, что двор, здания и их общие размеры остались без изменения, количество функциональных объектов увеличилось во много раз, а комфортность среды значительно снизилась. В результате проживающие жители должны мириться со всеми безобразиями, которых могло и не быть...

### **Проблемы создания частных пространств в загородных объектах.**

На загородных территориях проблем, связанных с приватностью пространства и отдельных объектов, не меньше. Для примера можно рассмотреть специфику построения улицы в среднестатистическом поселении.

Первая группа вопросов, затрагивающих эти проблемы, связана с планировочными решениями проектируемых пространств на генеральных планах. Если есть разработанный и утвержденный генплан – это уже хорошо. Но если он выполнен без учета эволюционных преобразований и там нет свободных для развития территорий, нет места скверам, и природным составляющим, объектам общественно-бытового обслуживания, то мы заведомо обрекаем жителей на неблагоприятное существование в будущем.

Вторая группа вопросов связана с формальными подходами в решении градостроительных и типологических задач, когда из-за сиюминутных коммерческих интересов, мы упускает самые нужные детали. Например, если на улице есть бульвар, то почему-то он отгорожен от жилого пространства автомобильными магистралями, и для его использования нужен, либо светофор, либо – приходится жизнью рисковать. Возникает естественный вопрос: а для кого мы такие решения создаем?

Если за городом есть водоем, то обязательно рядом «необходимо» провести дорогу, в том случае, когда ее нет, возникает желание отдать берег частнику. А тот обязательно поставит забор, за которым построит огромный дом, из-за чего к берегу будет не подойти. Даже если дом красив..., спрячем его за высокий забор.

Недостаток частных пространств, мест удобных и сомасштабных человеку ощущается из-за ряда условий, которые мы, архитекторы, создаем своими проектами, в том числе, используя современные технологии и достижения. Никто не спорит, когда говорят, что проектировать необходимо для человека и во благо человека. А на деле вступают в ход законы рыночных отношений. В результате, из всех зол выбирают самое худшее. Архитекторы тоже люди. Им свойственно ошибаться, они не всегда способны пройти до конца, чтобы получить желаемый результат.

### **Специфика возможных архитектурных направлений и путей решения.**

Приватность городских и загородных объектов, проявляет себя как в составе системы городов или поселений целиком, например, на уровне генеральных планов, а также на структурном уровне при формировании жилых групп, внутренних дворов, пространств конкретного объекта, например жилого дома или общественного здания. И, наконец,

в пространстве отдельной квартиры расположенной в секционном, блокированном или многоквартирном загородном доме. Главными аспектами при решении вопросов служат факторы времени, которые связаны с эволюционным преобразованием среды и сохранением комфортности проживания отдельных индивидуумов.

**В жилых группах** при построении частных пространств территорию жилой группы целесообразно дифференцировать на внутренние и внешние подзоны. Эволюция средового пространства следует рядом с изменением нормативной базы и с возможностями технических преобразований и улучшением благосостояния потребителей и увеличивает их возможности. Пространства внешних подзон образуют функциональные и композиционные связи между дворами жилых групп и территориями поселения или города. Подобные связи возникают тогда, когда, например, необходимо решить узел стыковки мест парковки автомобилей с пространством второстепенной улицы, что обеспечивает некоторую автономию и безопасность.

Территории внутри жилых групп работают на защищенные со всех сторон жилые дворы. Здесь размещаются подъезды или подходы к жилым домам. Такая ситуация связана с обеспечением как расчетных, так и оптимальных габаритов улиц, в частности связанных с шириной проездов и отделением от них парковок и стоянок по требованиям нормативных ограничений.

При размещении тротуаров и дорожек внутри жилых групп предусматриваются удобные направления для движения пешеходов. При этом два пешехода, идущие навстречу друг другу должны разминуться, а велосипедист должен объехать пешехода. Приватность достигается путем формирования зон отдыха и общения размещаемых вдоль тротуаров.

**В жилых дворах** мы проводим значительную часть времени, здесь играют наши дети, отдыхают пожилые люди, встречается молодежь, стоят наши машины, расположены группы деревьев, объекты благоустройства и т. д. Размещаемые в жилых дворах загородные секционные дома имеют высоту от трех до пяти этажей, в городе от пяти этажей и выше. Силуэт застройки и переходной масштаб деталей позволяет объединить дворовые пространства, сформированные из различных объектов, построенных на удобных пешеходных и транспортных связях, например, необходимых для обхода или объезда зданий, а также путем организации свободной планировки с системой перетекающих пространств. Особая роль в проектных решениях отводится взаимодействию застройки с природным окружением (реки, водоемы, парки, скверы, леса, сады и др.).

Дворы для блокированных домов формируются объектами городской и загородной застройки, они разделены на функциональные зоны, работающие на внешний периметр, с которого организуется подъезд и подход, и частную зону, выходящую во двор. Здесь формируются террасы, патио, веранды, беседки, места для скамеек и деревьев.

Дворы для многоквартирных загородных домов формируются с учетом обособленного размещения относительно соседних домов. Такая обособленность обеспечивается размещением домов в шахматном порядке, раскреповкой плоскости фасадов, выходящих на улицу, посадками деревьев и кустарников, подпорными стенками, ограждениями и др.

Частные пространства для жилых секционных домов наиболее часто решаются путем организации курдонеров. Они организуются западаниями частей зданий, при которых формируются защищенные с трех сторон пространства. При горизонтальном размещении частных пространств обеспечение связей с внутренними частями зданий осуществляется устройством террас, веранд, лоджий, и дополнительных комнат. Крыши при таких решениях организуют в виде мансард, где используют дополнительное верхнее остекление, либо создают навесы, зимние сады и др.

Вертикальное размещение частных пространств организуют над террасами первых, либо последних этажей на плоских кровлях. При этом выходы могут устраиваться на свою кровлю, если квартира в двух уровнях, либо на кровлю нижнего соседа (одноуровневая квартира).

Пентхаузы, расположенные на последних этажах, имеют возможность создания двухуровневых квартир с организацией частных пространств с использованием террас на плоских кровлях.

«Разорванная секция» образуется решением межквартирной лестницы между секциями. Такое решение в современных проектах часто формируют в сочетании холлов, как первых, так и последующих этажей. В этих случаях, если позволяют возможности, устраивают лифты с развитыми вестибюлями и холлами.

**Частные пространства квартир**, например, для секционных и блокированных домов связаны со спецификой построения функциональных зон, которые входят в состав отдельных квартир или всего дома.

Входная зона квартиры объединяет развитые прихожие, в состав которых входят гардеробные уличной и спортивной одежды, сушильные шкафы или помещения. Они оборудуются встроенной либо отдельно стоящей мебелью (полки, стеллажи, канапе, кресла и др.). Здесь присутствуют даже такие мелочи, как ванночки для мытья собак после прогулок.

Зона гостиной с учетом ее оптимальной организации решается на основе свободной планировки, в том числе с возможностью выхода на террасу или балкон. В этой зоне размещают частные уголки, например зону общения с кофейным столиком в эркере, каминную зону, например в загородном доме, домашний кинотеатр и др.

Зона столовой и кухни в квартирах может включать в себя кладовые для продуктов. Кроме того, в примерах советского периода, даже если дом был секционный, в цокольном этаже часто устраивали кладовые для зимних запасов овощей, продуктов и загородной утвари.

Для обеспечения частности спальной зоны в первую очередь используют систему зонирования. На втором месте – добавление помещений для работы на компьютере, будуара, гардеробных для одежды. Для спальни родителей санузел с душевой кабиной или ванной может примыкать непосредственно к ней.

Детские комнаты стараются дифференцировать на подзоны для игр и занятий, а также – на подзоны для сна. Если позволяют возможности, то каждая из подзон может превратиться в отдельное помещение. При этом, помещения для маленьких детей должны иметь удобные связи со спальней родителей.

Подземные гаражи представляют собой объекты, предназначенные для хранения автомобилей в нижней (цокольной или подвальной) части дома. Для удобства подъема из подземных или цокольных этажей элитных домов устраивают лифты, в остальных – лестницы. Условные габариты парковочных мест в нижних этажах ориентированы на усредненные размеры автомобилей. При проектировании в рамках нормативных ограничений допускается корректировка габаритов помещений.

**Использование строительных материалов и конструкций для решения частных пространств.** Уют и ощущение защищенности возникает и при правильном использовании строительных материалов, что влияет на философию пропорционирования городских и загородных объектов, типоразмеры отдельных конструктивных элементов и деталей. Габаритные размеры строительных материалов задают систему композиционного пропорционирования пространства. В каждом случае действует своя шкала отсчета, которая связана с применением определенного материала, например кирпича, дерева, бетона, металла, стекла и др. Во всех случаях следует помнить, что необходимо обеспечить

качественное исполнение каждой спроектированной детали. Иначе изделие даже из хорошего материала будет выглядеть плохо.

При формировании частных пространств элементы дизайна представлены довольно значимыми объемными блоками отдельных деталей, при их организации могут быть использованы два направления.

Первое направление рассматривает случаи создания частности пространств с использованием элементов дизайна. Оно связано с тем, что они могут участвовать в составе основных объектов, например зданий или сооружений.

Второе направление связано с решениями, когда элементы дизайна формируют вполне самостоятельный объект. Например – патио, смотровые площадки, образующие досуговые пространства для встреч и общения, обслуживания туристических маршрутов, проведения народных гуляний и др.

В отличие от остальных типологических составляющих, формирующих пространства городских и загородных территорий, на эти объекты распространяются не такие жесткие нормативные ограничения, как на здания и сооружения. Поэтому возникает возможность варьировать дизайнерскими приемами, компенсируя минусы, связанные с экономическими вопросами и прописанными архитектурно-планировочными ограничениями.

### **Пространство улицы как инструмент для альтернативных направлений по организации частных пространств.**

Городская или загородная улица – это не изолированная часть пространства, а главный составной элемент системы любого города или поселения, который служит инструментом для разработки альтернативных архитектурных направлений. Архитектурная организация объектов улицы призвана обеспечивать не только визуальное восприятие пространства, и оптимальную взаимосвязь различных функций, но и возможность формирования частных пространств, обеспечивающих комфортные условия проживания.

Пространство улицы формирует целостную систему многофункционального комплекса сложной структуры, которая органично взаимодействует с конкретными жизненными ситуациями, и создает широкое многообразие объемно-планировочных решений и позволяет значительно повышать комфортность среды.

Природная среда в разрабатываемых проектах естественным образом создает неповторимые высокохудожественные композиции, способствует компенсации воздействия антропогенных нагрузок, и позволяет нам чувствовать себя либо комфортно, если все устраивает, либо – не комфортно, если чего-то не хватает. В первом случае, мы наслаждаемся увиденным и довольствуемся тем, что есть. Во втором – стремимся, что-то изменить, чтоб возникло ощущение защищенности и комфорта.

### **Литература**

1. Колодин К. И. Формообразование объектов загородной среды. Учебное пособие для вузов / К. И. Колодин. – М.: «Архитектура-С», 2004. – 256 с.: ил.
2. Колодин К. И. Интерьер загородной улицы. Учебное пособие для вузов / К. И. Колодин. – М.: «Архитектура-С», 2015. – 410 с.: ил.

**УДК 721.01**

*Федор Викторович Перов*, канд. арх.,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Юлия Александровна Девятова*, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: f.perov@gmail.com, julia956@mail.ru*

*Fedor Victorovich Perov*, PhD of Architecture,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Julia Alexandrovna Deviatova*, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: f.perov@gmail.com, julia956@mail.ru*

**АРХИТЕКТУРНЫЕ ТРАДИЦИИ ГОРОДА И СПЕЦИФИКА  
В АРХИТЕКТУРНОЙ ШКОЛЕ**

**ARCHITECTURAL TRADITION OF THE CITIES AND SPECIFIC  
IN THE ARCHITECTURE SCHOOL**

В статье проводится анализ влияния архитектурного пространства города на специфику преподавания в архитектурной школе. Рассматриваются две архитектурные школы – архитектурного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета и Уральской государственной архитектурно-строительной академии. Каждая архитектурная школа работает в условиях сложившейся практики застройки городов, которые имеют разные традиции и отношение к охране исторических центров.

Каждая архитектурная школа создала свои традиции, обмен которыми может быть важным для архитектурного образования.

*Ключевые слова:* архитектурное пространство, исторический центр, регламенты застройки города, правила регулирования застройки, особенности архитектурной школы.

The paper analyzes the influence of the architectural space of the city on the specifics of teaching in architectural school. We consider two schools of architecture: architectural faculty of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering and Ural State Academy of Architecture and Civil Engineering.

Each architectural school operates under the established practice of cities construction. Each school has different traditions and attitudes towards the protection of historical centers, and share of such traditions may be of great importance for education of architects.

*Keywords:* architectural space, rules for the construction regulation, features of the architectural school.

Смотры дипломных проектов являются не только важным мероприятием, необходимым для оптимизации учебного процесса каждого университета, но и позволяют отметить тенденции и особенности каждой архитектурной школы. При проведении смотров возникает уникальная возможность в одном месте увидеть работы студентов-архитекторов не только всех университетов страны, но и ближнего и дальнего зарубежья. Нет сомнений, что в учебном процессе важнейшую роль играет профессорско-преподавательский состав. Роль личности преподавателя является определяющей. Ведь он передает студентам не только общие знания о предмете, но и свой жизненный опыт. Однако особенность архитектурной школы в значительной степени находится под влиянием традиций отношения к архитектуре и городской среде каждого конкретного города.

В этом плане интересно рассмотреть практику архитектурного факультета Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета и Уральской государственной архитектурно-строительной академии. Выбор данных архитектурных школ не случаен. Оба архитектурных факультета находятся в дружеских отношениях, и опыт творческого общения позволяет сделать важные выводы и обобщения. Разумеется, данные обобщения носят субъективный характер и не претендуют на абсолютную истину. Следует отметить, что особенности архитектурных школ являются важным качеством, использование которого другими школами позволяют значительно обогатить каждую школу и повысить качество архитектурного образования.

Специфика архитектурной школы связана с особым архитектурным пространством города, сложившимися здесь традициями, архитектурной практикой, законодатель-

ной системой, взаимодействием администрации города с участниками строительного процесса.

Процесс подготовки архитектора начинается и продолжается на всем протяжении обучения (а архитектор учится всю жизнь) с погружения в реальную объемно-пространственную городскую среду. Санкт-Петербург представляет уникальный исторический материал для осуществления подобной модели образования. Город-музей, множество архитектурных памятников, всемирно известные ансамбли. Для любого человека свойственно идентифицировать себя с местом конкретного проживания. Идентификация осуществляется по множеству признаков и часто связана со сложившемся окружением [1; 2]. И если в этом окружении происходят изменения – реакция большей частью является негативной, часто не зависящей от качества вновь построенного объекта. Для петербуржцев вопрос идентификации стоит остро, если не радикально. Это связано со сложившейся уникальной городской средой. Для большинства жителей города она представляется идеальной. Любое вмешательство воспринимается как угроза образу города. Такая реакция не является отличительной особенностью нашего времени. При строительстве здания Дома Книги (дом компании «Зингер»), архитектором Павлом Сюзором была предпринята попытка построить первое в России высотное здание [3]. Отрицательная реакция горожан потребовала существенной корректировки проекта. Аналогичные события разворачивались в городе несколько лет назад в связи со строительством Охта-центра. Консервативность петербуржцев является настолько радикальной, что даже при строительстве зданий, которые вписываются в существующие регламенты, возникают бурные споры и протесты. Около Московского вокзала построен новый торговый центр «Галерея». Проектировщиками предлагалось несколько современных стильных вариантов решений фасадов. Но по личному мнению губернатора было принято решение остановиться на классическом решении со скульптурами, ордером

Общественное мнение так повлияло на администрацию города, что были приняты законы, запрещающие внесение любых изменений в застройку исторического центра. Это стало настоящей катастрофой. Речь идет не о том, что современную архитектуру в городе стало делать сложно. Возникли обстоятельства, запрещающие любые реконструктивные мероприятия, без которых город существовать не сможет.

Столь значительный уровень консерватизма возник в постсоветский период, когда началось строительство на частные инвестиции. Частный инвестор, по своей природе, входит в противоречие с интересами общества. Коммерческий интерес постоянно направлен на решение двух вопросов: построить в самом престижном месте самый большой дом за меньшие деньги. Сохранение городской среды, решение вопросов организации общественных пространств являются дополнительными затратами и поэтому в интерес застройщика не входят. В результате в городе возникли многочисленные “градостроительные ошибки”.

Противоречие между интересами застройщика и общества можно решить только на законодательном уровне, ограничив права инвестора, утвердив необходимые регламенты и ограничения. С другой стороны, мера ограничений должна быть сбалансирована с возможностями застройщиков, иначе строительство полностью остановится. Сейчас это происходит. Объем реконструктивных мероприятий в городе существенно меньше, чем объем разрушений из-за старения зданий. Такая тенденция, в конечном итоге, приведет к полной деградации исторического города.

Гражданскому обществу Санкт-Петербурга предстоит пройти значительный путь установления взаимопонимания с инвесторами через формирования законодательной базы по застройке города, учитывающей интересы всех сторон инвестиционного процесса. Единовременно законодательная система не создается. Это сложный эволюционный процесс. Он идет более 20 лет и значительное количество вопросов частично решено.

Консервативный подход к проектированию в историческом центре и наработанный опыт проектирования в городе, сложившаяся законодательная система определяют отношение и к студенческим проектам. С одной стороны, существует подход и понимание необходимости профессионального исследования строительной площадки, ее места размещения в городе, окружающей застройки, правил землепользования и застройки. Предпроектное исследование позволяет профессионально подойти к процессу проектирования, выбору принципиальной концепции проекта.

С другой стороны, у студентов возникают опасения внедряться в историческое пространство города объектами современной архитектуры в центре города как диссонирующими со сложившимся историческим окружением. Это ведет к формированию концепций проектов эклектичного характера. При выполнении дипломных проектов заметен внутренний самоконтроль студентов, которые упреждающе опасаются использования современных архитектурных приемов при проектировании в историческом центре Санкт-Петербурга.

В Екатеринбурге, городе не столичном, но на протяжении своей истории всегда имеющим большое политическое и промышленное значение, сложились свои традиции. Особенное значение, как базы сталинской индустриализации, Свердловск имел в 1920–1930-е гг. Город становится творческой лабораторией отработки нового стиля архитектуры XX в. – конструктивизма. К проектированию были привлечены видные зодчие СССР, пионеры архитектуры. Жители города, воспитанные в подобной архитектурной среде, оказались способны и открыты к восприятию новых архитектурных форм. Современная архитектура Екатеринбурга очень профессиональна, высокого и хорошего качества. Особенно в центре, где построено много интересных современных зданий. Значительно больше, чем в Питере. Сложился новый современный центр города.

Однако в городе нет законодательства, которое охраняет сложившуюся застройку центра. Екатеринбург – город конструктивизма. Архитекторы-профессионалы хорошо осознают проблему возможной утраты архитектурного наследия. Но сделать ничего не могут. Поддержки со стороны общественного мнения нет. В результате современная архитектура агрессивно внедряется в центр. Следует отметить, что каждый отдельный объект спроектирован профессионально и качественно. Проблема заключается в разрушении сложившейся городской среды. Самосознание гражданского общества в части охраны городской среды предстоит создать.

Востребованность современных архитектурных решений населением, поиск новых форм, потребность в создании комфортной городской среды определяют и подход к архитектурному образованию. Традиции конструктивизма фактически перебросили мост между 30 годами прошлого века и современностью в головах молодых архитекторов. Поэтому архитектурная школа УРАЛГАХА сформировала свои индивидуальные и характерные только для Екатеринбурга традиции. Следует отметить, что в кругу профессорско-преподавательского состава УРАЛГАХА есть ясное понимание проблем, стоящих перед городом. И это понимание доносится до студентов.

Нам кажется, что влияние архитектурного пространства города на ту или иную архитектурную школу является очень важным, и необходимо, по примеру Европы, сохранить индивидуальность каждой отечественной архитектурной школы. Образование архитектора должно быть непрерывным. Работа во время учебы в проектных фирмах города, участие в конкурсах помогает студентам адаптироваться к практической деятельности, почувствовать стиль, дух города.

#### Литература

1. *Иконников А. В.* Историзм в архитектуре / А. В. Иконников. – М.: Стройиздат, 1997. – 559 с.
2. *Бархин М. Г.* Архитектура и город / М. Г. Бархин. – М.: Наука, 1979. – 223 с.: ил.
3. *Каплун А. И.* Стиль и архитектура / А. И. Каплун. – М.: Стройиздат, 1985. – 232 с.

УДК 721.001, 721.01

Мария Сергеевна Якуненкова, ст. преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: mary.yakunenkova@gmail.com

Maria Sergeevna Yakunenkova, Senior Lecturer,  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: mary.yakunenkova@gmail.com

## РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ПАССАЖИРСКИХ ХАБОВ В РОССИИ

### DEVELOPMENT OF TRANSPORT HUBS IN RUSSIA

В современном крупном городе транспортный хаб является не просто пересадочным узлом с различными объектами транспортной инфраструктуры, но и предусматривает комплекс многофункциональных сооружений. Такие объекты позволяют решать в городе и транспортные и социальные проблемы одновременно. Россия все чаще перенимает зарубежный опыт формирования системы транспортных хабов. Создание отечественных транспортных хабов направлено на устойчивое развитие городской среды. Большинство отечественных транспортных хабов имеют плоскостную структуру. Проектируемые транспортные хабы образуют интегральные структуры. Статья не затрагивает транспортные хабы, образованные транспортно-пересадочными узлами аэропортов и портов.

*Ключевые слова:* транспортный хаб, транспортно-пересадочный узел, интегральная структура, городское пространство, инфраструктура обслуживания.

Transport hub is not simply interchange node with different objects of transport infrastructure in modern big city. It also provides a set of multi-functional buildings and structures. These objects allow solving the transport problems and social problems of city at the same time. Russian architects usually adopt foreign experience of forming a system of transport hubs. The creation of native transport hubs directed sustainable urban development. Most local transport hubs have a flat structure. Projected transport hubs are forming an integral structure. Article does not address to the transport hubs of airports and ports.

*Keywords:* transport hub, transport interchange nodes, integral structure, urban space, infrastructure of service.

Большинство крупных российских городов долгое время находились в состоянии стихийного преобразования среды. Экономические кризисы отодвинули систему устойчивого планирования на второе место. На первый план вышло коммерческое освоение среды города. Вследствие этого, часть пространств необходимых для развития транспортной инфраструктуры оказалось «утраченной». Кроме того, крупные российские города (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Казань и др.), имеющие историческую среду, отличаются особым подходом к преобразованию городских пространств, сохраняя исторический контекст. Проведение Олимпийских игр 2014 года и будущее проведение Чемпионата Мира по футболу 2018 года дало мощный толчок для развития и реорганизации транспортной инфраструктуры и создания транспортных хабов. Современный транспортно-пассажирский хаб представляет собой единую систему транспортно-пересадочного узла и многофункционального общественного центра, которые могут функционировать как отдельно, так и вместе, вследствие правильного перераспределения потоков разных потребителей этого комплекса.

В мегаполисах первоочередность развития отдана транспортным хамам, расположенным на периферии города. А именно тем, которые имеют свободные территории для развития транспортно-пересадочного узла и способны обеспечить наилучшую связь растущих агломераций с центром города. Реконструкция транспортных хабов в центральных районах города проводится неохотно. Это связано со сложной структурой исторической среды.

Проектируемые отечественные транспортные хабы стремятся к интегральной структуре как к наиболее удобной для пешеходов. Кроме того, современные интегральные структуры предполагают насыщение различными современными функциями и обладают возможностью трансформации.



### **Особенности развития транспортных хабов в российских городах.**

Социально-экономическое развитие России идет по западной модели с концентрацией труда и капитала в крупных административных и промышленных центрах, с растущими в них социально-экономическими, техническими и экологическими проблемами, которые с каждым годом становятся все более острыми. В данный момент на 14 крупнейших городов России приходится около 20 % общей численности населения страны [1]. В таких городах, как Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Нижний Новгород, Самара, и др. возникает все больше предпосылок для создания транспортных хабов. Специфика российских транспортных хабов состоит в подходах к решению проблем организации структуры обслуживания и транспортной инфраструктуры.

#### **1. Обеспечение возросшего пассажиропотока.**

Для распределения возросших пассажиропотоков в ряде крупных городов отдают предпочтение развитию метрополитена и новых видов наружного скоростного рельсового транспорта. Линии метро проложены и работают в 7 самых крупных городах Российской Федерации, в трех городах они сооружаются [1]. Кроме этого, в мегаполисах стали задумываться о формировании транспортно-пересадочных узлов, которые не только снижали бы время пересадки пассажиров с одного транспорта на другой, но и обеспечивали бы безопасность этих пассажиров от транспортно-дорожных происшествий.

#### **2. Формирование структуры обслуживания.**

В крупных российских городах сформировано много транспортно-пересадочных узлов, связанных как с линиями метро, так и с внешним и с городским транспортом. По большей части, в этих узлах отсутствует развитая инфраструктура обслуживания или инфраструктура сводится к формированию торгового центра. Максимальное количество посетителей таких торгово-развлекательных центров приходится на выходные дни. Последние тенденции зарубежного проектирования сводятся к формированию торгового центра как транзитного пространства между зонами транспортно-пересадочного узла и пространствами деловой функции или гостиничными комплексами. При такой структуре торгово-развлекательные центры имеют большую загрузку.

#### **3. Формирование пространств для парковки индивидуального автотранспорта.**

Одной из особенностей строительства транспортных хабов в России является нежелание инвесторов вкладывать средства в освоение подземных пространств для устройства парковочных пространств. Если такие парковки и появляются, то они, как правило, платные и использоваться людьми как перехватывающие не могут.

До сих пор основным принципом формирования транспортных хабов за рубежом была такая стратегия проектирования, за основу которой брались модели городской застройки, позволяющие организовать транспортную систему с максимальной пользой для пассажиров. В России же стратегия развития транспортно-пересадочных узлов сводится к их коммерческому использованию, к созданию в их структуре пространств, подчас наиболее выгодных девелоперам, а не пассажирам. Сегодня российские города имеют четкую стратегию развития, где учитывается формирование новых транспортных инфраструктур, учитывается развитие пригородов и развитие исторического центра как туристического объекта [2].

### **Принципы архитектурно-планировочной организации отечественных транспортных хабов.**

Как и в зарубежном проектировании, так и в России выделяют три основных направления возникновения транспортных хабов: новое строительство, преобразование транспортно-пересадочного узла в транспортный хаб, слияние нескольких транспортно-пересадочных узлов с образованием транспортного хаба.

1. Слияние нескольких транспортно-пересадочных узлов с образованием транспортного хаба.

Один из самых ярких проектов – образование транспортно-пассажирского хаба в районе Сенной площади (г. Санкт-Петербург). Формирование пространства Сенной площади можно считать одним из самых часто трансформируемых проектов в Санкт-Петербурге. Буквально за 15 лет крупные преобразования здесь происходили несколько раз, не успевая закрепиться в структуре. С возникновением пересадочной станции метро «Спасская» снова потребовались изменения. Новый транспортный хаб решит проблемы организации существующего пространства Сенной площади, восстанавливаемого ансамбля Успенской церкви, обустройства остановок городского общественного транспорта, безопасности пешеходов при пересадке. Также появится дополнительный торговоразвлекательный комплекс. В составе этого комплекса предполагается организовать подземную многоуровневую парковку. Существующие исторически сложившиеся структуры станций метрополитена создавали ряд сложностей при проектировании пересадочного узла.

В отличие от российских, зарубежные проекты больше тяготеют к объемной связи транспортно-пересадочных узлов. Системы пересадок под землей сформированы в компактном пространстве посредством углубления уровней и создания связей транспортного хаба за счет общего холла, а не длинных подземных переходов.

2. Преобразование транспортно-пересадочного узла в транспортный хаб.

Основными направлениями преобразования транспортных хабов являются: организация функциональных процессов, композиционная увязка элементов транспортно-пересадочного узла и организация пространственно-композиционных связей с окружающей застройкой, реорганизация транспортно-коммуникационных и пешеходных потоков, экологическая реабилитация территорий городских пространств путем экологоландшафтных преобразований территорий, применение современных технологических систем [3].

Приоритетное влияние на выбор степени реконструкции оказывает место. Крупные транспортно-пересадочные узлы, как правило, сложились в центральных районах российских городов, что предполагает их расположение в исторической среде. Строгие городские регламенты накладывают ограничения на преобразование среды таких пространств. Другая часть транспортно-пассажирских хабов, претерпевающих в последнее время реконструкцию, – это структуры, расположенные на периферии города. Многие урбанисты в периферии видят источник роста крупных городов. Формирующаяся система кольцевых окружных дорог потребовала переосмысления транспортной ситуации. В первую очередь претерпевают реконструкцию транспортные хабы, расположенные близко к линии кольцевых магистралей (в Санкт-Петербурге, например, «Девяткино», в Москве – это создание целой системы третьего кольца метрополитена, где будут образованы транспортные хабы). Для разгрузки потоков окружных магистралей потребуется устройство перехватывающих парковок, создание новых автобусных станций, обслуживающих потоки пассажиров из пригорода. Раньше такие транспортные хабы проектировали как плоскостные системы, с организацией связи инфраструктуры за счет площади. Сейчас за основу принимают объемные системы, осуществляющие связь функций за счет подземных и надземных переходов.

3. Новое строительство.

Основополагающим принципом создания транспортно-пассажирского хаба является создание новых транспортно-пересадочных узлов, введение нового вида транспорта в структуру города либо развитие новых жилых или деловых центров.

Структура новых транспортных хабов в центральных районах города и в средней его части тяготеет к интегральной структуре, т. к. в застроенных районах существует проблема свободных площадей для строительства. На периферии же городов обычно исполь-

зуются более бюджетные модели взаимосвязи станций пересадок и общественного центра за счет конкорсов.

### **Решение композиционной взаимосвязи транспортно-пассажирских хабов и окружающей застройки.**

Планировка крупных российских городов, как правило, складывалась в течение нескольких столетий. Эти города имеют ярко выраженный исторический центр. Поэтому плотность сложившейся застройки центра города, сохранение его контекста требует от архитекторов особого подхода к формированию транспортных хабов.

Транспортно-пассажирские хабы, расположенные в срединной или периферийной зонах крупного города, имеют ряд преимуществ по сравнению с расположенными вблизи общегородского центра. Это, прежде всего, наличие резервных территорий для развития структуры комплексов и создания разнообразной специфики обслуживания

1. Метод интеграции. Способ вписания здания в среду города, или новой функции в здание, создавая целостность и организованность среды в используемой существующей композиционной модели [4]. Одним из примеров интеграции является создание станции метро «Адмиралтейская» в Санкт-Петербурге. Хотя система пересадки транспортного узла (метро – наземный городской транспорт) решена плоскостно, сама инфраструктура обслуживания и станция метро непосредственно интегрированы в историческое здание.

2. Метод объединения блоков. Способ объединения отдельных композиционных блоков в общую художественную концепцию – создание композиционно-градостроительной целостности – достигается за счет формальных композиционных средств (ритмических сеток и т. д.), использованием эспланад, террас, пространственных мостов и вертикальных связей [5]. Чаще всего в центральных районах города структурная целостность достигается за счет подземных переходов, тогда как надземная часть сооружения образована структурой блоков, вписанных в контекст места.

3. Метод объединения с помощью рекреационных пространств. Метод осуществляется при помощи: организации водных пространств, увеличения доли зеленых насаждений, использования прилегающих парковых зон, применения многоуровневых ландшафтных систем. Такие системы наиболее широко распространены в высокоурбанизированных мегаполисах, где плотность застройки очень высока, а доля рекреационных пространств очень мала. Так, для транспортного хаба «Топарево» в Москве озелененная крыша является критерием привлекательности места, закрывая крупный транспортный узел от людей и создавая дополнительную экологическую среду в районе транспортного сооружения.

4. Метод создания контрастной среды. Такой способ взаимосвязи необходим в тех случаях, когда транспортно-пассажирский хаб должен стать доминантой, акцентом окружающей среды [5]. Чаще всего такой способ применяется для увеличения значимости транспортного хаба, особенно при повышении статуса транспортно-пересадочного узла, или при создании на основе транспортного узла нового общественного или делового центра. Создание средового контраста может быть выражено не только в повышенной этажности, но и в создании контрастных, неконтекстных элементов.

### **Основными тенденциями развития транспортно-пассажирских хабов в России являются:**

- создание разнообразной инфраструктуры обслуживания, включающей разветвленную систему коммуникаций и сеть учреждений обслуживания и торговли;
- гибкая планировочная структура, способная к трансформации и дальнейшему развитию;
- структура транспортных хабов тяготеет к принципу интегральности, то есть она ориентирована на взаимосвязь в едином комплексе сооружений различных типов и функций;

- соответствие принципам устойчивого развития городской среды;
- сохранение ценных природных ландшафтов (реки, каналы, озера, лесные массивы) и создание новых ландшафтных структур, природные компоненты которых гармонично включаются в композицию транспортных хабов за счет образования зон отдыха, спорта и развлечений;
- развитие общественного городского транспорта, который будет осуществлять большую часть перевозок, и интеграция пересадочных узлов в систему региональных транспортных потоков;
- создание безопасных пешеходных пространств.

### Литература

1. *Кондратенко В. В.* Модернизация железнодорожных станций и узлов как фактор улучшения пассажирских перевозок в крупных городах России: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / В. В. Кондратенко. – Москва, 2010. – 24 с.
2. *Желтов А.* Особенности развития городов постсоветского пространства / А. Желтов // Большой сервер недвижимости: сетевой журнал. – 2009. – 3 июня. – URL: [http://www.bsn.ru/analytics/analytics\\_articles/russia/3804\\_osobennosti\\_razvitiya\\_gorodov\\_postsovetskogo\\_prostranstva/](http://www.bsn.ru/analytics/analytics_articles/russia/3804_osobennosti_razvitiya_gorodov_postsovetskogo_prostranstva/) (дата обращения: 15.01.2015).
3. *Птичникова Г. А.* Градостроительство и архитектура Швеции 1980–2000 / Г. А. Птичникова. – СПб.: Наука, 1999. – 199 с.
4. Словари и энциклопедии на Академике: сайт. – URL: [dic.academic.ru/](http://dic.academic.ru/) (дата обращения: 20.01.2015).
5. *Колесников С. А.* Архитектурная типология высокоурбанизированных многофункциональных узлов городской структуры крупнейшего города (На примере города Самары): дис. ... канд. архитектуры: 18.00.02 / С. А. Колесников. – Самара, 2006. – 180 с.

## СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### УДК 711.4-168

*Дмитрий Сергеевич Иванов*, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Светлана Геннадьевна Головина*, канд.  
архитектуры, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: ID90@list.ru, 79213348460@yandex.ru*

*Dmitriy Sergeevich Ivanov*, postgraduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Svetlana Gennadyevna Golovina*, PhD of Architecture,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: ID90@list.ru, 79213348460@yandex.ru*

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕНОВАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

### FOREIGN EXPERIENCE OF RENOVATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS

В статье рассматривается опыт некоторых Европейских государств в реновации жилого фонда послевоенной индустриальной застройки, схожего с отечественным фондом. Показывается успешный и неуспешный опыт разных стран, что связывается с конкретными сложившимися условиями. Выделяется группа индивидуальных для каждой страны факторов, таких как технический и моральный износ застройки, вопросы собственности жилья, механизмы финансирования, степень участия государства в организации процесса, рентабельность увеличения энергоэффективности зданий, сложившееся в обществе отношение к подобной застройке. Делаются выводы об актуальности детального изучения иностранного опыта реновации жилой застройки.

*Ключевые слова:* индустриальная жилая застройка, панельные дома, реновация, реконструкция, санация, энергоэффективность, комфортность

The article deals with the experience of some European countries in the renovation of housing postwar industrial development, similar to the troubled domestic funds. Shows successful and unsuccessful experiences of different countries, which binds to specific existing conditions. There is a group for each individual country factors

such as technical obsolescence and development, issues of ownership of property, financing mechanisms, the degree of state involvement in the organization of the process, increase the profitability of energy efficiency in buildings, the prevailing attitude in society to such a building. Conclusions about the relevance of a detailed study of foreign experience renovating residential buildings.

*Keywords:* industrial residential buildings, prefabricated houses, renovation, reconstruction, rehabilitation, energy efficiency, comfort

Вопрос о жилых домах, возведенных индустриальным способом в период с пятидесятых по девяностые годы прошлого столетия, стоит в России довольно остро. Дома нуждаются в экстренном ремонте и модернизации. По меркам сегодняшнего дня, эта сложившаяся застройка имеет большие проблемы с комфортностью, как на градостроительном уровне, так и на уровнях отдельного здания и квартиры. Кроме того, эти дома весьма не энергоэффективны. В то же время, конструкции рассматриваемых зданий все еще обладают большим запасом прочности и могут находиться в эксплуатации еще минимум 50 лет. Однако ответ на вопрос о ремонте, реконструкции, модернизации или сносе этого жилищного фонда зависит от различных факторов. Наряду с фактором местоположения дома, с точки зрения экономики недвижимости, также играет роль техническое состояние здания. Кроме того, необходимо учесть правовые, финансовые и социальные аспекты. Жильцы, преобладающее большинство которых в России является собственниками квартир, должны участвовать в принятии решений о будущем своих домов [1].

Такая проблема существует не только в России: всем странам бывшего социалистического блока досталось то же советское наследие – миллионы квартир в панельных домах. Сейчас тысячи пустых панельных многоэтажек стоят в каждой стране Центральной Европы. При всем этом, по качеству исполнения рассматриваемые здания в странах Европы лучше советских, тем более что крупнопанельное домостроение там начало развиваться в конце 1960-х.

Наибольшее количество реализованных проектов реновации сложившейся в послевоенные годы жилой застройки можно отметить в таких странах, как Германия, Польша, Литва, Нидерланды, Румыния, Франция и Англия. Развитие проектов реновации жилой застройки происходит за счет реконструкции домов или за счет частичного или полного сноса зданий и нового строительства [2].

После 1991 года страны Прибалтики, Восточной и Центральной Европы приняли европейскую систему стандартизации. Строительство новых зданий осуществлялось в соответствии с европейскими нормами. Вместе с тем, европейская политика в области энергосбережения поставила перед этими странами задачу повышения тепловой эффективности существующего фонда жилых зданий, построенных до 1991 года. Для достижения этой цели Европейским союзом были подготовлены специальные программы [3].

Для повышения тепловой эффективности жилых зданий, построенных до 1991 года, был реализован специальный проект, получивший название *BEEN – Baltic Energy Efficiency Network for the Building Stock* (Прибалтийская сеть энергосбережения в жилищном фонде). Проект *BEEN* начал свою работу 1 июля 2005 года и частично финансировался Европейским союзом в рамках программы Балтийского региона *Interreg III B*. Проект *BEEN* имел целью разработку стратегий и инструментов, способствующих реализации энергетически эффективной санации<sup>1</sup> в жилых зданиях панельной застройки в регионе Балтийского моря. География проекта *BEEN* охватывает страны Прибалтики: Эстонию, Латвию, Литву, а также Польшу и Германию [3].

Объединение восточной и западной Германии вызвало процесс внутренней миграции. Жители восточной части страны стали активно переезжать в более комфортные и развитые западные земли. Этот лавинообразный процесс стал серьезным вызовом для

---

<sup>1</sup> Санация (от лат. *sanatio* – лечение, оздоровление) – проведение капитального ремонта с реализацией мероприятий, обеспечивающих повышение тепловой эффективности

объединённой страны и считался национальной проблемой. Одной из причин, заставлявших немцев покидать восточные земли, был, безусловно, низкий уровень комфортности и привлекательности микрорайонов типовой застройки периода ГДР, в которых на тот момент проживало большинство жителей этого региона. Жилая застройка восточной Германии проигрывала аналогичной западногерманской по всем параметрам: энергоэффективность, внешний вид, качество инфраструктуры, техническое состояние... Решение этих проблем требовало решительных мер от правительства. С 1990 года в Германии действует государственная программа по модернизации индустриальной жилой застройки, включающую в себя санацию и реконструкцию панельной жилой застройки, улучшение инфраструктуры и территорий типовой застройки. Наряду с повышением комфортности проживания, главной целью программы также является приведение к современным нормам таких показателей как теплоизоляция, энергосбережение и гидроизоляция панельных домов. В результате действия программы к настоящему моменту большая часть панельных домов восточной Германии были полностью (60 %), или частично (25 %) реконструированы и санированы, что составляет примерно 2,1 млн. квартир. Некоторая часть фонда была снесена. Причем, как правило, причиной сноса были демографические и экономические изменения в регионе, а не техническое состояние застройки.

После объединения первым делом был решен основной вопрос – собственность. Если с исторической застройкой была ясность – здания передавали наследникам тех, у кого они экспроприировались, – то с новой застройкой использовались различные подходы. Большая часть зданий была передана акционерным обществам, учрежденным муниципалитетами, но очень часто с существенной долей частного капитала. Кроме того, им же были безвозмездно переданы значительные участки земли, прилегающей к зданию. Некоторые здания оставались в муниципальной собственности, в некоторых создавались жилищные кооперативы. Хотя общая политика находилась в ведении земельных властей, она соответствовала сложившимся порядкам в Старых Землях. Другими словами, в каждой Земле сложилась своя структура собственности, но с понятными правилами и устоявшейся законодательной базой ФРГ. В среднем, по всей Германии только 20 % немцев проживает в собственном жилье [3].

Следующий важный пункт – финансирование. Финансирование санации и реконструкции жилого фонда в бывшей ГДР проводилось за счет собственников квартир. Некоторые работы финансировались из федерального бюджета, но доля этих работ была невелика. Собственник мог получить кредит под 3 % годовых на 25 лет из федерального бюджета, воспользоваться предложением коммерческих банков или самостоятельно изыскать средства. Поскольку все вопросы реконструкции решал собственник, то мероприятия и их результаты были совершенно разными. Где-то собственник улучшал только энергетические показатели дома, а где-то проводил коренную реконструкцию целых кварталов, привлекая звезд современной архитектуры [3]. На рис. 1 и 2 представлен пример реконструкции панельного жилого дома в городе Лайнефельде, выполненной по проекту Штефана Форстера<sup>2</sup>.

Микрорайоны из панельных домов в Чехии есть в каждом городе. Во времена строительного бума в 70–80-е годы большинство новостроек в Чехословакии были возведены этим быстрым и дешевым способом. А в 90-е государство передало их в руки жилищных кооперативов [4].

---

<sup>2</sup> Штефан Форстер (нем. *Stefan Forster*) – известный немецкий архитектор, специализирующийся на реконструкции пятиэтажек, предложил отойти от сноса и переделать пространство вокруг пятиэтажек и трансформировать их.





Рис. 1 Реновация панельного жилого дома в городе Лайнефельде, Германия  
а, б – внешний вид до реновации; в, з – внешний вид после реновации

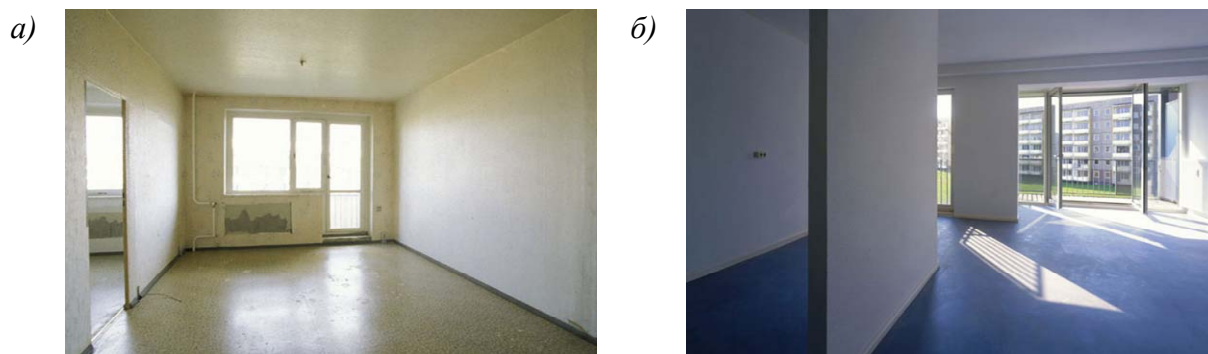


Рис. 2 Реновация панельного жилого дома в городе Лайнефельде, Германия  
а – квартира до реновации; б – квартира после реновации

После распада Советского Союза и ЧССР с панельными домами в Чешской Республике произошли самые разительные перемены. Местным властям удалось аккумулировать деньги региональных бюджетов, Евросоюза и владельцев квартир в этих домах, за счет которых началась масштабная реконструкция жилого фонда. В рамках реконструкции изменялись планировки, осуществлялся капитальный ремонт, заменялись окна, устанавливались современные лифты и так далее. В результате всех этих работ старых пятиэтажек в их классическом виде в стране почти не осталось. Когда-то унылые районы окрасились в яркие цвета и стали намного привлекательнее для покупателей и уютнее для жителей. В то же время, по окончании модернизации вырос не только спрос на это жилье, но и его цены. Бывшие «хрущевки» теперь входят, как правило, в сегмент среднего и иногда даже элитного жилья [4].

Польша стала одной из первых среди посткоммунистических стран, начавших кардинальную реформу жилищно-коммунального хозяйства. Одной из главных проблем польского ЖКХ было наличие огромного количества панельных домов, которые постепенно приходят в негодность. Первые панельные дома начали появляться в Варшаве еще в 1958 году, а в начале 60-х годов в Польше была принята программа их массового строительства. По данным последних лет, в построенных еще во времена Польской Народной Республики многоэтажных домах проживает каждый третий поляк [4].

В середине 90-х Гданьск был одним из первых городов в Польше, где началось облагораживание спальных районов: многоэтажки утеплили, затем на домах появились огромные рисунки – от изображений божьих коровок до портрета Леха Валенсы, который много лет жил в одной из гданьских многоэтажек [4]. На рис. 3 представлен пример санитированной панельной пятиэтажки в городе Гданьск.

а)



б)



Рис. 3 Реновация панельного жилого дома в городе Гданьск, Польша:  
а – внешний вид до реновации;  
б – внешний вид после реновации



Среди жителей панельных домов развита вторая по популярности в Польше форма обслуживания и содержания жилого фонда – жилищные кооперативы, которые при всех плюсах объединяет один минус – недостаток средств на капитальный ремонт зданий. Это связано с тем, что государственных программ дофинансирования ремонтов многоэтажных домов в Польше практически не существует. Из-за хронических задолженностей многих жильцов по квартплате средств на ремонт не хватает, поэтому иногда все сводится к нестандартной покраске дома [4].

Надо отметить, что проблемы реновации жилого фонда касаются не только индустриальной застройки стран бывшего социалистического лагеря. Так, например, «по данным архитекторов-урбанистов, во Франции около 6 млн квартир не отвечают нормам комфортности <...>. Франция имеет хорошо развитую структуру организаций, выполняющих финансирование, поиски источников финансирования, проектные, исследовательские работы в области реконструкции. Координирующую роль в этом процессе играет Национальное агентство по реконструкции жилья» [5].

Например, в городе Нанте недавно были выполнены работы по реконструкции района Сент-Жозеф, представляющего массив из 270 квартир, построенных в конце 1950-х годов. Там был применен способ реконструкции жилых домов с поперечными несущими стенами, при котором пристраивают дополнительные объемы для увеличения площади и частично перемещают фасады, корпус здания расширяется. Таким образом, минимальные размеры кухонь (4 м<sup>2</sup>) и общих комнат (14,5 м<sup>2</sup>) были увеличены до 8...15 м<sup>2</sup>. С точки зрения социальной организации реконструкции, важно отметить, что согласование реконструкции с жильцами этого района шло в течение двух лет [5].

Реконструкция жилищного фонда, о чем свидетельствует мировая практика и что подтверждают большинство исследователей, является наиболее рациональным способом его использования и решения жилищной проблемы при ограниченных финансовых ресурсах государства. Она позволяет придать физически изношенным и морально деградировавшим жилым домам современные потребительские качества, продлить их жизненный цикл, снизить эксплуатационные затраты, построить новое жилье на застроенной территории, существенно улучшить архитектурный облик и среду обитания в массивах индустриальной жилой застройки [6].

Изучение и анализ мирового опыта реновации жилого фонда показывают, что успешность тех или иных схем реновации зависит от группы индивидуальных для каждой страны факторов, таких как технический и моральный износ застройки, вопросы собственности жилья, механизмы финансирования, степень участия государства в организации процесса, рентабельности увеличения энергоэффективности зданий и даже сложившегося отношения общества к подобной застройке. Все эти факторы нужно обязательно учитывать при попытке переноса иностранного опыта реновации на российскую почву.

## Литература

1. Хёллер К. Санация панельного жилого фонда как альтернатива строительству новых домов / К. Хёллер, Р. Хилленберг. – Портал-Энерго 2014. URL: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/749> (дата обращения: 12.04.2015).
2. Степанова М. В. Мировой опыт реновации жилой застройки. Что из зарубежного опыта можно применить в Санкт-Петербурге? // ESTATE.SPB.RU: региональный сервер недвижимости Санкт-Петербурга и Ленинградской области 2014. URL: <http://www.estate.spb.ru/articles/24/304.html> (дата обращения: 11.04.2015).
3. Шилкин Н. В. Повышение энергетической эффективности зданий в странах Прибалтики и Восточной Европы // Энергосбережение. 2011. №7. С. 17–25.
4. Зарубежные «хрущевки»: что происходит с панельными домами в Восточной Европе. // Департамент градостроительной политики города Москвы: официальный сайт 2014. URL: <http://www.estate.spb.ru/articles/24/304.html> (дата обращения: 11.04.2015).
5. Грабовой П. Г. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города / П. Г. Грабовой, В. А. Харитонов. – М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект», 2006. – 624 с.

6. Пилипенко В. М. Комплексный подход к реконструкции индустриальной жилой застройки. // Архитектура и строительство: архитектурно-строительный портал 2007. URL: <http://ais.by/story/1249> (дата обращения: 12.04.2015).

**УДК 741/744(075.8)**

*Янина Альбертовна Степуленок*, аспирант,  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Сергей Федорович Гришин*, канд. арх.,  
профессор  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: archit-art@yandex.ru*

*Janina Albertovna Stepoulenok*, post-graduate student,  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Sergey Fedorovich Grichin*, PhD of Architecture,  
Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: archit-art@yandex.ru*

## **К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИЗАЦИИ ТЕРМИНОЛОГИИ ГОРОДСКИХ ОРИЕНТИРОВ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ**

### **A SYSTEMATIC TYPOLOGY OF POINTS OF ORIENTATION WITHIN HISTORIC CITIES**

В работе предложено уточнение систематизации терминологии городских ориентиров: доминант и акцентов в зависимости от высоты и композиционной значимости для силуэта города, от места в градостроительном каркасе города. Анализируется подход к городским ориентирам многих известных теоретиков архитектуры и ведущих проектировщиков-реставраторов. Анализируется панорамное и коридорно-уличное восприятие городских ориентиров в исторической застройке Санкт-Петербурга. Уточнение подхода позволяет использовать более компетентно и однозначно разнообразные конкретные термины, в отличие от неупорядоченных по иерархии терминов, встречающихся в литературе прошлых лет.

*Ключевые слова:* архитектурная доминанта, архитектурный акцент, ориентир, композиция города, силуэт города.

In work specification of systematization of terminology of city reference points is offered: dominants and accents depending on height and the composite importance for a city silhouette, on a place in a town-planning framework of the city. Approach to city reference points of many famous theorists of architecture and the leading designers-restorers is analyzed. The panoramic and corridor and street perception of city reference points in historical building of St. Petersburg is analyzed. Specification of approach allows to use more competently and unambiguously various concrete terms unlike the terms, disorder on hierarchy which are found in literature of last years.

*Keywords:* architectural landmark, architectural emphasis, orientation point, environment of historic buildings, city sky-line.

Санкт-Петербург располагается на равнинной местности, и основная фоновая застройка тоже представляет собой линию, параллельную горизонту. Именно поэтому наличие вертикальных элементов в застройке и других приемов ее акцентирования так разнообразны и украшают наш город. Значительные их утраты в ходе Войны, амортизации вызвали к жизни необходимость их изучения с целью воссоздания системы обогащения архитектурной выразительности застройки. Однако в статьях, посвященных архитектуре Санкт-Петербурга, они упоминаются под самыми разными названиями. Это и доминанты, и акценты, и ориентиры. В ряде случаев это оправдано в силу их определенного разнообразия, но зачастую имеются в виду одни и те же типы. Целесообразно рассмотреть эту ситуацию подробнее.

Изучению ориентиров восприятия городской исторической застройки посвящено большое количество работ. Так, Н. Н. Баранов [1], рассматривая силуэтное восприятие доминант, использует термины: «силуэтные доминанты», «важные городские доминанты», «доминанты, образующие силуэт города». А. В. Бунин и Т. Ф. Саваренская [2], рассматривают доминанты с градостроительной точки зрения, как градообразующие элементы, при этом употребляются следующие термины: «городские доминанты», «градообразующие доминанты», «доминанты, выявляющие структуру города». В работах С. В. Семенцова, И. В. Фомина [3], и Н. Т. Винокуровой [4], по высотам преодолена размытость

понятий архитектурных доминант и акцентов: «главные городские доминанты высотой 100–120 м», «средние городские доминанты высотой 70–90 м», «локальные городские доминанты – 40–60 м», однако кроме высоты, архитектурные доминанты имеют и другие не менее важные характеристики. В работе Н. Е. Лопатина [5], анализируется понятие «архитектурная доминанта» с трех точек зрения: «визуально-психологической – ориентир», «архитектурно-художественной – акцент», и «социально-функциональной – важный городской объект». Также Н. Е. Лопатин [5], рассмотрел архитектурную доминанту с точек зрения: внутренних физических качеств, внутренних художественных качеств и качеств внешнего взаимодействия. Внешнее взаимодействие доминант очень подробно рассматривается у В. Т. Шимко [6];: типы площадей, типы улиц, ориентирование на доминанты. Понятием «ориентир» пользуются следующие архитекторы-теоретики: А. В. Бунин (1935) [2], А. В. Иконников Степанов Г. (1972) [7], Е. Л. Беляева (1977) [8], Э. М. Климов (1980) [9], К. Линч (1982) [10].

Понятие «ориентир» включает:

Объекты архитектуры, визуально фиксирующие основные градостроительные оси.

Объект архитектуры, привлекающий внимание зрителя своими художественно-эстетическими качествами.

Уникальные и специфические здания, части зданий, малые архитектурные формы, способствующие ориентированию человека в пространстве.

Объекты, художественные и конструктивные качества которых концентрируют на себе внимание зрителя и формируют видовой кадр.

В качестве основы классификации и терминологии предложено использовать следующие подходы: «доминирование какого-либо фактора в процессе формообразования» [13], например «зрительные ориентиры» [2], то тогда выстраивается следующая система критериев группировки зрительных ориентиров и соответствующая система классификации, система, основанная на трудах многих ученых: Н. Н. Баранова [1], А. В. Бунина [2], Т. Ф. Саваренской [2], Л. П. Лаврова [11], Е. И. Кириченко [12], Ю. В. Курбатова [13], С. В. Семенцова [3], И. В. Фомина [3], Н. Т. Винокуровой [4], Н. Е. Лопатина [5] и др.

В результате анализа, в качестве первого шага к систематизации логично предложить классификацию С. В. Семенцова [3], по высотным параметрам:

1. Масштаб градостроительного каркаса центра СПб. Это главные доминанты городского значения (высотой 100–120 м).

2. Масштаб районов (островов): Городской (Петербургский) остров, Васильевский остров, Адмиралтейский район. Доминанты районного значения 70–90 м.

3. Масштаб площадей и улиц: Австрийская площадь, Каменноостровский пр., Пушкинская ул., Гороховая ул. Локальные силуэтные композиции в системе коридорного восприятия 40–60 м, средние доминанты.

4. Масштаб отдельных домов: силуэт, система конструкций здания и его объемно-пространственных конструктивных элементов. Акценты в системе коридорного восприятия: 30–40 м, малые доминанты.

5. Масштаб плоских деталей фасада: окна, двери, порталы, сандрики, пояски, тяги, лепнина. Акценты фасада .

Характер визуальных зон (по В. Т. Шимко) [6]:

1. «Открытый» – при низкой фоновой застройке (СПб XVIII – нач. XIX веков, еще встречается в центре города). Панорамное восприятие было основным, когда жилые здания не загораживали церквей.

2. «Замкнутый» – при увеличении высоты застройки более 24–27 м. (XIX – нач. XX веков). В перспективах улиц, с площадей и набережных наличие вертикальных доминант создает силуэт равнинного Петербурга.

Очевидно, что восприятие систематизируется как «панорамное» и «коридорное» – «уличное».

В совокупности, объединяя эти две классификации, можно предложить следующую классификацию, классификацию по масштабу визуального восприятия:

1. Главные доминанты города – это главные «зрительные ориентиры» в масштабе градостроительного каркаса.

2. Главные доминанты района – главные «зрительные ориентиры» в масштабе районов (островов).

3. Средние доминанты – это средние «зрительные ориентиры» в масштабе площадей и улиц (аттики, образующие фронтошпицы на углах домов – повышенные части аттиков), их высота от 21,7 до 40 метров.

4. Малые «зрительные ориентиры» в масштабе силуэта, система конструкций здания и его объемно-пространственных конструктивных элементов в масштабе отдельных домов (угол Клинского пр. и Московского пр., угловой эркер с башенкой)

Двух- и трехэтажные здания, построенные в конце XVIII века в стиле классицизм, перестраивались в течение XIX века в здания стилей историзм и эклектика, а в начале XX века – в модерн.

В сложившейся застройке с этажностью в 4–6 этажей характерны «коридоры восприятия», в которых как ориентиры необходимы доминирующие акценты. Панорамное восприятие еще иногда встречается в Петербурге, например в Коломне за Крюковым каналом, там в двухэтажной застройке совсем нет доминирующих акцентов. Эркеры появляются в Петербурге при увеличении высоты застройки и переходе от панорамной системы к «коридорной системе восприятия». Первый эркер в Петербурге появился на собственном доме архитектора П. Жако, затем на особняке Половцова (1835–1837, арх. А. Пель) и доме О. Монферрана (1867–1871, арх. И. И. Цим). Это одноэтажные эркеры на лицевых фасадах. Дворовые эркеры, служащие в XIX веке туалетами, здесь не рассматриваются. Эркеры встречаются на особняках (особняк А. Е. Молчанова и М. Г. Савиной, арх. М. Ф. Гейслер, 1905–1907, модерн, ул. Литераторов, 17; дом Д. А. Котлова, пр. Тореза, 8, 1913–1914, арх. Н. И. Товстолес (современный топоним – метро Площадь Мужества, 110 м от метро)), на доходных домах (дом Ратькова-Рожнова, Эклектика, 1886–1888 – арх. П. Ю. Сюзор, включен существовавший дом (топохрон), пам. арх. (регион.), наб. канала Грибоедова, 71 – Столярный пер., 13 – Казначейская ул., 6.; доходный дом товарищества «Помещик», арх. Блувштейн), на общественных зданиях (дом городских учреждений арх. Лишневский). Очень интересны и эффектны эркеры на углах зданий, на пересечениях улиц, кажущиеся в ракурсе еще выше, венчающиеся шпилями, башенками, куполами (доходный дом, арх. Баниге, 1904, 2-я Красноармейская, 7; арх. П. Ю. Сюзор, ул. Пушкинская 7; Австрийская пл., арх. Шауб и др.). Есть понятие «зрительные ориентиры» [2], которые могут быть уточнением терминологии, связанной с пространственной ориентацией. Классификация пространственных ориентиров: по месту в застройке; по форме; по местоположению на фасаде; по материалу (например, деревянные эркеры на ул. Фурштатской, на Старо-Невском пр.).

В зоне исторического регулирования высоты застройки создан регламент высоты застройки. Высота рядовой фасадной застройки в центре Санкт-Петербурга от 10 до 27 м. По берегам Невы запрещалось строить ниже двух этажей на погребях (высота 8–10 сажен, или 12–15 м), в Морских улицах – 6–8 сажен (9–12 м) (сажень – 152,7 см). Выше карниза Зимнего дворца с середины XIX строить запретили указом. Во всех случаях превышения регламента проводится компьютерный расчет. «В 2009 году к работе с новой информационной базой был адаптирован расчетный аппарат «ПРОТО», разработанный по заказу Комитета по градостроительству и архитектуре для выполнения расчетов, которые легли в основу схемы высотного регулирования в составе Правил Землепользования и Застройки» [4]. Рассчитываются «поверхности ограничения высоты застройки» на основе Инвестиционного Проектного Комплекса «Силуэт Санкт-Петербурга» [4].

В XX веке были изучены оптимальные соотношения высот архитектурных доминант и рядовой застройки с учетом условий восприятия А. В. Буниным [2], и Н. Ф. Саваренской [2], С. В. Семенцовым [3], И. В. Фоминым [3], Т. Н. Винокуровой [4]. Были выведены желательные соотношения: башни – в два раза выше рядовой застройки, купола – в три раза, а шпили в четыре раза выше рядовой застройки: для башен 1/2, для куполов 1/3, для шпилей 1/4. В соответствии с приложением 4 о системе высотных ограничений закона Санкт-Петербурга 2005 года «О Генплане Санкт-Петербурга» (автор раздела Н.Т. Винокурова), между главными доминантами (ориентирами) в Санкт-Петербурге обычно расстояние около 1500–2000 м [4].

К сожалению, идут потери: доминанты и акценты при ремонтах не восстанавливаются, утрачены приметные завершения построек на Большом проспекте Петроградской стороны И. Претро и П. Сюзора, № 44 и № 49. Частично исчезли фигурные купола домов Ф. Лидваля по Большой и Малой Конюшенным улицам (№ 19 и № 1-3). Количество «обезглавленных» (термин Б. Н. Кирикова [14]) зданий на наших глазах увеличивается. Угловые башни были рассчитаны на восприятие с дальних расстояний (ориентиры). Купол из металла и стекла над зданием торгового дома «Зингер» архитектора П. Сюзора (1902–1904) уравновесил в перспективе Невского проспекта Башню Городской думы. Башня «сложнофигурного абриса» Дома городских учреждений, сооруженного на Садовой улице, 55–57 А. Лишневым (1904–1906) подчеркнула его градостроительное значение. Доходный дом товарищества «Помещик», расположенный на Измайловском проспекте, 16 (1911–1913), архитектора Я. Блувштейна визуально связан с домом Лишневого крупным барабаном и вытянутым куполом на углу. Верхний «фонарик» над ним не уцелел. На Лермонтовском проспекте сохранилась только одна доминанта (ориентир) этого типа – на доме № 49, не считая эркеров, не выходящих за уровень кровли, балконов и фронтонов, которые относятся к акцентам. Доминанта дома № 49 замыкает собой 4-ю Красноармейскую улицу, что придает улице романтический вид и ориентирует идущего по ней человека.

У сотен домов XIX века по разным причинам снесены акценты. В особняк Кельха бомба попала во время фашистского налета, и один из двух эркеров был снесен и не восстановлен, что значительно обеднило выразительность фасада. При реставрации аптеки доктора Пеля на 7-й линии Васильевского острова ранее существовавший «фонарик» над башенкой (ориентиром) не был восстановлен. Отсутствуют «фонарики» над башенками также на канале Грибоедова, напротив Витебского вокзала, по маршрутам Каменноостровского и Загородного проспектов и у многих других доходных домов XIX века в центре Петербурга. Тут сыграли роль многие факторы: общественное мнение, попали в «архитектурные излишества», экономические условия, также утрачена строительная культура воссоздания. В тех местах, где при реставрации не вернули архитектурным доминантам (ориентирам) первоначальный облик, человеку стало трудно ориентироваться в городе: ряды одинаковых окон – агрессивная среда для глаз.

Термины, определяющие архитектурные доминанты, можно разделить на группы по употребляемости в статьях архитекторов-теоретиков: в первую группу входят самые употребляемые термины, формирующие силуэт города: «доминанты», «архитектурные доминанты», «зрительные ориентиры» – эти термины употребляли Н. Н. Баранов [1], Н. Ф. Гуляницкий [15], и другие. Во вторую группу объединены термины: «главное здание», «маяк», «цель», «ориентир» – авторы А. В. Бунин [2], Н. Ф. Саваренская [2], А. В. Иконников [7]. В третью группу входят «зрительный акцент» и «архитектурный акцент», «вертикальный акцент», «вертикали» – авторы А. В. Бунин [2], Н. Ф. Саваренская [2], Н. Н. Баранов [1], Н. Ф. Гуляницкий [15], Ю.И. Курбатов [13]. Четвертую группу представляют «высотный ориентир» и «архитектурная вертикаль», которые задают архитектурный масштаб городским постройкам, формируют силуэт города. Авторы А. В. Бунин [2], Н. Ф. Саваренская [2], Н. Ф. Гуляницкий [15] применяют данные термины при

анализе городских ансамблей Петербурга. В пятой группе представлены термины «смысловой центр композиции» [5], «композиционный узел», «элементы смелой пластики», «доминирующие знаки архитектурной формы», «архитектурная метафора», «доминирование эстетической конструктивности», «доминирование, какого либо фактора в процессе формообразования» – термины Ю. И. Курбатова [13]. В свете новейших исследований важен термин «доминирование, какого либо фактора в процессе формообразования», также «доминирование эстетической конструктивности». Сотрудниками института НИПИГрад и РАН был предложен расчет «поверхности ограничения высоты застройки» в виде изогипсограммы, показывающей значения высот, воспринимаемых из данного пространства (используются в работе КГА, КГИОП). Зоны видимости исторически сложившихся доминант входят в «зоны сохранения силуэта» [4].

Основные стили XIX в., в которых появились «архитектурные доминанты» на доходных домах – историзм, эклектика (романтическое направление), модерн «В модерне появились особенно яркие и разнообразные доминанты доходных домов». [12].

Профессионально обоснованный подход к исследованию размещения доминант и акцентов дает ряд композиционных приемов:

1. Ориентация улиц на высотные доминанты, в силу чего они становятся органически связанными с основной планировочной структурой города. Опыт застройки Санкт-Петербурга свидетельствует об интересном приеме, когда второстепенные улицы завершаются высотным акцентом (шпилем, куполом), но не непосредственно, а на втором плане. Они попадают на ось улицы над противоположащей застройкой: 4-я Красноармейская выходит на Лермонтовский пр. напротив дома № 49, имеющего эркер, завершённый неороманской башенкой.

2. Расположение доминант в определенных градостроительных узлах, на пересечениях важных городских магистралей или на набережных закрепляет архитектурные ансамбли не только планировочно, но и пространственно. Это локальные доминанты и служащие всему городу ориентиры.

3. В планировочной структуре города расположение высотных доминант играет важную роль. Размещение вертикальных акцентов в городе зависит от его структуры. Главные вертикали, имеющие общегородское значение и придающие городу характерный для него облик, создаются в центральных его частях, на периферии – локальные, сопровождающие эти центральные доминанты. Концентрация высотных элементов в центре подчеркивает его значение в высотной композиции города.

«Доминирующие акценты» – термин Н. Н. Баранова [1, с. 68] – можно применить, например, к дому Ушакова (Невский пр., 54). Располагаются доминирующие акценты в наиболее ответственных точках. Они композиционно связаны с другими вертикалями, с центром города. Приемы сочетания планировочных осей города с высотными акцентами, когда эти оси направлены на существующие вертикали, или создание таких вертикалей в определенных планировочных узлах [4].

Формирование вертикальными акцентами архитектурных ансамблей, сочетающихся друг с другом и с природным окружением, получили широкое распространение в мировом градостроительстве на всех этапах его развития.

Владимир Тихонович Шимко – профессор МАрхИ пишет так: «Главным законом, организующим и направляющим творческий поиск при проектировании открытых пространств разного типа, является создание, выявление и закрепление доминирующего начала». [6].

По классификации, предложенной К. Линчем [10], архитектурный образ города складывается из пяти основных композиционных элементов: пути-направления движения наблюдателя; грани, линейные разломы непрерывной среды: берега, насыпи, края застройки, стены; районы, имеющие двухмерную целостность, всегда воспринимаемые изнутри; узлы, пересечения, примыкания, углы улиц или замкнутые площади. Ориентиры

(точечные элементы, воспринимаемые снаружи, на большом расстоянии, отдельные башни, позолоченные купола, большие холмы.) символизируют направление

Приемы композиционной взаимосвязи смежных архитектурных пространств делятся на две группы: основанные на пространственных представлениях и использующие объемные элементы среды. «Доминантное пространство» Петербурга – прием, построенный на иерархии взаимодействующих фрагментов среды: на пространственной доминанте Невы, к которой обращены все главные ансамбли центра города. Прием использования «визуальной оси» Невского проспекта связал ряд пространств в единую перспективу от Адмиралтейства до площади Восстания (это примерно около 3-х километров). На этом пространстве есть промежуточные ориентиры: Дом книги, башня над зданием бывшей Госдумы, доходный дом Шувалова с угловым эркером-ориентиром (на перекрестке с Малой Садовой улицей), Аничков мост, Аничков дворец.

Сохранение исторической части городской среды Петербурга является актуальной проблемой нашего времени. Эркеры самая интересная в художественном отношении и самая конструктивно – сложная часть, главные ориентиры в среде доходных домов, особенно живописно передающих дух эпохи XIX – начала XX веков. Идет разрушение и необдуманная реконструкция эркеров (ориентиров) без восстановления сложных частей, в упрощенном виде, что эстетически обедняет нашу среду обитания. Возвращение к символике, ривайвализму, ретроспективизму, к историческим стилям – это резерв творческой деятельности. Зерно разумного выбора форм и принципов решений XIX века породило типологию зданий в XX веке. Башни на пересечении улиц, эркеры на пересечении улиц и фасадах выходящих на улицу являются городскими ориентирами.

Вывод: архитектурная доминанта, понимаемая как визуальный ориентир, объединяет в себе все остальные термины. Ориентир объединяет доминанты и акценты в единую систему ориентации в городе с выделением главных и локальных доминант и акцентов.

### Литература

1. Баранов Н.Н. Силуэт города / Н. Н. Баранов. – Л.: Стройиздат, 1980. – 206 с.
2. Бунин А. В. Градостроительство XX века в странах капиталистического мира: том 2 / А. В. Бунин, Т. Ф. Саваренская. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1979. – 411 с.: ил.
3. Семенцов С. В. Методическое обеспечение работ по уточнению пообъектного состава и границ территории комплексного объекта культурного наследия «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников», включенного ЮНЕСКО в список всемирного наследия / С. В. Семенцов, И. В. Фомин. – Т. 1. – СПб, 2011. – 25 с.
4. Винокурова Н. Т. Закон СПб 2005 года «О Генплане СПб». Приложение 4. Система высотных ограничений / Н. Т. Винокурова. СПб., 2005 – 18 с.
5. Лопатин Н. Е. «Архитектурная доминанта: обобщение знаний и формирование теории проектирования» / Н. Е. Лопатин // Сетевой журн. – 2014. – URL: <http://nmaxu.narod.ru/ra>. (дата обращения: 04.05.2014).
6. Шимко В. Т. Основы теории (средовой подход). Архитектурно-дизайнерское проектирование / В. Т. Шимко. – М.: Архитектура, 2012. – 269 с.
7. Иконников А. Основы архитектурной композиции / А. Иконников, Г. Степанов. – М.: Искусство, 1971. – 229 с.
8. Беляева Е. Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия / Е. Л. Беляева. – М.: Стройиздат, 1977.
9. Климов Э.М. Наглядное моделирование восприятия архитектурных комплексов в процессе движения: автореф. дисс. ... канд. архитектуры / Э.М. Климов. – М., 1980. – 16 с.
10. К. Линч Образ города / пер. с англ. канд. арх. В. А. Глазычева; под ред. д-ра арх. А. В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1982.
11. Лавров Л. П. 1000 адресов в Санкт-Петербурге. Краткий архитектурный путеводитель / Л. П. Лавров. – СПб., 2008. – 269 с.
12. Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830-1910-х годов / Е. И. Кириченко. – М.: Искусство, 1982. – 399 с.
13. Курбатов Ю.И. Петроград, Ленинград, Санкт-Петербург. Архитектурно-градостроительные уроки / Ю. И. Курбатов. – СПб.: Искусство – СПб, 2008. – 301 с.

14. Переучет/Башенки: слова Бориса Кирикова [Электронный ресурс] / сайт журнала «Адреса Петербурга» // Адреса Петербурга. – 2004. – № 15/27. – URL: [http://adresaspb.ru/arch/adresa\\_15/adresa\\_15\\_main.htm](http://adresaspb.ru/arch/adresa_15/adresa_15_main.htm) (дата обращения: 15.03.2015).

15. Гуляницкий Н. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для вузов, специальность ПГС / Н. Ф. Гуляницкий. – М.: Стройиздат, 1978. – Том 1. «История архитектуры». – 245 с.

## СЕКЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

### УДК 711.4

*Юлия Владимировна Андреева*, доцент  
(Академия архитектуры и искусств  
Южного федерального университета)  
*Александр Меркурьевич Бояринов*,  
кандидат архитектуры, профессор  
(Академия архитектуры и искусств  
Южного федерального университета)  
E-mail: [an\\_julia@list.ru](mailto:an_julia@list.ru)  
[alexander.boyarinov@gmail.com](mailto:alexander.boyarinov@gmail.com)

*Julia Vladimirovna Andreeva*, Associate Professor  
(Academy of Architecture and Fine Arts,  
Southern Federal University)  
*Alexander Merkurievich Boyarinov*,  
PhD of architecture, Professor  
(Academy of Architecture and Fine Arts,  
Southern Federal University)  
E-mail: [an\\_julia@list.ru](mailto:an_julia@list.ru)  
[alexander.boyarinov@gmail.com](mailto:alexander.boyarinov@gmail.com)

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АГЛОМЕРАЦИЙ В СИСТЕМЕ РАССЕЛЕНИЯ ЮГА РОССИИ

### THE URBAN DEVELOPMENT OF AGGLOMERATIONS IN THE SETTLEMENT SYSTEM IN THE SOUTHERN RUSSIA

В статье излагаются основные положения комплексного исследования агломераций в системе расселения Юга России. Агломерации рассматриваются в качестве структуроформирующих узлов, выполняющих функции центров развития региональной системы расселения. В работе даны предложения перспективного развития системы расселения, в основе которых лежит формирование опорного каркаса расселения с системой структуроформирующих узлов – крупных городских агломераций: Ростовской, Волгоградской, Краснодарской, Ставропольской, Симферопольской, Астраханской. На основе комплексного анализа планировочных особенностей этих агломераций и тенденций их развития разработаны модели перспективного территориально-пространственного преобразования агломераций. Выполнены проектные градостроительные решения по их перспективному развитию.

*Ключевые слова:* система расселения, опорный каркас расселения, городская агломерация, урбанизация, территориально-пространственное развитие.

This article describes the basic provisions of complex research of urban agglomerations in the settlement of the Southern Russia. Agglomerations are considered as nodes, which form the supporting frame structure of the settlement system. They serve as regional centers of the development of the entire settlement system. During the research, a concept of perspective development of settlement in the Southern Russia was proposed. This concept is based on the emphasis of roles of major metropolitan areas, which are the supporting frame of the settlement in the South of Russia, such as Rostov, Volgograd, Krasnodar, Stavropol, Simferopol, Astrakhan. The perspective models of spatial development of the agglomerations were proposed. This models area based on the common functional trends and on planning features of large agglomerations. The tasks of perspective urban development of the agglomerations were resolved.

*Keywords:* settlement system, reference frame of settlement, urban agglomeration, urbanization, spatial development.

Особенностью современной расселения на территории Российской Федерации является неравномерный характер территориально-пространственной организации градостроительных систем расселения с выделенными крупными активно растущими урбанизированными центрами. Численность постоянного населения РФ на 1.01.2015 г. составила 146 270 030 человек, из них городское население – около 74 % жителей страны, при этом 39 % всего населения проживает в крупных городах-центрах агломераций [1]. В современной нестабильной экономической ситуации следствием такой тенденции являются: неравномерное распределение основных производственно-технологических фондов, ин-



женерно-транспортных ресурсов, экстенсивный рост городов-центров при недостаточном развитии сельских поселений, дисбаланс социально-экономического развития между крупными городами и периферийными районами. В этой связи изучение различных аспектов перспективного территориального развития городских агломераций, рассматриваемых в качестве активных «точек» роста» в системе расселения Российской Федерации, является важнейшей стратегической задачей в сфере градостроительства.

Наиболее актуальными сегодня являются вопросы о геополитической, экономической и пространственной роли городских агломераций в развитии единой системы расселения Юга России, включающей Южный, Северо-Кавказский и Крымский федеральные округа. Вышеуказанные регионы обладают тесными интеграционными связями (культурными, социальными, экономическими), складывающимися на протяжении всей истории развития системы расселения [2, с. 28]. Территория Юга России в таком составе занимает площадь в 614 439 кв. км, это около 3,6 % от всей территории РФ. Общая численность населения 25 905,321 тысяч человек – это 18 % всего населения РФ (на 1.01. 2015 г.) [1]. В качестве активных эпицентров экономического, производственного и инвестиционного развития всей территории Юга России рассматривается потенциал крупных городских агломераций.

В проведенном исследовании агломерации рассматриваются в качестве элементов многоуровневой структуры. На региональном уровне агломерации являются структуроформирующими узлами опорного каркаса расселения Юга России. На агломерационном уровне – это «групповая система расселения, сформированная вокруг крупных городов-центров, элементы которой объединены функциональными и планировочными связями» [3]. На градостроительном уровне агломерации рассматриваются в качестве составных планировочных элементов: ядра, планировочных осей и межосевых ареалов.

В исследовании рассмотрены территориально-градостроительные условия, повлиявшие на становление современной системы расселения Юга России. Основа градостроительного каркаса Юга России исторически сложилась на базе древних миграционных и торговых путей (северное ответвление Великого Шелкового пути, ногайский и гетманский шлях), тогда же в системе расселения были обозначены опорные «точки» последующего развития – первые города-центры. Сегодня территорию Юга России пересекают ведущие международные транспортные коридоры: «Север – Юг», «Транссиб», МТК № 7 (Дунай – Каспийское море), МТК № 4 (Вена – Астрахань – Трассеке), МТК № 3 (Дрезден – Трассеке) [4, с. 1]. Современное приграничное географическое и стратегическое положение способствовало налаживанию тесных экономических и культурных связей с близлежащими странами Европы и Ближнего Востока, а также развитию уникальной полиэтнической среды. После присоединения Крымской Республики к России усилилось военно-стратегическое значение всего региона [5]. Сегодня Крымский полуостров представляет значительный интерес для развития внешнего и внутреннего туризма. Территория Юга России отличается резкой поляризацией населения, и соответственно основных производственных фондов в крупных и больших городах-центрах ЮФО: Ростове-на-Дону, Краснодаре, Волгограде, Астрахани и др.

Современная концепция опорного каркаса расселения Юга России основана на комплексном взаимосвязанном функционально-пространственном развитии территории, в структуре которой выделены основные русла расселения. В статье А. М. Бояринова «Современные проблемы территориально-пространственного развития южно-российского региона» рассмотрены основные положения развития территории Юга России и необходимость «разработки консолидированной схемы территориально-пространственного развития региона» [6]. Для выделения агломераций в системе расселения использовался расчет коэффициента агломеративности [7, с. 15], указывающий степень концентрации городских поселений в единице территории. При сопоставлении показателей агломеративности  $Rn$  и местоположения агломераций в структуре сетки опорного каркаса определено,

что развитые агломерации ( $R_n = 0,7-0,8$ ) являются структуроформирующими узлами системы расселения.

В исследовании проанализированы следующие развитые агломерации: Ростовская, Краснодарская, Волгоградская, Ставропольская, Астраханская, Симферопольская. Территориально-пространственная организация агломераций рассматривается в границах оптимальной транспортно-временной доступности города-центра составляющих 1,5 часа. Изучены морфогенетические аспекты развития одноименных городов-центров агломераций и определены основные градостроительные этапы их развития. На основе многокритериального сравнительного расчета показателей развитости агломераций, определены их основные показатели. Установлено, что к «не развитым», по численности населения внешней зоны (менее 25 %) [8, с.4], относятся Волгоградская, Краснодарская, Астраханская. Развитость агломераций определена по методике Института географии РАН СССР [9]; коэффициент агломеративности по методике ЦНИП градостроительства [10, с. 89]; индекс агломеративности по методике ЦНИП градостроительства [10, с. 145]. При этом выявлено отсутствие единого унифицированного метода оценки **степени развития** агломерации, способного учесть особенности их планировочной организации.

Планировочная структура моноцентричных агломераций соответствует основным «классическими» принципами территориально-пространственной организации: преимущественное развитие города-центра, радиально-лучевая планировочная структура, линейно-узловой принцип расселения. В структуре каждой агломерации выделены следующие виды расселения, соответствующие определенным природно-ландшафтным условиям: концентрическое приречное или полосовое (в Ростовской, Волгоградской, Астраханской, Краснодарской); неравномерное линейно-узловое (в Ставропольской, Симферопольской); дисперсное пойменное (в Астраханской, Волгоградской).

Выделенные агломерации обладают целым спектром планировочных и функциональных особенностей.

Ростовская агломерация – крупнейшая на Юге России (около 2,0 млн человек) полифункциональная с урбанизированным агломерационным ядром (70% всего населения.). В структуре ядра выделены Ростова-на-Дону – южная столица, Батайска – крупнейший транспортный железнодорожный узел, Аксай и др. поселения. В качестве полифункциональных подцентров расселения II порядка рассматриваются Таганрог, Новочеркасск, Азов. Все они обладают богатым культурным наследием и выполняют функции промышленных, административных, культурных подцентров. Приречная рассредоточенная агломерация сформирована в низовьях р. Дон, имеет мелкоселенный характер с крупными и большими городами подцентрами.

Волгоградская агломерация – крупнейшая (около 1,5 млн человек) полифункциональная с развитым городом-центром Волгоградом и его спутником г. Волжским – важным промышленным центром. В составе агломерационного ядра сосредоточено 95 % всего населения агломерации. Система расселения агломерации сфокусированная мелкоселенная, расположена в низовьях р. Волги и верховьях Волго-Ахтубинской поймы.

Краснодарская агломерация – крупнейшая (около 1,0 млн человек) полифункциональная с крупным урбанизированным городом-центром Краснодаром (80 % всего населения) и развитой аграрной периферией. В составе агломерации выделены аграрные подцентры II порядка Тимашевск, Кореновск, Усть-Лабинск. Система расселения агломерации рассредоточенная приречная крупноселенная, расположенная в низовьях р. Кубань. Особенностью агломерации является тесное «сотрудничество» с поселениями и городами Адыгейской Республикой.

Ставропольская агломерация – крупная (более 600 тыс. человек), сформированная в северных предгорьях Кавказского хребта. Ядро агломерации образуют город-центр Ставрополь – важный промышленный, административный и культурный центр Северного Кавказа – и город-спутник Михайловск. Важным промышленным и транспортным узлом

в структуре агломерации является Невинномысск. Основу природного каркаса формирует широколиственные лесные массивы Ставропольского плоскогорья. Система расселения неравномерная мелкоселенная с преимущественным развитием северных территорий.

Астраханская агломерация – крупная (около 600 тыс. человек) с выделенным городом-центром Астраханью – важнейшим стратегическим транспортным узлом, промышленным и культурным центром. Особенностью агломерации являются сложные природно-ландшафтные условия расселения в низовьях Волго-Ахтубинской поймы. Агломерация сфокусированная мелкоселенная, в ее ядре сосредоточено 95 % всего населения. Сегодня особое стратегическое и экономическое значение в структуре агломерации занимает морской порт Оля в Каспийском море.

Симферопольская агломерация – крупная (около 500 тыс. человек), сформированная вокруг Симферополя – полифункционального центра, важнейшего транспортного узла КФО. В структуре агломерации выделены важные туристические центры – Алушта, Саки, Бахчисарай. В непосредственной близости от Симферополя на границе оптимальной транспортно-временной доступности расположен важный военно-стратегический центр Черноморского флота – Севастополь. Система расселения равномерная мелкоселенная, вдоль основных планировочных осей – линейно-полосовая.

На градостроительном уровне выполнен комплексный анализ территориально-пространственной организации структурных элементов каждой агломерации: ядра, планировочных осей (основных и второстепенных), межосевых ареалов. По результатам территориально-пространственного анализа структурных элементов агломераций были выделены аспекты планировочной организации агломераций, влияющие на построение их перспективных решений:

- структура ядра и особенности пространственного развития города-центра и близлежащих поселений;
- наличие подцентров II порядка в структуре планировочных осей, их уровень развития и расположение;
- направления и характер расселения в составе основных планировочных осей;
- природно-ландшафтные условия и характер системы расселения; структура природно-экологического каркаса.

Итогом исследования является разработка моделей перспективного территориально-пространственного развития агломераций Юга России. Изменения планировочной структуры основаны на формировании сбалансированного экономического пространства агломерации путем децентрализации ведущих функций в «активные» подцентры – интегрированные полифункциональные комплексы (ИПК) I и II уровня. В структуре агломераций предлагается уплотнение градостроительной решетки посредством выделения агломерационных подцентров – ИПК-I, а в структуре планировочных осей местных подцентров – ИПК-II. Интегрированные полифункциональные комплексы I уровня представляют собой крупные общественно-деловые, транспортно-логистические комплексы, производственно-технологические объединения, наукоемкие аграрно-производственные, туристско-рекреационные центры. В структуре планировочных осей предлагается формирование системы интегрированных полифункциональных комплексов II уровня, представленных в виде сбалансированных локальных селитебно-производственных и аграрно-производственных образований.

Сформулированы следующие принципиальные модели территориально-пространственного развития агломераций:

1. Двухкольцевая модель используется в Ростовской, Краснодарской, Симферопольской агломерациях. В структуре агломерации формируются два транспортных диаметра вокруг города-центра с системой ИПК-I.

2. Кольцевая смещенная модель применяется в Ставропольской агломерации. Преобразование агломерации основано на формировании кольцевой транспортной структуры, в которой город-центр выступает в качестве рядового элемента урбанизированного диаметра.

3. Кольцевая центричная модель используется в Волгоградской агломерации. Классическая модель развития агломерации, основанная на формировании транспортного диаметра с системой ИПК-I вокруг города-центра, при этом сохраняется центральное местоположение города-центра.

4. Петлевая смещенная (линейная) модель применяется в Астраханской агломерации. В агломерации используется смещение транспортного кольца и вытягивание пространственной урбанизированной структуры от города-центра в направлении «важного» второстепенного подцентра.

Таким образом, на основе сформулированных принципиальных моделей выполнены проектно-градостроительные предложения перспективного развития Ростовской, Волгоградской, Краснодарской, Ставропольской, Астраханской, Симферопольской агломераций. Полученные результаты исследования могут быть использованы при выполнении как проектной документации связанной с территориальным планированием изученных агломераций и входящих в их состав городов и поселений, так и в качестве методического материала по перспективному развитию других агломерационных систем.

#### Литература

1. Федеральная статистическая информация: Муниципальная статистика [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – 2015. – URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 15.01.2015 г.).
2. Историко-градостроительное формирование и развитие крупных городских агломераций на Юге России / Ю. В. Андреева // Научная мысль Кавказа. Междисциплинарные и специальные исследования. – 2009. – № 2. – С. 25–32.
3. Городская агломерация: географическая энциклопедия [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_geo/6250/%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geo/6250/%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F) (дата обращения: 11.05.2015).
4. Потеряхин А. В. Международные транспортные коридоры: перспективы развития на Юге России / А. В. Потеряхин, В. Н. Александрин // Транспорт Юга. – 2013. URL: [http://www.transyuga.ru/article/6\\_18\\_2004/power/193.htm](http://www.transyuga.ru/article/6_18_2004/power/193.htm) (дата обращения 20.05.2013).
5. Указ Президента Российской Федерации от 21 марта 2014 г. № 168 // Российская газета. – URL: <http://www.rg.ru/2014/03/22/kfo-site-dok.html> (дата обращения: 11.05.2015).
6. Современные проблемы территориально-пространственного развития южно-российского региона / А.М. Бояринов // Архитектон. – 2004. – № 6. – URL: [http://archvuz.ru/2004\\_1/2](http://archvuz.ru/2004_1/2) (дата обращения 15.12.2014).
7. Сосновский В. А. Прикладные методы градостроительных исследований: учебное пособие / В. А. Сосновский, Н. С. Русакова. – М.: Архитектура-С, 2005. – 112 с.
8. Демографический энциклопедический словарь / гл. ред. Д. И. Валентей. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – URL: <http://geography.ru>. (дата обращения 2.02.2015г.).
9. Городские агломерации России / Г. М. Лаппо, П. М. Полян, Т. Селиванова. – URL: <http://polit.ru/article/2010/02/16/demoscope407/> (дата обращения: 15.12.2014).
10. Полян П. М. Методика выделения и анализ опорного каркаса расселения / П. М. Полян. – М., 1988. – 220 с.

УДК: [72.036+711.4.03](571.1)

Сергей Сергеевич Духанов, канд. архитектуры,  
доцент  
(Новосибирская государственная архитектурно-  
художественная академия)  
E-mail: [ssd613@ngs.ru](mailto:ssd613@ngs.ru)

Sergey Sergeyevich Dukhanov, PhD of Architecture,  
Associate Professor  
(Novosibirsk State Academy of Architecture  
and Arts)  
E-mail: [ssd613@ngs.ru](mailto:ssd613@ngs.ru)

## ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРОЕКТЫ ГОРОДОВ-САДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

### INFLUENCE OF LANDSCAPE CONDITIONS ON GARDEN CITIES OF WESTERN SIBERIA

В статье анализируется влияние на проекты городов-садов Западной Сибири местных условий. С одной стороны, известные проекты отличаются по конкретному планировочному решению. С другой стороны, в проектах одного ландшафтного региона выявляются закономерности построения планов, обусловленные спецификой местного ландшафта. Исследование основано на архивных материалах.

*Ключевые слова:* города-сады; градостроительство Западной Сибири; региональные особенности.

The article analyzes the impact on projects of garden cities of Western Siberia the local conditions. On the one hand, well-known projects are characterized planning solutions by diversity. On the other hand, projects have general principles of constructing the plan, which had been caused by the general landscape conditions. The research is based on archival materials.

*Keywords:* garden city; urban development in Western Siberia; regional characteristics.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки России в рамках научно-исследовательского проекта по программе «Формирование государственного задания высшим учебным заведениям в части проведения научно-исследовательских работ» (задание № 2014/137).

Тема городов-садов затрагивалась во многих исследованиях по истории архитектуры и градостроительства Западной Сибири. Однако до сих пор авторы изучали проекты отдельных городов-садов и выявляли их планировочные следы в структуре современного города [1; 2].

Архитектурно-градостроительные идеи, нашедшие отражение в Западной Сибири, также привлекали внимание исследователей, но не с точки зрения региональной специфики, а на предмет связи с общесоюзным и общеевропейским контекстом. Так, материал по западносибирским городам-садам обобщался, прежде всего, с точки зрения отражения в них идей Э.Говарда [3–6].

Только в работе В.Г.Рыженко была проанализирована региональная специфика городов-садов Западной Сибири 1920-х гг., но не с архитектурно-градостроительной, а с историко-культурологической точки зрения [7, с. 227–248].

Таким образом, региональные планировочные особенности проектов городов-садов Западной Сибири до настоящего времени специально не изучались. Более того, при изучении отдельных изолированных вопросов общие черты, обусловленные региональной спецификой, как правило, ускользали из поля зрения исследователей, так как могли быть обобщены только на региональном уровне.

В результате оставался неясен следующий вопрос. С одной стороны, известно относительно большое количество разнообразных по внешнему виду проектов городов-садов для Западной Сибири. С другой стороны, западносибирский ландшафт имеет ряд специфических, общих для городов края, топографических и микроклиматических черт. Существовали ли общие для проектов городов-садов Западной Сибири закономерности планировочного решения, обусловленные региональными ландшафтными условиями, или оно целиком подчинялось личной воле проектировщика и оторванным от местной специфики идеям?

**Цель:** выявление региональных планировочных особенностей проектов городов-садов Западной Сибири.

**Материал исследования.** Исследование основано на анализе проектов приречных городов-садов Западной Сибири: текстовых и графических материалов, опубликованных в 1923–1929 гг. местными инженерами, участниками движения городов-садов, и фотокопий проектов, хранящихся в Музее истории архитектуры Сибири им. С.Н.Баландина. Рассматриваются проект города-сада в Барнауле (1917 г.), конкурсные и принятый к осуществлению проекты города-сада в Щегловске (1918 г.) и проект хутора-сада в Омске (1918 г.).

**Методика исследования.** Сопоставительный анализ проектов городов-садов с точки зрения влияния природного и антропогенного ландшафта на конфигурацию городов-садов и их районов, расположение общественных центров и зон рекреации, а также на направление основных магистралей.

**Основная часть.** Несмотря на различие планировок и конкретных градостроительных ситуаций, сопоставление проектов городов-садов с точки зрения ландшафтных критериев позволяет выявить общие черты. Так, обнаруживается сходство взаимного расположения и конфигурации пятен зелени, жилой застройки и системы общественных центров, а также основных магистралей относительно рек, железных дорог и промышленности.

Город-сад в Барнауле (1917 г.) имел в целом удлиненную форму, которая определялась формой участка, оставшегося между городом и полосой отчуждения железной дороги. Соответственно, он был вытянут параллельно последней и обращен торцом к реке Оби. Общая форма пятен зелени, расположение круглых площадей, связывающих их дорог и улицы с бульваром, ведущей от станции Барнаул к набережной Оби, придавали культурно-бытовому движению в городе и его композиции поперечное к реке направление. Напротив, магистрали, связывавшие город-сад с промышленными предприятиями, городом Барнаулом и последний со станцией Барнаул, шли параллельно реке, в поперечном относительно общей формы города-сада направлении. В промышленный район через железную дорогу планировалось два перехода [8, л. 1].

Хутор-сад в Омске (1918 г.) также имел удлиненную форму и располагался торцом к реке Иртыш. Сохранившиеся в виде узких лент зеленые насаждения, вдоль которых шли основные улицы и при которых располагались основные площади, придавали композиции хутора-сада поперечное к реке направление. Напротив, улица от станции шла параллельно реке, поперек хутора-сада [8, с. 6].

В проекте города-сада Щегловска (1918 г.) форма районов определялась конфигурацией пригодных для строительства участков. В результате районы имели удлиненную форму и, будучи вытянуты вдоль полосы отчуждения железной дороги и речки Искитимки, кроме пригорода, располагались торцами к реке Томи. Эффект композиционной устремленности городских районов к Томи достигался удлиненными формами главных площадей, взаимным расположением вспомогательных площадей, удлиненной формой зеленого кольца центрального района и расположением широких зеленых полос. На это же работали зеленые защитные и рекреационные полосы вдоль линии отчуждения железной дороги и речки Искитимки. Напротив, улицы, связывавшие районы с промышленностью, железнодорожной станцией и между собой, шли параллельно реке, в поперечном форме центрального района направлении. Через железную дорогу было запроектировано не менее пяти, а через речку Искитимку – три перехода [8, с. 5].

В четырех других, известных в фотокопиях, конкурсных проектах города-сада Щегловска также хорошо читаются удлиненные по форме районы, расположенные торцом к реке Томи. В них заискитимский район, в отличие от проекта П.А.Парамонова, за счет конфигурации и композиции магистралей, имеет бóльшую тенденцию к такому поперечному расположению [9, л. 48, ф. 1 и 2, л. 77. ф. 1, 2 и 3; 10, л. 138, ф. 1 и 2].

Таким образом, планы приречных городов-садов Западной Сибири, как правило, имели удлиненную форму, располагались вдоль оврагов малых рек и линии отчуждения железной дороги и были обращены торцом к большой реке. Зеленые насаждения располагались вдоль общего планировочного пятна города-сада, выходя к будущей набережной,

а главный центр имел относительно реки глубинное положение. Магистралей к предприятиям, железнодорожным станциям и к другим жилым районам шли в поперечном относительно формы города-сада направлении.

Схожими были планировочные мероприятия по защите от господствующих в Западной Сибири юго-западных ветров. Так, в Барнауле «большинство улиц запроектировано закругленными, ввиду того, что кривая улица [...] придает красоту, уют улице и охраняет ее от сквозных ветров» [11, с. 100]. Для защиты от продувания проектировщики избегали прямых трасс магистралей и улиц, а группы кварталов располагали под углом друг к другу. Улицы, шедшая по направлению ветров, как правило, разбивалась на отрезки, которые слегка отклонялись от общего направления движения, а их оси в местах стыков смещались [8, л. 1].

Сходные черты проектов планировок городов-садов могут быть объяснены с одной стороны, общими ландшафтными условиями Западной Сибири, а с другой, сходными установками, которых придерживались проектировщики.

Ландшафтные условия приречных территорий Западной Сибири были сходными и имели следующие характерные черты. Меридиональные реки (Иртыш, Обь и Томь) текли на север, а овраги малых рек разделяли территорию на ряд удлиненных по форме и обращенных «торцом» к большим рекам участков. Прокладка вдоль последних в конце XIX – начале XX вв. железных дорог и веток, имевших широтное направление, заострило морфологические характеристики ландшафта.

Проектировщики, при составлении проектов планировок городов-садов также придерживались общих принципов работы с ландшафтом. Стремилась прокладывать улицы в соответствии с рельефом местности и учетом господствующих ветров, а также соединять существующие и будущие центры городской жизни по наискратчайшим направлениям [12, с. 35, 38; 11, с. 100–101; 13].

## Выводы

Таким образом, проекты планировок городов-садов в Западной Сибири имели общие черты, обусловленные региональными ландшафтными условиями.

Города-сады проектировались на ровных площадках между оврагами малых рек и железными дорогами и вследствие этого имели удлиненную форму и выходили к большим рекам своим торцом.

Транспортные связи между районами городов-садов (Щегловск) или между городом-садом и старым городом (Барнаул) шли параллельно большим рекам, в поперечном к городам-садам направлении. Напротив, транспортные связи внутри городов-садов и их зеленые насаждения (как существующие, так и проектируемые) и бульвары располагались в продольном направлении.

Стремление проектировщиков равномерно охватить селитебную территорию не только парками, но и эпицентрами общественной жизни способствовало расположению вдоль продольной оси поселений также и общественных площадей.

## Литература

1. *Егорова Т. Ю.* Города-сады в Западной Сибири в начале XX в. / Т. Ю. Егорова // Вестник Алтайского ГТУ им. И. И. Ползунова. – 2006. – № 1. – С. 16–21.
2. *Коньшева О. Ю.* Идея города-сада, воплощенная гражданским инженером И.Ф.Носовичем в I трети XX в. / О. Ю. Коньшева // Известия Алтайского государственного университета. – 2011. – № 2-2. – С. 172–174.
3. *Егорова Т. Ю.* Эволюция идеи города-сада в градостроительной практике Западной Сибири (первая треть XX в.): автореф. дисс. ... канд. искусствоведения: 17.00.04 / Т. Ю. Егорова. – Барнаул, 2006. – 22 с.
4. *Меерович М. Г.* Города-сады в Западной Сибири (градостроительная политика России в конце XIX – начале XX в.) / М. Г. Меерович // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2005. – № 6(51). – С. 128–132.

5. *Меерович М. Г.* Города-сады в Сибири в конце XIX – начале XX вв. / М. Г. Меерович // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2006. – № 1(25). – С. 228–233.
6. *Галикберова А. В.* Градостроительные теории начала XX века в Западной Сибири / А. В. Галикберова // Региональные архитектурно-художественные школы. – 2011. – № 1. – С. 237–240.
7. *Рыженко В. Г.* Интеллигенция в культуре крупного сибирского города в 1920-е годы: вопросы теории, истории, историографии, методов исследования / В. Г. Рыженко. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. ун-та; Омск: ОмГУ, 2003. – 370 с.
8. *Парамонов П. А.* Города-сады и применение их в Сибири / П. А. Парамонов // Вестник сибирских инженеров. – 1923. – Том V. – № 2. – С. 1–9.
9. Музей истории архитектуры Сибири (МИАС) им. С.Н.Баландина. ФК. Оп.1.
10. МИАС им. С.Н.Баландина. ФГС. Оп.13.
11. *Петров А. И.* Планировка городов Сибирского края / А. И. Петров // Коммунальное дело. – 1929. – № 2(97). – С. 98–102.
12. *Петров А.* Опыты постройки городов-садов в Западной Сибири / А. Петров // Коммунальное дело. – 1923. – № 1(4). – С. 35–38.
13. Заметки инженера Парамонова по поводу проекта Щегловского города-сада (1918) // URL: [http://www.historypages.narod.ru/h\\_p\\_kemerovo/2/008\\_ch\\_3\\_paramonov.htm](http://www.historypages.narod.ru/h_p_kemerovo/2/008_ch_3_paramonov.htm) (дата обращения: 16.02.2014).

**УДК 711.01**

*Александр Николаевич Клевакин,*  
канд. архитектуры, доцент  
(Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия)  
E-mail: [kan0756@mail.ru](mailto:kan0756@mail.ru)

*Alexander Nikolaevich Klevakin,* PhD of Architecture,  
Associate Professor  
(Novosibirsk State Academy of Architecture and Arts)  
E-mail: [kan0756@mail.ru](mailto:kan0756@mail.ru)

**ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В СТРУКТУРЕ ГОРОДА**

**FUNCTIONING OF OBJECTS IN STRUCTURE OF THE CITY**

Появление в последнее десятилетие большого количества учреждений общественного питания имеет низкий уровень специализации и широкую тиражированность. В большинстве своем это учреждения утилитарного назначения, не имеющие высоких качеств обслуживания. Взаимосвязь «объект – среда» исследуется на материале пилотного обследования 2015 года в г. Новосибирске. Выбор объектов осуществлен исходя из необходимости представить основные типологические зоны города, пригородные поселения. Среди факторов, которые определяют особенность проявления связи «объект обслуживания – городская среда» – уровень специализации, средовые параметры окружения – привлекательность участка размещения объекта. Указывается на необходимость разработки стратегии включения объектов разной функциональной направленности в пространственное окружение. Существует необходимость выделения этапов включения объекта в функционирование участка, района, части города и соответствующую последовательность проведения необходимых градостроительных мероприятий.

*Ключевые слова:* современная структура города, места социальных контактов, специализация объекта, окружение, взаимосвязь «объект – окружение», сопоставительные исследования.

Emergence in the last decade of a large number of establishments of public catering has the low level of specialization and a wide expansion. In the majority, these are the establishments of utilitarian functions which don't have high qualities of service. The interrelation "Object – Environment" is investigated on material of pilot inspection of 2015 in Novosibirsk. The choice of objects is carried out proceeding from need to present the main typological zones of the city, suburban settlements. Among factors which define features of manifestation of interrelation "Object of Service – Urban Environment" are specialization level, environmental parameters, attractiveness of the environment of a site of placement of object. The need of development of strategy of inclusion of objects of a different functional orientation in a spatial environment is indicated. There is a need of allocation of stages of inclusion of object in functioning of a site, the area, part of the city and the corresponding sequence of carrying out necessary town-planning actions.

*Keywords:* modern structure of the city, places of social contacts, specialization of object, environment, interrelation "Object – Environment", comparative researches.

Современная структура города испытывает трансформации, определяемые размещением крупных торгово-развлекательных комплексов, увеличением доли объектов об-



служивания, торговли, питания. Уход промышленности из города, высвобождение резервных участков, перепрофилирование монофункциональных территорий вызывает изменения соотношения между старыми, сложившимися и новыми типами среды. Обновление протекает по крайнему сценарию. Новодел вытесняет традиционные атрибуты городской среды – улицу, площадь, сеть малых объектов. Социальные контакты жителей оказываются привязаны к искусственным магнитам – крупным коммерческим объектам. Центр города выпадает из поля внимания властей, затормаживается процесс реконструкции.

Сеть традиционных мест общения, складывающаяся на протяжении прошлой эпохи и привязанная к паркам, скверам, кафе, любимым местам горожан, в настоящее время приобретает конкурента в форме торгово-развлекательных центров. Дефицит финансов, внимания со стороны структур, призванных обеспечивать обустройство традиционных пространств жизнедеятельности города, приводит к вымыванию центральности. Такие качества городской среды как активность, общение, оживленность, не получая закрепления в ядре города, уходит на периферию.

Повышенная посещаемость крупных торгово-развлекательных центров определяется специально проводимой политикой привлечения посетителей. Специализация объекта в этом случае не вытекает из особенностей пространственного окружения. Как правило, выбор места размещения новых комплексов осуществляется в условиях неподготовленности ситуации. Объект противопоставляется окружению – нарушается природный ландшафт, вносится дискомфорт в жизнедеятельность района, возрастает давление на уличную сеть, возникают транспортные пробки.

Появление в последнее десятилетие большого количества учреждений общественного питания имеет низкий уровень специализации и широкую тиражированность. В большинстве своем это учреждения утилитарного назначения, не имеющие высоких качеств обслуживания.

Ответы на вопрос «Где вы живете?» служат основой анализа особенностей функционирования объектов. Указанные в опросном листе альтернативы ответов на вопросы характеризуют условные зоны влияния объекта. Каждый объект характеризуется специфическим соотношением распределения мест жительства посетителей.

Целью проводимого исследования является – рассмотрение влияния неравномерности пространственной среды г. Новосибирска на характер функционирования объектов социальных контактов горожан. Проводимая работа имела сопоставительный характер. Материалы, полученные в ходе опроса посетителей объектов социальных контактов 2015 года сопоставлялись с результатами исследования, проведенного по аналогичной методике в городах страны в 80-х годах прошлого века [1; 2].

Задачи.

1. Выделить участки, представляющие динамику роста города.
2. Выявить места социальных контактов – объекты обслуживания, представляющие современные формы коммуникации.
3. Выявить характер взаимосвязи «объект-среда» в различных частях структуры города.

В центре внимания проблема несоответствие между представлениями о типологии мест социальных контактов и знаниями о реальных процессах функционирования этих элементов в структуре города. По сравнению с крупным городом европейской части страны, естественные процессы вписывания в сложившуюся среду мелких объектов оказываются зажаты искусственными процессами насаживания коммерчески выгодных больших объектов, деформирующих пространственную среду.

Гипотеза заключалась в проверке предположения: первое – крупные объекты размещаются в неподготовленную для включения в активную жизнедеятельность окружение; второе – естественный процесс насыщения старой части центра г. Новосибирска центральными функциями замещен искусственным процессом размещения крупных торгово-

развлекательных центров на месте участков, которые не обустроены для включения в городскую структуру.

Выбор участков обследования в Новосибирске осуществлялся исходя из необходимости представить основные типологические зоны города, выделяемые в теоретической модели: центральную, периферийную, срединную. Для удобства сопоставления и интерпретации результатов обследования было выделено планировочное направление отличающееся относительной единовременностью формирования застройки и архитектурно-планировочной законченностью. Объекты и места социальных контактов разделаны на несколько групп, исходя из принадлежности к сферам деятельности: учреждения питания (кафе, бары, рестораны), торговли (крупные сетевые магазины и комплексы), досуга (молодежные центры), рекреации (парки), массовые объекты культуры (кинотеатры).

Предварительные итоги исследования указывают, что в отличие от городов европейской части страны в Новосибирске взаимосвязь между характером сферы деятельности и типом городской среды проявляется в неявном виде. Зависимость уровня специализации учреждений обслуживания от типа городской среды справедлива не для всех случаев. Сказывается специфика условий, в которых протекал процесс возникновения и развития функционально-пространственной структуры города.

Результаты анализа материалов обследования в целом подтверждают наличие связи между условиями размещения учреждений обслуживания в городской среде и характером их функционирования. Вместе с тем, в условиях крупного сибирского города данная связь проявляется по особенному. Наблюдаемая целенаправленность посещений крупных торговых центров свидетельствует о приобретении ими черт функционирования, которые присущи объектам общегородского уровня. Такой характер функционирования позволяет предположить, что роль, которая должна выполняться социально-культурными учреждениями, театрами, концертными залами, отчасти реализуется в Новосибирске объектами утилитарного и специализированного назначения.

В 1986 году аналогичное обследование было осуществлено на материале объектов культуры в 1986 г. Материалы включали обработку 900 опросных листов, которые распространялись среди посетителей четырех книжных магазинов и пяти кинотеатров [3]. Современное обследование имеет более широкий охват, включает не только объекты города, но и учреждения, расположенные в агломерационных поселениях. Были выделены юго-восточное и северо-восточное направления. Отмечается тенденция усиления подвижности населения, повышается транслокальность узлов городской структуры.

Полученные в ходе обработки анкет материалы, позволили прийти к пониманию того, что города с расчлененной структурой нуждаются в специальном градостроительном регулировании. Необходимо устранить факторы торможения процессов интеграции и стимулировать взаимодействие между новыми объектами и их пространственным окружением. Соответственно необходима разработка стратегии включения объектов разной функциональной направленности в среду участка. Существует необходимость выделения этапов включения объекта в функционирование участка, района, части города и соответствующую последовательность проведения необходимых градостроительных мероприятий.

Описанные выше материалы имеют важное значение для отечественной урбанистики. В политике освоения площадок и застройки вместо подхода с «чистого листа» выбор однозначно должен быть сделан в пользу принципа постепенного насыщения монофункциональных участков. Приоритетом при этом становится наполняющая застройка, а также трансформация существующих заброшенных участков и их повторное использование. Следует руководствоваться необходимостью восстановления и использования в застройке традиционных атрибутов городской среды – кварталов и улиц. Упор следует делать на увеличение плотности уже урбанизированных территорий.

## Литература

1. Коган Л. Б. Социально-культурные функции города и пространственная среда / Л. Б. Коган. – М., 1982. – 176 с.
2. Шпаковская Е. С. функционально-пространственная дифференциация среды центра крупнейшего города / Е. С. Шпаковская // Социологические исследования проблем города и жилища. – Новосибирск: Наука, 1986.
3. Клевакин А. Н. Функционирование учреждений культуры в различных типах пространственной среды / А. Н. Клевакин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 4. – С. 86–90.

## СЕКЦИЯ ДИЗАЙНА АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ

### УДК 725.85

*Павел Игоревич Лошаков,*  
кандидат архитектуры, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: p\_loshakov@ecostroyproject.ru*

*Pavel Igorevich Loshakov,*  
PhD of Architecture, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: p\_loshakov@ecostroyproject.ru*

## **ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНОГО КОМПЛЕКСА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

### **EXPERIENCE IN DESIGN OF MULTIFUNCTIONAL SPORTS AND ENTERTAINMENT COMPLEX IN ST. PETERSBURG**

Проектирование крупного многофункционального объекта всегда связано со взаимной увязкой многочисленных функциональных, планировочных, градостроительных и экономических факторов, многие из которых представляются, на первый взгляд, взаимно исключающими. Концепция создания общегородского спортивного парка в западной части Крестовского острова была заложена более шестидесяти лет назад. Однако проектирование нового спортивно-зрелищного комплекса, отвечающего современным технологическим требованиям и параметрам вместимости, потребовало поиска новых и нестандартных решений.

*Ключевые слова:* спортивно-зрелищный комплекс, учебно-тренировочная база, спортивная арена, пространственная оболочка, трибуны для зрителей.

Design of multifunctional object is always associated with reciprocal linking of the lot of the functional, planning, urban and economic factors, many of which seem, at first glance, mutually exclusive. The concept of a city-wide sports park in the western part of Krestovsky island was founded over sixty years ago. However, the design of a new sports and entertainment complex with modern technological approaches and capacity parameters, required the quest of new and innovative solutions.

*Keywords:* sports and entertainment complex, a training base, sports arena, spatial shell, tribunes for spectators.

В сентябре 2013 года на Крестовском острове открылся новый спортивно-зрелищный комплекс, который отвечает всем международным требованиям, предъявляемым к многофункциональным крытым спортивным аренам. Генеральным проектировщиком комплекса выступила группа компаний «Экостройпроект» (генеральный директор Е. Н. Смирнова), архитекторы: П. И. Лошаков (руководитель авторского коллектива), Н. П. Лошаков (ГАП); инженеры-конструкторы: С. И. Романцев, В. А. Щагина, П. Г. Мауль, А. В. Мауль [1]. В настоящее время комплекс функционирует под брендом «Сибур Арена».

Проектирование комплекса началось еще в 2008 году с создания нескольких альтернативных вариантов архитектурно-планировочной концепции. Исходной задачей стало строительство на свободном участке в западной части Крестовского острова главной учебно-тренировочной базы баскетбольного клуба «Спартак», Санкт-Петербург, которая

также станет местом проведения официальных матчей, национальных и международных соревнований и чемпионатов [2]. Основная спортивная арена и тренировочная зона должны были отвечать также требованиям других игровых видов спорта – волейбола, гандбола, мини-футбола и т. п.

Проектируемая арена сразу задумывалась как часть многофункционального спортивного центра международного масштаба. По проекту Приморского парка Победы, который разрабатывался под руководством академика А. С. Никольского еще в 30-е годы, а осуществлялся в 1945–1955 годах, помимо стадиона, к которому направлена Главная аллея парка, на участках по обе стороны от нее были зарезервированы площадки для строительства спортивных сооружений [2]. Сегодня этот планировочный замысел практически полностью реализован. Кроме построенного ранее велотрека и только что открытой баскетбольной арены, рядом заканчивается строительство крытого легкоатлетического манежа.

Уже в процессе проектирования функциональная программа баскетбольного комплекса несколько раз уточнялась – ставилась цель достичь полного соответствия международным требованиям для проведения игр высокого уровня. В первую очередь это касалось обеспечения максимальной вместимости главной арены, но также затрагивало и вспомогательные функциональные элементы комплекса.

В результате нам удалось разместить в здании основную арену с трибунами на 7000 зрителей (в соответствии с требованиями *FIBA* [3]), два учебно-тренировочных зала, которые образуют единое безопорное пространство с габаритами 36,0×36,0 м, но могут разделяться при помощи трансформируемой перегородки, зону командных и судейских раздевалок, медицинский блок. Реабилитационный центр в составе комплекса включает бассейн, спа-зону с саунами, хамамом, помещениями для массажа и других оздоровительных процедур, два специализированных тренажерных зала. Зрительская часть, помимо вестибюльной зоны и фойе, на площади которого предусмотрен музей баскетбольного клуба и магазин спортивной символики, включает также ресторан, VIP ложи и пресс-центр с залом для пресс-конференций. В составе баскетбольного комплекса предусматривается также гостиница на 54 места для размещения участников соревнований.

Нам удалось найти очень компактное решение, которое позволило на небольшом участке – без малого 1,3 гектара, – разметить все необходимые части комплекса. Основной объем здания занимает главная арена. Она перекрывается пространственной оболочкой пролетом 75×84 м. Это металлическая конструкция образованная системой перекрестных криволинейных ферм [2]. В процессе проектирования именно такая форма была признана наиболее рациональной по характеру статической работы и экономичной в исполнении. Были разработаны и другие неординарные архитектурно-строительные, конструктивные и технологические решения.

Разработанная нашими конструкторами оболочка также обеспечивает наибольшую высоту зала в центральной его части над игровой площадкой (где размещается все основное осветительное и технологическое оборудование арены) и понижение к его периферии – в пространстве над трибунами для зрителей. В соответствии с правилами соревнований по баскетболу и требованиями *FIBA* к баскетбольному оборудованию, свободная высота помещения над площадкой должна составлять не менее 7,0 м [4], а для международных соревнований по волейболу, которые также планируется проводить на нашей арене – не менее 12,5 м [5]. Это, в первую очередь, и повлияло на геометрию покрытия как со стороны интерьера, так и снаружи.

Во внешнем облике здания силуэт основного объема имеет плавные округлые очертания, которые хорошо соотносятся с ландшафтным окружением объекта. Здание в целом, несмотря на высоту центральной точки купола равную 30,0 м, не производит подавляющего впечатления. Разумеется, нам приходилось считаться и со статусом Приморского парка Победы как объекта культурного наследия, для которого КГИОП разработаны специальные регламенты.

Полностью остекленные наружные стены фойе, которое опоясывает главную арену, создают эффект зрительного объединения с ландшафтным окружением объекта. Такой же парковый характер имеет композиция наружных террас с широкими лестницами вдоль восточного и западного фасадов здания. Кроме эффектных видовых точек эти крыльцо-террасы обеспечивают условия для удобной и безопасной эвакуации из здания большого количества людей [1].

Зрительная связь с парковым пейзажем стала также ведущей темой интерьеров учебно-тренировочного зала и, в особенности, помещения бассейна, которое располагает огромным эркером, обращенным в парк (первоначально планировалось даже устроить стеклянную крышу над бассейном, но от нее пришлось отказаться ради экономии средств).

Предусмотренная заданием на проектирование гостиница для спортсменов выделена в отдельный блок практически автономный в функционально-планировочном отношении. Гостиница имеет обособленный вход со стороны южного фасада здания, отдельные лестничные клетки и лифты. Номера и вспомогательные помещения гостиницы располагаются на трех этажах. При этом на двух нижних этажах размещено по 11 гостевых комнат, а на верхнем – 5 номеров люкс. В то же время, помещения гостиницы удобно сообщаются с тренажерными залами, бассейном и спа-зоной, имеется доступ в кафе первого этажа и в зону командных раздевалок [1].

При разработке архитектурных и технологических решений в первую очередь учитывались особенности функционирования специализированных учебно-тренировочных комплексов, как в период подготовки спортсменов, так и во время проведения официальных игр и других соревнований. Эти режимы функционирования здания довольно существенно отличаются друг от друга.

Кроме того, комплекс планировалось использовать для проведения концертов, фестивалей, презентаций и других массовых мероприятий. Для этого главная арена должна быть многофункциональной и пригодной для различных трансформаций. Установка в нижней части зрительского амфитеатра трансформируемых трибун (блитчеров), а также использование дополнительных слоев покрытия пола, размещаемых поверх баскетбольного паркета, позволяет чередовать турниры по различным видам спорта с разнообразными культурными событиями.

Здание возводилось с использованием современных конструкционных и отделочных материалов. Наружные стены представляют собой навесные самонесущие ограждения. В зрительской зоне, бассейне и учебно-тренировочном зале это витражные конструкции на основе стеклопакетов в обвязке из алюминиевых профилей, выполненные строительной компанией ООО «Петропрофиль Плюс». Облицовка глухих частей фасада выполнена из фиброцементных плит с наружной поверхностью различных цветов. Согласно проекту поверх стеклянных частей фасада в зоне фойе должны размещаться металлические перфорированные панели, выполняющие дополнительную солнцезащитную и декоративную функцию, а на карнизных свесах главной арены – продольные металлические жалюзи. Возможно, эти элементы фасада будут дополнены позже. Цвета фасадных материалов приняты в соответствии с общим колористическим решением баскетбольного комплекса и отвечает образу современного спортивного сооружения.

Эксплуатация комплекса, продолжающаяся уже более полутора лет, показала, что все основные решения, принятые на стадии проектирования себя оправдали. На главной арене уже прошли крупные международные турниры по баскетболу и другим игровым видам спорта, различным видам единоборств, фитнес-фестивали, конкурсы бальных танцев, эстрадные концерты и шоу, а также гастроли двух цирковых программ. Повседневно в режиме фитнес-клуба используются тренажерные залы, бассейн и спа-зона, успешно функционирует гостиница. Из потребовавшихся усовершенствований планировочного решения стоит упомянуть только устройство проходов непосредственно из зрительского

вестибюля на уровень планшета главной арены (минуя фойе второго этажа из которого предусмотрен доступ на трибуны). Такой режим оказался необходимым во время проведения концертов для прохода зрителей из вестибюля в зону партера и танцпола по кратчайшему пути.

Мы, как авторы проекта спортивно зрелищного комплекса на Крестовском острове, продолжаем следить за процессом его эксплуатации. Это предоставляет бесценный опыт для дальнейшего проектирования сложных многофункциональных объектов.

### Литература

1. Лошаков П. И. По стандартам FIBA / П. И. Лошаков // Ардис. – 2013–14. – № 4-1(56). – С. 20–23.
2. Лошаков П. И. У спортивного сооружения должен быть настоящий хозяин / Лошаков // Спортивные сооружения. – Альманах «Архитектурные сезоны». – 2014. – С. 24–25.
3. Official Basketball Rules 2014 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Международной федерации баскетбола FIBA. – URL: [http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official\\_Basketball\\_Rules\\_2014\\_Y.pdf](http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official_Basketball_Rules_2014_Y.pdf) (дата обращения: 10.04.2015).
4. Official Basketball Rules 2014. Basketball Equipment [Электронный ресурс] // Официальный сайт Международной федерации баскетбола FIBA. – URL: [http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/BasketballEquipment2014\\_Final\\_V1\\_withCovers\\_LOW.pdf](http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/BasketballEquipment2014_Final_V1_withCovers_LOW.pdf) (дата обращения: 10.04.2015).
5. Official Volleyball Rules 2015-2016 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Международной федерации волейбола FIVB. – URL: [http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/RulesOfTheGame\\_VB.asp](http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/RulesOfTheGame_VB.asp) (дата обращения: 10.04.2015).

## **СЕКЦИЯ ИСТОРИИ И ТЕОРИИ АРХИТЕКТУРЫ**

### **УДК 72.03**

*Мария Александровна Гранстрем,*  
канд. архитектуры, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: arch\_project@bk.ru*

*Maria Aleksandrovna Granstrem,*  
PhD of Architecture, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: arch\_project@bk.ru*

### **ВЕНЕЦИАНСКИЙ АРСЕНАЛ. ОПЫТ НОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИКАЛЬНОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

#### **VENETIAN ARSENAL. EXPERIENCE OF THE NEW USE OF A UNIQUE INDUSTRIAL COMPLEX**

Статья посвящена музеефикации индустриального наследия как одному из методов сохранения уникальных памятников промышленной архитектуры. В статье проводится аналогия между историческими промышленными объектами Венеции и Санкт-Петербурга, анализируется итальянский опыт музеефикации участков городской индустриальной среды.

Венеция являлась в свое время крупным центром индустриализации. Начиная с основания в XII веке Арсенала – самой крупной европейской верфи того времени, – Венеция стала надолго центром технологии западного мира. Концепция музеефицированной зоны венецианского арсенала могла бы стать аналогом создания музейной зоны на территории Новой Голландии в Петербурге.

*Ключевые слова:* музеефикация, биеннале, историческая промышленная среда, преобразование, реновация, сохранение.

Article is devoted to a museumification of industrial heritage as to one of methods of preservation of unique monuments of industrial architecture. In article an analogy between historical industrial facilities of Venice and St. Petersburg is drawn, the Italian experience of a museumification of sites of urban industrial environment is analyzed.

Venice is historically known as important centre of industrialization. Starting from foundation of Arsenal (the biggest European shipyard) in the XII century, Venice was the most advanced technology centre of whole

Western World. The concept of museumification of Venetian Arsenal zone could serve as a successful analogue for territory of New Holland in Saint Petersburg.

*Keywords:* museumification, preservation, biennale, historical industrial environment, reorganization, renovation, preservation.

Архитектурная среда исторического Санкт-Петербурга достаточно многолика: наряду с уникальными ансамблями, отличающимися единством стиля и строгостью планировки, существуют также фрагменты застройки, различной по формообразованию, стилистике и функциональному назначению. Характерное пространство, присущее только Санкт-Петербургу, создают, наравне с дворцами и храмами, также и многочисленные памятники индустриального наследия. Как известно, задача его сохранения и нового использования стоит уже достаточно давно, а решена лишь для немногочисленного числа объектов.

Проблема сохранения и ревитализации уникальных промышленных построек достаточно успешно решается во многих европейских странах. Способов преобразования производственных зданий и промышленных территорий множество – начиная от концепций, предполагающих проведение серьезных реконструктивных мероприятий (при переоборудовании, в частности, для жилых функций), до максимального сохранения исторической ткани объектов – при их музеефикации.

В этом ключе для Санкт-Петербурга необыкновенно ценен итальянский опыт музеефикации промышленных объектов и обширных участков городской индустриальной среды. Во многих итальянских городах, как и в Петербурге, археологическое и индустриальное наследие интегрировано в структуру города и составляет с ним единое целое. Например, в Венеции, которую обычно не воспринимают как промышленный город, находятся более двухсот уникальных объектов промышленного наследия [1, С. 71].

Так же как и Петербург, Венеция являлась в свое время крупным центром индустриализации. Начиная с основания в XII веке Арсенала – самой крупной европейской верфи того времени, – Венеция стала надолго центром технологии западного мира. Помимо судостроения, здесь развивались машиностроение, ткацкое, табачное, стекольное и другие производства. Как и в Петербурге, промышленная архитектура Венеции органично увязана с природно-искусственным ландшафтом, береговыми линиями, окружающей застройкой. Например, комплекс венецианского арсенала, расположенный на северо-восточной оконечности острова, тесно взаимодействует с прилегающими кварталами, несмотря на ограничивающие его крепостные стены и свою, совершенно особенную, архитектурно-планировочную структуру территории (рис. 1).



Рис. 1. Венецианский арсенал: планировочная структура гаваней и производственных построек



Арсенал был создан в 1104 году на острове Каstellо и к XVI веку это было уже колоссальное предприятие, в котором работало 16 тысяч рабочих-арсеналотти [2, С. 91]. Стены и ворота арсенала с двумя башнями, стоящими на разных берегах канала, были построены в XV веке архитектором Витторио Гамбелло. В XVI веке появился парадный вход, украшенный многочисленными скульптурами львов. Через канал, ведущий к арсеналу, перекинут разводной деревянный мост (рис. 2).



Рис. 2. Полотно Джованни Антонио Канала (Каналетто) – Арсенал (1732 г.)

Арсенал является огромным комплексом, занимающим площадь более 46 га восточной части Венеции и охватывающим около 11 га водной глади. В настоящий момент арсенал принадлежит военному ведомству, здесь находятся морские, военные и гражданские структуры, на территорию комплекса доступ ограничен.

Но идея внести новую волну творческого импульса в старинные промышленные объекты послужила частичному открытию исторической территории. Вдохнуть новую жизнь в индустриальные памятники удалось только преобразовав их в объекты культуры и начав использовать их как творческие пространства [3, С. 119].

Таким образом, территория арсенала в настоящее время уже частично музеефицирована и перепрофилирована в музейно-выставочный комплекс. В частности, в корпусах, наиболее приближенных к парадным воротам арсенала, располагается музей истории флота. Для того чтобы попасть в него, не требуется заходить на территорию комплекса, но именно пространственная организация всего комплекса, с его гаванями, доками, цехами, пакгаузами, сложной пространственной структурой, завораживает и притягивает. Так интригуют нас «закрытые» территории петербургских заводов и фабрик, гидротехнические объекты, гавани и форты. Территория арсенала, представляющая собой захватывающее зрелище, в последние годы стала использоваться при проведении Венецианского Биеннале. Бывшие канатные мастерские открываются для экспозиций, в помещениях доков и пакгаузов проводятся лекции, устраиваются инсталляции. Становится возможным обойти внутренние гавани арсенала, увидеть памятник технического искусства – уникальный судостроительный кран производства Armstrong Mitchell & Company (рис. 3).

Биеннале в зданиях комплекса арсенала дает гораздо более высокий эмоциональный заряд, чем в исторических павильонах, изначально предназначенных для его проведения. Строгие кирпичные экстерьеры построек гавани, интерьеры доков и мастерских – потрясают чистотой форм и мощью исторических конструкций. Без излишнего пафоса выявленный конструктивный каркас воспринимается частью экспозиций. В одних помещениях это несущие кирпичные колонны со строгим орденом, балки перекрытий и дере-



вянные стропильные системы, в других – металлический каркас из чугунных колонн и металлические фермы. Памятник не реконструирован, а именно приспособлен и является подлинным напоминанием об ушедшей эпохе.



Рис. 3. Памятник техники на берегу арсенальной гавани – кран производства Armstrong Mitchell & Company

Основная концепция выставок, проводимых в этих интерьерах – это единство и борьба противоположностей – экспонатов и исторических пространств; преподнесение уникального пространства как своеобразной декорации, выполненной с безупречным вкусом. Эстетические и инженерные достоинства зданий, представляющих высокую историко-культурную ценность, становятся доступны не только специалисту в области архитектуры, но и неподготовленному зрителю. Любая экспозиция, преподнесенная в характерном историческом контексте, выходит на новый уровень выразительности, приобретает дополнительную экспрессию и степень убедительности (рис. 4).



Рис. 4. Экспозиция архитектурного биеннале в бывших канатных мастерских арсенала.

В течение нескольких последних десятилетий существует концепция устройства на всей территории арсенала крупного культурного центра. Пока целиком эта идея не воплощена, но все-таки постепенно исторические территории открываются для города, возвращаясь к жизни в совершенно новом качестве.

Обращаясь от памятников индустриальной Венеции к наследию Петербурга, становится очевидной задача сохранения уникальных памятников отечественной промышленной архитектуры. И, прежде всего, по аналогии с венецианским арсеналом, возникает образ не петербургского арсенала, имеющего совершенно иной морфотип среды, а образ Новой Голландии. Комплекс лесных складов на треугольном острове, омываемом Мойкой, Адмиралтейским и Крюковым каналами, – один из старейших петербургских ансамблей утилитарного назначения [4, С. 30].

По своим объемно-пространственным качествам, планировочной структуре и общему характеру среды, Венецианский арсенал в какой-то мере возможно назвать прототипом петербургской Новой Голландии (рис. 5–7).



Рис. 5. Арка Новой Голландии в Петербурге (Ж.-Б. Валлен-Деламот, 1779–1787)



Рис. 6. Новая Голландия. Фрагмент плана столичного города Санкт-Петербурга 1840 года [5].

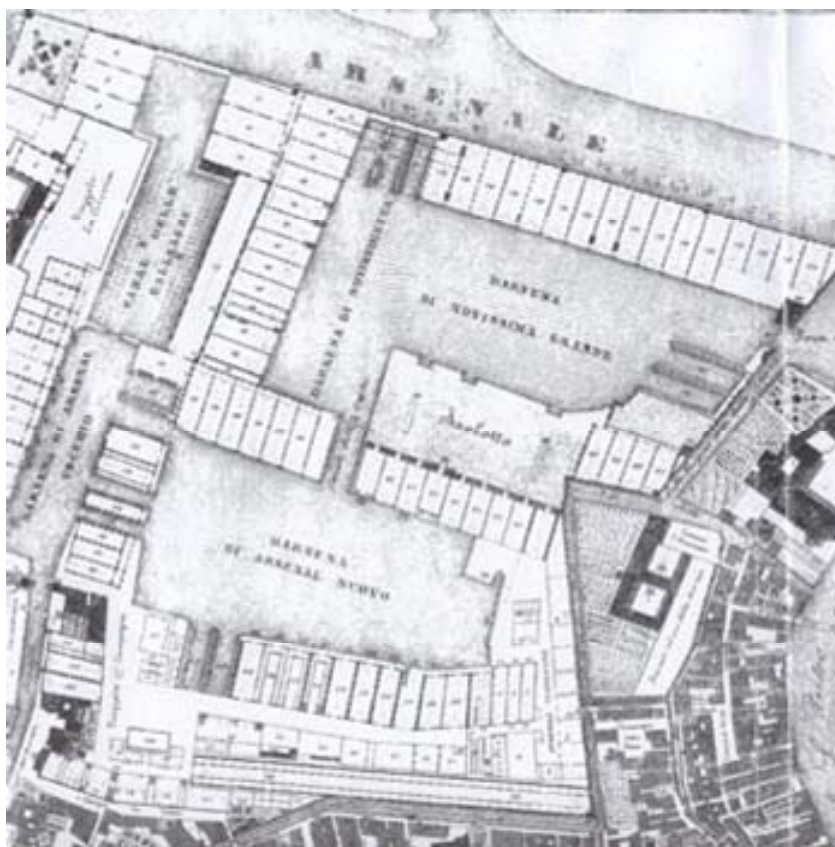


Рис. 7. Арсенал. Фрагмент плана Венеции 1846 года

Существует неуловимое сходство в образах венецианского арсенала и петербургской Новой Голландии, а также и в том сильнейшем эмоциональном воздействии, которое они оказывают. Мощные кирпичные стены, колонны с дорическим ордером, сочетание водной глади и brutальных построек, ощущение таинственности и неприступности.

Поэтому, возвращаясь к логичной идее музеефикации Новой Голландии с использованием ее в качестве культурно-досугового центра, необходимо еще раз отметить, насколько неприкосновенно историческое пространство венецианского арсенала – музея под открытым небом.

#### Литература

1. Гранстрем М. А. Историко-архитектурные аспекты музеефикации промышленного наследия Санкт-Петербурга (на примере Адмиралтейских Ижорских заводов): дисс. ... канд. архитектуры / М. А. Гранстрем. – СПб., 2007.
2. Ипполитов А. Венеция / А. Ипполитов. – М. 2001.
3. Archeologia industriale: la stagione del recupero: quaranta interventi negli ultimi venti anni / Daniela Mazzotta; Introduzione di Franco Mancuso. – Venezia: Istituto Universitario di Architettura di Venezia, 1995.
4. Штиглиц М. С. Памятники промышленной архитектуры Санкт-Петербурга / М. С. Штиглиц, В. И. Лелина, М. А. Гордеева, Б. М. Кириков. – СПб.: «Белое и Черное», 2003.
5. План столичного города Санкт-Петербурга. 1840 [Электронный ресурс] / ЭтоМесто // ЭтоМесто: старые карты on-line. – URL: [http://www.etomesto.ru/map-peterburg\\_1840/](http://www.etomesto.ru/map-peterburg_1840/) (дата обращения: 16.05.2015).



УДК 711.523(470.23-25)+711.65(470.23-25)

Милена Владимировна Золотарева,  
канд. архитектуры, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: goldmile@yandex.ru

Milena Vladimirovna Zolotareva,  
PhD of Architecture, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: goldmile@yandex.ru

## ЛЕВ ПЕТРОВИЧ ШИШКО – АРХИТЕКТОР УЧЕБНЫХ ЗДАНИЙ

### LEV PETROVICH SHISHKO, ARCHITECT OF EDUCATIONAL BUILDINGS

На примере творческого пути архитектора Л. П. Шишко рассматривается процесс формирования новых подходов в проектировании зданий учебных заведений. В качестве архитектора Петербургского округа в начале XX в., Л. П. Шишко были спроектированы и построены здания училищ и гимназий. В статье дается объемно-пространственный анализ зданий учебных заведений, выявлены принципы, которые легли

в основу проектных решений. Особое внимание было уделено строительству здания 2-ой гимназии, рассмотрены периоды формирования ее участка. Работы Л. П. Шишко в части проектирования школьных зданий являются ценнейшим вкладом зодчего в отечественную архитектуру 1910-х гг. Эти сооружения и по сей день признаются лучшими в Петербурге.

*Ключевые слова:* учебные здания, реформа образования, объемно-планировочные решения, история русской архитектуры, архитектура Санкт-Петербурга.

On the example of the works of architect L. P. Shishko the process of formation of new approaches in the design of buildings of educational institutions is considered. As an architect of the St. Petersburg district in the early twentieth century, L. P. Shishko designed and constructed buildings schools and gymnasiums. The article gives a spatial analysis of buildings of educational institutions, identifies the principles that formed the basis of design decisions. Special attention is paid to the construction of the building of the 2nd gymnasium, the periods of formation of the plot. The works of L. P. Shishko in the design of school buildings are the most valuable contribution of the architect in the domestic architecture of the 1910s. These structures are recognized today as the best in St. Petersburg.

*Keywords:* academic building, education reform, space-planning decisions, the history of Russian architecture, the architecture of St. Petersburg.

Лев Петрович Шишко родился в Царском Селе.

В 1896 г. будущий архитектор окончил Институт гражданских инженеров с золотой медалью за лучший архитектурный проект и с серебряной медалью за работу по строительной механике. Имя Л. П. Шишко было помещено на мраморную доску, на которую заносились имена лучших выпускников [1, с. 14].

С первых лет после окончания института он начал преподавать. В течение своей жизни он преподавал в Институте гражданских инженеров, Институте путей сообщения, Горном институте, Академии художеств, Электротехническом институте [2, с. 21], Училище технического рисования имени барона Штиглица. С 1913 г. занимал должность профессора Технологического института [3], до последних дней жизни Л. Шишко руководил кафедрой «Здания» ЛИИЖТа.

Свою профессиональную деятельность Л. П. Шишко в 1899 г. начал в технико-строительном комитете Министерства внутренних дел по духовному ведомству. Он проектировал для Римско-католической духовной коллегии и Александров-Невской Лавры.



Рис. 1. Фотография Л. П. Шишко, 1920 г.

Творческая биография Л. П. Шишко обширна. Кроме зданий для нужд духовного ведомства архитектор работал над проектами доходных и загородных домов, зданий промышленного назначения, в качестве конструктора и технолога участвовал в проектировании технологически сложных и конструктивно уникальных объектов. После революции Л. П. Шишко продолжал активно работать. Кроме проектной деятельности он работал постоянным консультантом и экспертом Технического управления Ленсовета, участвовал в экспертизах по сложнейшим зарубежным техническим проектам: в частности, в экспертизе по проекту строительства тоннеля под Ла-Маншем между Францией и Англией [1, 4].

Одной из сфер проектной деятельности архитектора в начале XX века явилась разработка зданий для учебных заведений. В течение XIX века в России проходит ряд реформ, связанных с развитием народного образования. Со второй половины XIX века правительством России разрабатывались проекты повышения образования населения различного уровня, а к началу XX века на высшем правительственном уровне решался вопрос о введении всеобщего обучения. Эти мероприятия потребовали разработки принципиально новых типов зданий школ и гимназий. Одновременно это стало возможным с переходом на финансирование начального и среднего обучения за счет государственных средств.

Являясь архитектором Петербургского учебного округа, Л. П. Шишко в своих проектах применяет новые подходы к образу и объемно-планировочным характеристикам зданий учебного назначения. Его работы в части проектирования школьных зданий являются ценнейшим вкладом в отечественную архитектуру 1910-х гг. и по сей день признаются лучшими в Петербурге.

Рассмотрим некоторые из них.

Городское начальное училище в Рыбацком было спроектировано и построено архитектором в 1908–1909 гг. Оно находилось (в настоящее время здание снесено) по адресу Рыбацкий пр., 18. В момент своего строительства училище рассматривалось в качестве главного общественного сооружения существующего Рыбацкого поселка. Изменение статуса поселка, вызванное прокладкой железной дороги в его сторону, явилось причиной переведения населенного пункта в иной ранг, в том числе и по учебному ведомству.

Здание училищного дома, с подчеркнута монументальными формами, располагалось на естественной возвышенности вблизи Невы. В санитарном отношении такое положение рассматривалось, как удачное для повышения естественной аэрации воздуха. Рассматривая план сооружения, следует отметить, что особое значение архитектор уделил входной зоне «храма науки», оформлению его парадной лестницы. Этот прием архитектор будет неоднократно использовать в своих проектах.

Царскосельское четырехклассное мужское училище находится по адресу Октябрьской бульвар (Бульварная), 18. Это учебное заведение ведет свою историю от школы Сарскомьзскаго диакона, к которому Императрицей Екатериной Алексеевной, еще при жизни Петра Великого, отдавались дети крестьян и придворнослужителей ее мыз [3, с. 15].

Новое здание училища строится по проекту Л. П. Шишко в 1910–1911 г. Это трехэтажное на высоком цокольном этаже здание занимает достаточно большой участок. План здания училища достаточно функционален. Фасад сооружения имеет большие окна, дающие возможность максимального освещения классных комнат. Сооружение построено в распространенном тогда кирпичном стиле. В его отделке использован красный облицовочный кирпич и светлые штукатурные детали. Своеобразной является рустовка второго этажа, в которой чередуются кирпичные и охристые полосы и дают зданию византийские мотивы. Подобное декорирование фасада будет являться своеобразным, узнаваемым почерком архитектора.

В 1914–1916 гг. архитектором Л. П. Шишко было осуществлено строительство спортивного комплекса при 1-й Санкт-Петербургской классической гимназии, по адресу

Социалистическая (Ивановская) улица, 7/11. В составе комплекса, Л. П. Шишко проектирует гимнастический зал с первым в России плавательным бассейном. Для осуществления этого проекта архитектор изучал строительство подобных зданий за границей. Это позволило применить в проекте плавательного бассейна новейшие конструкции и технологическое оборудование.



Рис. 2. Царскосельское четырехклассное мужское училище

Здание построено в не свойственной манере зодчего. Его архитектура выполнена в классическом стиле, как бы являя нам место атлетических соревнований прошлого. Особую торжественность интерьеру здания придает ротонда вестибюля с колоннадой ионического ордера,

Здание 3-й гимназии по Соляному пер., 12 Л. П. Шишко перестроил в 1912–1913 гг. Следует отметить, что актовый зал гимназии решен в формах уже знакомых нам по прошлым постройкам архитектора, а декор фасада выявляет его творческий почерк. Фасад гимназии имеет четкие членения, а большие по размеру окна отвечают расположению классов. Актовый зал отмечен на фасаде повышенным объемом. На фасаде расположен портик из шести пилястр ионического ордера, этот прием также отличает творческий почерк Л. П. Шишко.



Рис. 3. Здание 3-й гимназии

11-я мужская гимназия на Выборгской ул., 3 – это еще одно из школьных зданий, построенных архитектором Л. П. Шишко в соответствии с новыми принципами организации зданий подобного рода. Л. П. Шишко рассматривал учебное заведение как храм культуры, в проектах он стремился преодолеть казенную официальность, присущую им. Гимназия построена в 1913–1914 гг. представляет собой трехэтажное здание на высоком цокольном этаже. Оно выполнено в неоклассических формах, на оштукатуренных стенах кирпичного цвета выделяются светлые детали: карнизы, пилястры, руст первого этажа. Вход выделен арочным проемом, украшенным цветочным орнаментом.

Здание 2-й гимназии является еще одним творением зодчего. На примере комплекса зданий этой гимназии, рассмотрим подробно процесс решения объемно-планировочных задач, которые вставали перед архитектором Л. П. Шишко при проектировании подобного рода сооружений.

Все здания учебных заведений этого времени строились на участках, принадлежащих казне. Каким же образом формировались сами участки, которые затем диктовали решения планировочных и архитектурных задач. Проследим историю развития участка по адресу ул. Казанская, 27/ ул. Гривцова, 12, где в настоящее время расположено здание 2-й Санкт-Петербургской гимназии.

Это угловой участок. В настоящее время здание гимназии занимает территорию, близкую к квадрату. Если обратиться к планам более раннего времени мы увидим совсем другую картину.

На плане 1717 г. на месте будущей гимназии еще лес, даже у реки Кривуши еще не сформировано русло.

После пожаров 1736–1737 гг. и работы комиссии о Санкт-Петербургском строении в этой части были намечены трассы основных улиц и будущий участок гимназии отведен под жилую застройку.

На «Плане столичного города Санкт-Петербурга с изображением знатнейших проспектов» (план И. Ф. Трускота) 1745–1753 гг. на будущем участке гимназии существуют два участка с огородами и небольшими строениями, к которым примыкает небольшой парк.

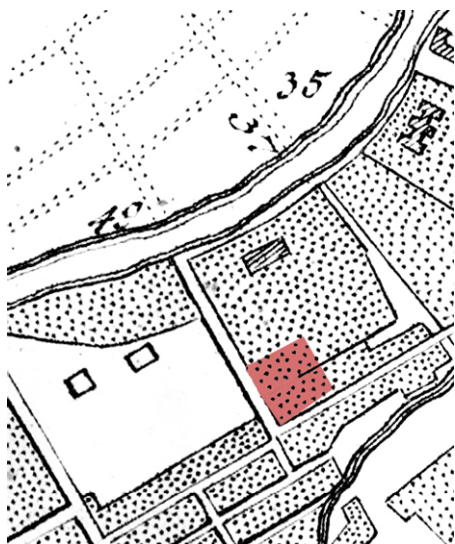


Рис. 4. Фрагмент плана 1737 г. с показом участка будущей гимназии

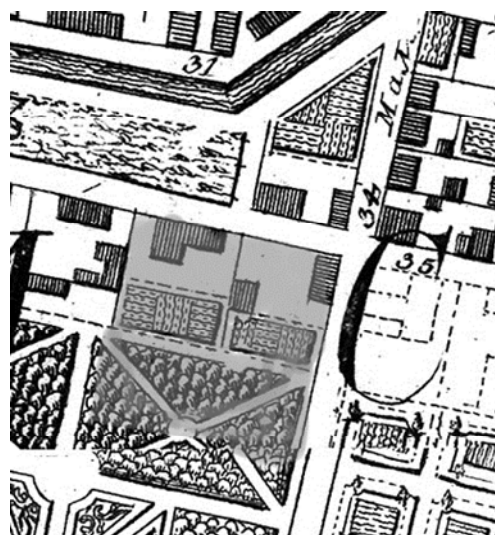


Рис. 5. Фрагмент плана 1745–1753 гг.

Здание гимназии неоднократно перестраивалось, и только на плане 1844 г. (план Майера) показана планировка участка, просуществовавшая до 1903 г. Конфигурация зданий на участке соответствует фотографии фасада гимназии начала века, где фасад имеет трехчастную композицию.







Рис. 8. Здание гимназии имени Александра I

Остановимся более подробно на особенностях этого сооружения. Здания учебных заведений архитектора Л. П. Шишко имели одинаковые принципы общей пространственной организации и оформления, о которых говорилось выше. Поэтому, говоря о внешнем оформлении здания, можно отметить следующие характерные черты.

При проектировании была поставлена задача строительства собственно учебного здания и жилого здания для учителей и персонала гимназии. Так, жилая часть выходила на ул. Гривцова, а парадная часть, подчеркивающая значение здания в качестве храма науки, выходила на Казанскую ул., здесь размещался парадный вход. Различие назначения двух частей одного здания видно на фасаде, но они не только разные по высоте. На здании гимназии применены монументальные детали, это восьми колонный портик ионического ордера, поддерживающий аттик, большие размеры окон, на втором этаже присутствует ритм больших выступающих полуциркульных сандриков остальные окна завершены большими замковыми камнями. По фасаду размещены пилястры. В силуэте здания выступает центральная его часть, отмечая место расположения актового зала.

Жилое здание гимназии решено более камерно, хотя в той же цветовой гамме. Здесь почти одинаковая высота всех трех этажей, небольшие окна, присутствуют эркеры, что характерно для жилого дома. На первом этаже здание также оформлено рустовкой, а на втором окна завершаются прямоугольными сандриками.

Из представленных фотографий помещений гимназии видно, насколько просторные и светлые помещения были запроектированы здчим. Входящих встречал вестибюль с массивными дорическими колоннами, демонстрирующие классическую направленность учебного заведения.

Рассмотренные примеры зданий учебных заведений, построенных Л. П. Шишко, показывают основные принципы, которыми пользовался здчий при их проектировании:

1. Здание учебного заведения рассматривалось как храм науки.
2. В здании архитектор старался отойти от казенного внутреннего построения помещений.
3. Большие окна на фасаде способствовали высокой степени освещения.
4. Здания проектировались в неоклассическом стиле с применением классических деталей (карнизов, ордера, оформление оконных и дверных проемов), как в наружной, так и внутренней отделке, усиливая образ «храма науки».



Рис. 9. Учебный класс



Рис. 10. Вестибюль гимназии

5. В зданиях применялись новейшие строительные, отделочные материалы и конструкции.

6. В объемном решении на фасаде обычно выделялась центральная часть сооружения, в верхней части которой размещался актовый зал.

7. Зодчий считал необходимым наличие в учебных заведениях нового типа гимнастического зала и бассейна.

#### Литература

1. *Исаченко В. Г.* Лев Шишко / В. Г. Исаченко // Зодчие Санкт-Петербурга. XIX – начало XX века. – СПб., 2000. – 1070 с.

2. *Барановский В. Г.* Юбилейный справочник, содержащий сведения о деятельности бывших воспитанниках Института гражданских инженеров. 1841–1892. – Вып 2. – СПб., 1893. – 458 с.

3. *Сочагин А.Г.* Царское Село в открытках конца XIX – начала XX века / А. Г. Сочагин. – 2-е изд., стер. – СПб.: ИП Комплекс, 2002. – 285 с. : ил.

УДК 728.82(470.23-25)

Ольга Валерьевна Кефала, канд. архитектуры,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: kefala.mail@ru.

Olga Valerievna Kefala, PhD of Architecture,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: kefala.mail@ru.

## ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ «ДВОРЕЦ ВЕЛИКОГО КНЯЗЯ МИХАИЛА АЛЕКСАНДРОВИЧА» НА АНГЛИЙСКОЙ НАБЕРЕЖНОЙ В САНКТ- ПЕТЕРБУРГЕ

### STAGES OF FORMATION OF BUILDINGS “PALACE OF GRAND DUKE ALACE OF GRAND DUKE MIKHAIL ALEXANDROVICH” ON THE ENGLISH EMBANKMENT IN ST. PETERSBURG

Объемно-планировочное, конструктивное и архитектурно-художественное решения известного петербургского памятника, «Дворец Великого Князя Михаила Александровича с дворовыми флигелями», созданного по проекту архитектора Р. Ф. Мельцера формировалось поэтапно. В XVIII в. на месте существующего дома находился 2-х этажный дом на подвале с высоким крыльцом в формах петровского барокко. В XIX в. была сделана капитальная перестройка комплекса архитектором К. К. Рахау. Декор здания и основные парадные помещения выполнены в формах эклектики. В XX в. Великий Князь Михаил Александрович поручил реконструкцию дворца Р. Ф. Мельцеру. В результате реконструкции здание приобрело современные ретроспективные формы, характерные для периода «Модерн».

*Ключевые слова:* «Дом Матюшкиной», «Дом А. С. Меншикова», «Дворец Великого Князя Михаила Александровича», реконструкция, здание, архитектурная композиция.

Space-planning, design and architectural solutions of famous monument of St. Petersburg, “The Palace of Grand Duke Mikhail Alexandrovich with the courtyard wings”, created by the architect R. F. Meltzer was formed in stages. In the XVIII century on the site of an existing home was a 2-storey house with a basement with a high porch in the forms of Petrine Baroque. In the XIX century overhaul of the complex was performed by architect K. K. Rahau. The decor of the building and the main ceremonial rooms are in the form of eclecticism. In XX century, the Grand Duke Mikhail Alexandrovich ordered the reconstruction of the palace R. F. Meltzer. As a result, the reconstruction of the building acquired retrospective modern forms typical of the period of Art Nouveau.

*Keywords:* Mansion of Matyushkina, Mansion of A.S. Menshikov, Palace of Grand Duke Mikhail Alexandrovich, reconstruction, building, architectural composition.

«Дворец Великого Князя Михаила Александровича с дворовыми флигелями», находится по адресу: Санкт-Петербург, Адмиралтейский район, Английская наб., д. 54/55, лит. А. и является объектом культурного наследия федерального значения. Объект располагается на участке трапециевидной формы. Участок с севера ограничен Английской набережной, с юга Галерной улицей, с запада и востока – соседними участками домов. Здание сохранило историческое объемно-планировочное решение, которое сформировалось поэтапно с начала XVIII века.

На данном участке, согласно плану Санкт-Петербурга 1738 г., зафиксированы строения. Это каменный, 2-х этажный дом, на подвале с главным фасадом по Английской набережной и, по периметру участка, располагались связанные с ним служебные, хозяйственные постройки (деревянные, каменные).

Английская набережная возникла в начале XVIII века в нижнем течении Большой Невы отсюда ее первое название «Береговая Нижняя». Затем она была переименована в Исаакиевскую набережную, потом в Галерную набережную. В XVIII в. здесь начали селиться английские купцы, и была построена Англиканская церковь Иисуса Христа. С этого времени набережная имеет название, которое сохранилось до наших дней. Участок граничил с востока с участком Англиканской церкви [1].

Застройка по набережной формировалась «сплошной фасадой». По царскому указу на ней должны были возводиться каменные палаты. На фиксационных чертежах из кол-

лекции Берхгольца (1742–46 гг.) мы можем видеть фасад каменного дома на семь осей, который принадлежал владельцу участка. Под фасадом дома есть надпись «Дом Матюшкиной». Из этой надписи можно заключить, что здание принадлежало жене генерал-майора Матюшкина.

Симметричная композиция фасада дома Матюшкиной с барочным декором (петровское барокко) характерна для первой трети XVIII в. Центр акцентируется ризалитом на 3 оси и балконом. Набережные в XVIII веке часто затоплялись, и поэтому первый этаж устраивался на высоком подвале. Со стороны набережной был организован парадный вход в здание, расположенный по центру, с высоким крыльцом, на которое вели две лестницы [2].

В начале XIX века здание принадлежало коммерц-советнику Христофору Чергину. Он перестроил дом и соединил в один комплекс все постройки участка. Измененный фасад лицевого дома, выходящего на набережную не известен. Участок с постройками сменил ряд владельцев.

В 1830-х гг. дом перешел во владения начальника Главного Морского штаба Александра Сергеевича Меньшикова (правнука А. Д. Меньшикова). В 1873 г., его сыном Владимиром, была осуществлена капитальная перестройка дома. Автором реконструкции был архитектор Карл Карлович Рахау [3].

К моменту реконструкции первоначальный объем здания был расширен на 2 оси. Так что К. К. Рахау работал со зданием на 9 осей. В результате перестройки, в 1870–1872 гг., лицевой корпус основного объема жилого дома был настроен на один этаж. Фасадная композиция имела диссимметричное решение. Центр был зафиксирован фронтоном на 5 осей и балконом на 3 оси. На 2-ом этаже по крайней западной оси располагался эркер-фонарик, а парадный вход в здание был перенесен с центра композиции на 3-ю ось с востока. Над входом устроен козырек. К. К. Рахау убрал высокое крыльцо и две наружные лестницы, потому что набережная была «одета» в гранит и снизилась угроза затопления 1-го этажа. Декор оштукатуренного фасада (первый этаж штукатурка под руст) был решен в формах эклектики.

К. К. Рахау, кроме главного корпуса, перестроил служебные и хозяйственные строения. В результате реконструкции был сформирован южный фасад со стороны Галерной улицы, а также организовано два дворовых пространства. На месте старого поперечного флигеля был возведен новый. Вокруг северного двора располагались жилые и парадные помещения, а южный двор был образован служебными и хозяйственными корпусами. Интерьеры парадных помещений были выполнены в формах «второго рококо».

С 70-х гг. XIX в. сохранились: историческое объемно-пространственное решение южного дворового пространства, ряд парадных интерьеров. По Галерной улице сегодня можно увидеть фасад и въездную арку, характерные для усадебной застройки XIX в.

В XX в. участок со всеми строениями был приобретен казной для Великого Князя Михаила Александровича, который поручил новую перестройку жилых корпусов Роману Мельцеру.

В результате реконструкции Р. Ф. Мельцер, в целом, оставляет сложившуюся к этому времени историческую объемно-пространственную композицию участка. Он оформляет северный фасад в формах ретроспективизма, а также создает стилистически законченное архитектурно-художественное пространство северного двора (архитектор соединяет проездом, перекрытым цилиндрическим сводом южный и северный дворы). В облицовке стен жилых корпусов, обращенных во двор, и внутреннего воротного проезда Р. Мельцер использует облицовочный кирпич с матовой и глянцевой лицевой поверхностью. Фонари наружного освещения, по рисунку зодчего, установлены на северном дворовом фасаде по сторонам центральной арки и внутри проезда.

В результате реконструкции были созданы новые интерьеры парадных комнат, а также помещения служебных металлических лестниц и мраморной парадной лестницы, ведущей в жилые помещения со стороны двора.

Симметричную композицию фасада он акцентирует балконом, обрамленным сложным декором в виде арки. Фланкируют фасад, по крайним осям, ризалиты с фризами и эркерами. Эркеры украшены лепным декором в виде растительных гирлянд, лент, маскарон, и факелов, они завершены балконами с металлическим ограждением. По крайней восточной оси находится парадный вход в здание.

Фасад отделан керамической плиткой фирмы «Дультон» (на уровне 2-го, 3-го этажей) [4] и облицован светлым гранитом (под руст) (на уровне цокольного и 1-го этажа).

Таким образом, до настоящего времени дошли конструкции датируемые XVIII в. (сводчатые перекрытия в подвалах), с XIX в. сохранились дворовые флигели, корпус по Галерной улице, а начало XX в. «оставило» в истории архитектуры изумительную работу Романа Мельцера в виде лицевого корпуса с двором и интерьером парадных и некоторых служебных помещений.

Эволюционное объемно-пространственное формирование комплекса построек для Великого Князя Михаила Александровича определено закономерным историческим развитием архитектурной среды, подчинено требованиям заказчика и обеспечено преемственностью проектных решений с середины XVIII до начала XX в.

Многие годы в здание размещалось «Всероссийское общество глухих». Работы по сохранению и реставрации памятника архитектуры проводились непрофессионально. Так, например, в анфиладе жилых помещений, на 3-м этаже, двери, облицованные шпоном карельской березы, были окрашены масляной краской.

В настоящее время возникает вопрос о комплексной реставрации, реконструкции и приспособление объекта под новую функцию. Трудность перепрофилирования здания заключается в требовании сохранения исторически сложившихся объемно-пространственных и планировочных решения помещений и их декоративной отделки. Новая функция этих помещений должна исключать любые вредные воздействия на предметы охраны.

### Литература

1. Петербургская градостроительная графика XVII-XXI вв. Планы, схемы, карты, диаграммы, рисунки, статистика / Ю. Киселева, И. Бондаренко, И. Ксенофонтова и др. – СПб.: ООО «ЛД-ПРИНТ», 2007 – 376 с.
2. Чертежи из коллекции Берхольца. 1743–46 гг. – Фотоальбом в НАК УГИОП. Фрагмент. Нег. ИЛПР №51908<sup>а</sup>.
3. Соловьева Т. А. К причалам Английской набережной / Т. А. Соловьева. – СПб.: ИКАР, 1998. – 256 с.
4. Кириков Б. М. Архитектура петербургского модерна. Особняки и доходные дома / Б. М. Кириков. – СПб., 2003. – 512 с.

УДК 72.036:725.1

Ольга Александровна Пастух, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: gvolia@yandex.ru

Olga Alexandrovna Pastukh, post-graduate student  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: gvolia@yandex.ru

## РЕКА ОКА КАК ВОДНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ АРТЕРИЯ ПРИОКСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА (ПЭР)

### THE OKA RIVER – WATER TRANSPORT ARTERY OF PRIOKSKIY ECONOMIC REGION

В статье говорится о важнейшей роли реки Оки в транспортной системе Приокского экономического района, о ее роли в составе Великого Водного пути. А также о развитии и реконструкции водных речных путей Центрального региона (на примере р. Оки) как о важной составной части развития технической базы для народного хозяйства и электрификации промышленности и транспорта.

В статье дается общая экономико-географическая характеристика Приокского экономического района и природных геологических ресурсов (почв, полезных ископаемых) его областей. Наибольшее внимание уделяется важнейшей роли реки Оки (в составе Великого Водного пути) в транспортной системе Приокского экономического района. О проблеме реконструкции реки Оки, заключавшейся главным образом в решении транспортно-энергетического комплекса. В первоочередной схеме реконструкции решались транспортные задачи, в результате чего получалась кольцевая водная магистраль: город Горький (ныне Нижний Новгород) – канал «Волга-Москва» – река Ока – Горький, что в свою очередь усиливало эффективность работы канала Волга-Москва. Так же в данной статье говорится о развитии и реконструкции водных речных путей Центрального региона (на примере реки Оки) как о важной составной части развития технической базы для народного хозяйства и электрификации промышленности страны.

*Ключевые слова:* Приокский экономический район, индустриализация, бассейн реки Оки, схема реконструкции, электрификация народного хозяйства, промышленности и транспорта.

The article talks about the critical role of the Oka river in the transport system of Priokskiy economic region and about its important role in the Great Waterway. The article tells about the development and reconstruction of the river water ways of the Central region as an important part of development of the technical basis for the nation economy and electrification of industry and transport.

This article describes an economic-geographical characteristics of the Priokskiy economic region and the geological characteristics of natural resources (soils, minerals) of its areas. Most of all attention is paid to the critical role of the Oka river (in the composition of the Great waterway) in the transport system of Priokskiy economic region. The article also tells about the problem of the reconstruction of the Oka river, which consists mainly of transport and energy complex. As a result, the ring waterway was constructed: the city of Gorky (now Nizhny Novgorod) – the Volga-Moscow channel – the Oka river – the city of Gorky. This circumstance in turn increased the efficiency of the channel Volga-Moscow. Also, this article refers to the development and reconstruction of water river ways of the Central region (on the example of the Oka river) as an integral part of the development of the technical basis for the national economy and electrification industry.

*Keywords:* Priokskiy economic region, industrialization, the basin of the Oka river, scheme of reconstruction, electrification of agriculture, industry and transport.

Приокский район занимает территорию 115,1 тысяч кв. км, простираясь на 380–400 км с севера на юг от границ с Московской области до границ с УССР (современная Украина) и Курской областью, и на 400–500 км с запада на восток от границ со Смоленской областью и БССР (современная Белоруссия) до границ с Рязанской и Липецкой областями [1]. Основная часть территории расположена в бассейне реки Оки, на Средне-Русской возвышенности, сильно расчлененной долинами рек и овражно-балочной сетью. Приокский район расположен в лесной и лесостепной ландшафтных зонах. Климат района – умеренно-континентальный. Зима – умеренно холодная, выпадает достаточное количество атмосферных осадков, однако степень увлажнения уменьшается с запада к востоку и юго-востоку. Приокский район имеет очень широкие экономические связи со всеми районами страны. Потому что он находится в наиболее развитой в индустриальном отношении Центральной части страны – Центре, располагает мощной группировкой крупных промышленных предприятий и строительных организаций, а также занимает удачное транспорт-



но-географическое положение. Именно в годы первых советских пятилеток – период индустриализации страны – происходили самые глобальные изменения в транспортной инфраструктуре района, включая водные пути.

Основной и решающей хозяйственной задачей второй пятилетки было завершение реконструкции новейшей технической базы для всех отраслей народного хозяйства. Ее важнейшим элементом считалось создание базы, основанной на широчайшей электрификации промышленности и транспорта и постепенном внедрении электроэнергии в сельское хозяйство с использованием огромных ресурсов водной энергии, каменноугольных залежей, основных и местных бассейнов, местного вида топлива (торф, сланцы). В Тульском промышленном районе за годы довоенных пятилеток было построено несколько электростанций, обслуживающих наиболее крупные промышленные предприятия, среди них ТЭЦ Новотульского металлургического завода, Алексинская ТЭЦ [3]. Транспорт являлся одной из ведущих отраслей производства. На его долю выпадала активная роль в освоении естественных богатств, развития и наиболее рационального размещения производственных сил страны, а также транспорт имел важное значение в усилении работоспособности страны. Если весь транспорт в целом являлся довольно отсталым звеном в системе народного хозяйства, то речной транспорт – его самое отсталое звено. Во второй пятилетке правительство страны твердо намерено было решить данную проблему. Речной транспорт призван был разгрузить железные дороги по линии межрайонных связей и в основном взять на себя перевозку малотранспортабельных массовых грузов. В 1931 г. 14 % всего подвижного состава железной дороги было занято под такими грузами, как: гравий, песок, бут и другие и 72 % перевезено железными дорогами хлеба, нефти, соли, которые в основной массе должны были бы передаваться на воду (речной транспорт).

На 17 партийной конференции было принята «директива по водному транспорту», в соответствии с которой во второй пятилетке предполагалась широкая реконструкция существующих и создание новых речных путей. В 1930-х годах в Москве разрабатывался проект Великого водного пути (рис. 1).

Бассейн реки Оки, включающий центральную и южную часть Московской области (МО), часть Центрально-Черноземной области (ЦЧО) и Горьковского края, с населением около 14 млн. человек (начало второй пятилетки), являлся крупнейшим индустриальным районом Советского Союза, максимальное развитие которого имело исключительно важное значение для всего народного хозяйства страны. Развитие региона могло быть достигнуто лишь при условии правильного использования реки Оки, как крупнейшей водной артерии всего Центрального района. Река Ока, берущая начало в Орловском районе ЦЧО, является вторым по величине притоком реки Волги, впадающим в нее у города Горького. Имея протяжение, равное 1,5 тысячам км, и общее падение в 170 м, река Ока принимает ряд притоков, из них крупнейшими являются реки: Упа, Жиздра, Москва, Цна, Мокша и Клязьма. Бассейн реки Оки имеет площадь 236 тысяч кв. км и граничит с юга с бассейном реки Дон, с запада – с бассейном реки Днепр, а с севера и востока – с бассейном реки Волги.

На своем протяжении река Ока прорезает разнообразные по времени образования, строению и составу геологические отложения. На участке от Орла до Калуги коренные породы речной долины представлены девонскими известняками и слоями угленосного яруса нижнего отдела каменноугольной системы (Упинские известняки). Долина реки до Калуги широкая, местами доходит до 4–5 км. Ниже города Калуги характер долины резко меняется: здесь до города Алексина ширина ее колеблется от 300 до 400 м, берега высокие, пойма часто отсутствует вовсе (Калужско-Алексинский каньон). Ниже города Алексина до устья реки Москвы долина реки снова расширяется, береговые склоны становятся более пологими, пойма, сложенная песчано-глинистыми отложениями, имеет ширину до 4 км. На всем участке от Калуги до Коломны долина слагается из коренных пород каменноугольной системы, представленных известняками Тульского, Алексинского и Серпухов-

ского ярусов, прикрытыми в русловой части алюминиевыми отложениями мощностью от 10 до 20 м. В рассматриваемом районе случаются оползни, изгибы пластов и, в некоторых районах, карстовые явления.



Рис. 1. Схема реконструкции Великого водного пути

В 1935 г. инженером В. Гавриловым из Московско-Окского бюро ГИДРОЭНЕРГОПРОЕКТА был разработан план Реконструкции реки Оки (рис. 2), который включал в себя: физико-географические и экономические характеристики бассейна реки и долины реки Оки; схему реконструкции реки Оки; первоочередные работы по реконструкции р. Оки (Калужской и Коломенской ГЭС); транспортные связи реконструируемой р. Оки с соседними бассейнами – с рекой Днепром и Доном; выписки из резолюций Экспертной комиссии Госплана СССР.

При проработке схемы реконструкции реки Оки учитывались: природные особенности долины реки; роль Окского бассейна в экономике СССР; географическое положение бассейна, в силу которого он является как бы транзитной территорией между Севером и Югом, Западом и Востоком европейской части Союза.



В основу составленной схемы реконструкции реки Оки были положены следующие положения: комплексное транспортно-энергетическое использование реки Оки с наиболее полным регулированием ее стока; создание глубин при полной реконструкции, обеспечивающих плавание судов с осадкой в 3 м; получение минимальных затоплений наиболее ценных луговых угодий поймы реки на средних и нижних участках реки Оки. В соответствии с этими положениями было проработано несколько вариантов использования реки Оки. Общий размер для всех восьми гидростанций был определен в 1,390 млн. рублей. По реконструкции реки Оки первоочередными предполагались работы по Калужской и Коломенской станциям. При этом «ключом» к реконструкции являлась Калужская ГЭС. Строительно-хозяйственные условия были благоприятными: в районе ГЭС имелись в большом количестве строительные материалы, в полутора километрах от района строительства проходит железнодорожная магистраль, в городе имеется крупный лесопильный, паровозоремонтный и другие заводы. Калужская ГЭС, имеющая превышающий напоры Волжских и Свирских ГЭС и обеспечивающая значительную мощность в течение всего года, могла бы быть ведущей станцией в системе МОСЭНЕРГО. Коломенская ГЭС расположена в 8 км от г. Коломны выше впадения в реку Оку реки Москвы. Обе эти гидроэлектростанции по расчетам могли бы стать наиболее эффективными в те годы в МО [5].

Кроме того в результате осуществления работ по первоочередной схеме реконструкции реки Оки, получалась кольцевая водная магистраль: г. Горький – канал «Волга-Москва» – река Ока – Горький, что усилит эффективность работы канала Волга – Москва и будет экономить себестоимость перевозок.

Географическое положение Окского бассейна и речная его сеть дали возможность создать благоприятные условия для развития широких транспортных связей с югом через реку Дон, с бассейном реки Днепра через Жиздру и Десну. Задача соединения северных морей с южными разрешается устройством водной магистрали Москва – Ока – Дон, техническое осуществление которой значительно легче и может быть достигнуто в более короткие сроки, чем на реке Волге. Указанное соединение проходит по реке Москве, реке Оке до города Спасска, притоку реки Оки – реке Проне через водораздельный участок в 18 км, и затем через реки Рясу и Воронеж и далее в реку Дон. Наличие выдвигаемой Окско-Донской водной магистрали, являющейся логическим продолжением канала Волга-Москва имеет также и большое экономическое значение.

Проблема реконструкции реки Оки заключалась главным образом в решении транспортно-энергетического комплекса.

В системе производительных сил районов Большой Волги Окский бассейн занимал исключительное место: вся валовая продукция промышленности бассейна на конец 1937 г. давала свыше половины всей валовой продукции Волги – 52 %.

Окский бассейн являлся в рассматриваемый мною период крупнейшим индустриальным районом Союза. Промышленность бассейна в 1932 г. была представлена металлургической, химической, машиностроительной, электротехнической и текстильными отраслями. В прибрежной полосе Оки и ее основных притоках размещался ряд промышленных предприятий союзного значения. Из них крупнейшими являлись: Тульский, Коломенский, Кулебакский, Горьковский автомобильный заводы; химические комбинаты – Бобриковский, Калужский, Алексинский; большое количество машиностроительных заводов в районе Калуги, Подольска, Дзержинска, Муром; промышленные предприятия по строительным материалам в районе Каширы, Рязани, Касимова. Гипотеза развития производительных сил Окского бассейна, разработанная Академией Наук намечала наиболее интенсивное развитие промышленности в Приокских районах МО, которые были наиболее богаты сырьевыми, транспортными, энергетическими ресурсами. Общие итоги этой проработки представлены в табл. 1.

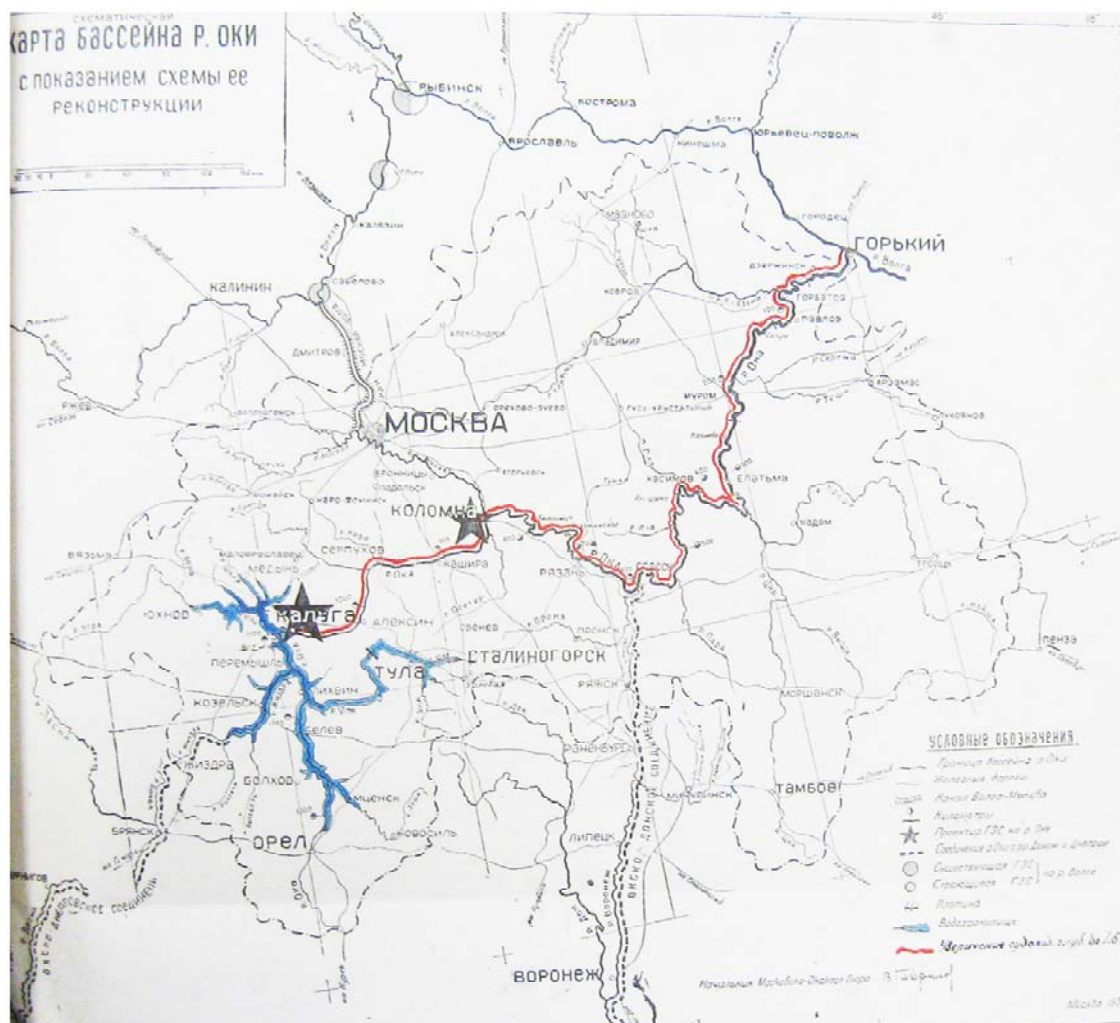


Рис. 2. Карта бассейна р. Оки с показанием схемы ее реконструкции.

Таблица 1

1937 год	1942 год	1947 год
15,231	25,666	35,472

Грузооборот, составленный на основе перспектив развития производительных сил Окского бассейна, определен в следующих цифрах, представленных в табл. 2.

Таблица 2

1937 год	1942 год	1947 год
5,430 тысяч тонн	9,444 тысяч тонн	14 060 тысяч тонн

В этих грузооборотах по количеству перевозок главнейшее место занимают строительные материалы, имеющиеся в большом количестве в долине реки Оки и ее притоках. Энергоснабжение промышленности бассейна объединено в двух энергетических системах: Московской и Ивано-Горьковской. Энергобаланс бассейна и в частности расположенной в нем МО в те годы в недостаточной степени обеспечивал потребности промышленности и населения края. Водное хозяйство на реке Оке заключается в транспортном водно-земельном использовании реки и ее долины. По условиям судоходства и характеру грузооборота река Ока делится на два участка: верхний – от города Лихвина до Коломны

и нижний от Коломны до Горького (Нижнего Новгорода). Огромное количество перекаатов нормированной глубины создают чрезвычайно неблагоприятные путевые условия плаванья и вызывают высокую себестоимость перевозок грузов. Водно-земельное использование долины реки Оки заключается в использовании пойменных лугов. В энергетическом отношении река до 1935 г. совершенно не использовалась.

Реконструкция реки Оки, проведенная по детально разработанному плану, несомненно, оказала положительное влияние на развитие народного хозяйства и промышленности как всего Приокского экономического района в целом, так и каждой из его областей в отдельности: Тульской, Калужской, Орловской. Река использовалась как транспортная артерия: по ней шли грузопотоки, соединявшие промышленные предприятия с местами добычи сырья. Также было налажено и пассажирское сообщение между городами соседних областей. Вплоть до недавнего времени (до конца 1990-х гг.) можно было увидеть и грузовые баржи (с песком и щебнем), и пассажирские скоростные катера – речные трамвайчики, курсирующие между городами Окского бассейна по точному расписанию. Однако водные ресурсы не были эффективно задействованы в энергетическом комплексе региона. Гидроэлектростанция близ города Кашира Калужской области, так и не была возведена, не смотря на детально проработанный в годы первых советских пятилеток и практически принятый план электрификации всей области.

#### Литература

1. Мельшиян В. В. Приокский экономический район / В. В. Мельшиян. – Тула: Тул. кн. изд-во, 1963. – С. 3–17.
2. Бакулев Г. Д. Тульская промышленность. Историко-экономический очерк / Г. Д. Бакулев. – Тула: Обл. кн. изд-во, 1952. – С. 68–92.
3. Бакулев Г. Д. Промышленность Тульского Экономического района / Г. Д. Бакулев, Д. Г. Соломенцев. – Тула: Тул. кн. изд-во, 1960. – С. 103–132.
4. Мельшиян В. В. Тула. Экономико-географический очерк / В. В. Мельшиян. – Тула: Приокское кн. изд-во, 1968. – С. 239.
5. Калужская гидроэлектростанция на р. Оке. Инж. В. Гаврилов, ГЛАВГИДРОЭНЕРГОСТРОЙ ГИДРОЭНЕРГОПРОЕКТ Московско-Окское бюро, 1935.

#### УДК 72.03.

*Александр Васильевич Сильнов,*  
старший преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: alexsilnovarchitect@yahoo.com

*Alexander Vasilievich Silnov,*  
Senior Lecturer  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: alexsilnovarchitect@yahoo.com

### **АНТИЧНЫЙ ИРАН: КОМПЬЮТЕРНАЯ И ГРАФИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДВОРЦОВ ПЕРСЕПОЛИСА**

#### ANTIQUÉ IRAN: COMPUTER AND GRAPHIC RECONSTRUCTION OF PERSEPOLIS PALACES

Статья посвящена созданию графических и компьютерных реконструкций одного из знаменитых дворцовых комплексов династии Ахеменидов – Ападаны Персеполя. Дается анализ градостроительной ситуации, объемно-пространственных характеристик объекта. Дворцовый комплекс Ападаны выбран для создания реконструкций, так как он является классическим памятником архитектуры древней Персии, а также обладает рядом специфических архитектурных и градостроительных особенностей, не имеющих аналогов в других регионах. Проанализированы некоторые типологические особенности орденой архитектуры Ападаны в контексте с другими памятниками персидской архитектуры. Выполнен проект графической и компьютерной реконструкции дворцового комплекса, включая элементы экстерьера и интерьера. Для реконструкций использована как традиционная техника акварельной и тушевой отмывки, так и современная трехмерная компьютерная графика.

*Ключевые слова:* архитектура античного мира, архитектура династии Ахеменидов в Персии, дворцовый комплекс в Персеполе, типологические особенности ордерной архитектуры Персеполя, графическая и компьютерная реконструкции экстерьера и интерьеря Ападаны.

Article is devoted to creation of graphic and computer reconstruction of one of the well-known palace complexes of the Achemenid dynasty – Apadana of Persepolis. The analysis of a town-planning situation, volume-spatial characteristics of the object is given. The palace complex of Apadana has been chosen for reconstruction as, on the one hand – it is a classical monument of architecture of ancient Persia; and with another – possesses a number of the specific architectural and town-planning features which do not have analogues in other regions. Attempt is made to analyze some typological features of order architecture of Apadana in a context with other monuments of the Persian architecture. The author represents the project of graphic and computer reconstruction of a palace complex, including elements of an exterior and an interior. For reconstruction used both the traditional water-colour techniques, and the modern 3-d computer rendering.

*Keywords:* Architecture of a classical antiquity, architecture of the Achemenid dynasty in Persia, a palace complex in Persepolis, typological features of order architecture of Persepolis, graphic and computer reconstruction of exterior and an interior of Apadana.

Тема нашего доклада объединяет два различных направления, объединенных одним сюжетом – дворцовым комплексом в столице древнего Ирана – Персеполе. Первое из них – это классическая архитектура эпохи Ахеменидов. Дворцовый комплекс в Персеполе давно привлекает внимание исследователей, поскольку – с одной стороны, он является классическим памятником архитектуры древнего Ирана, а с другой – обладает рядом специфических архитектурных и градостроительных особенностей, не имеющих аналогов в других регионах. Второе направление – это архитектурная графика и компьютерное моделирование как основной инструмент в арсенале архитектора, позволяющее передавать информацию об объекте во всей его полноте и выразительности.

В период с VI по IV вв. до н. э. на Древнем Востоке возникла одна из величайших империй Древнего мира – Персидская империя Ахеменидов. За довольно короткий срок персы смогли создать свою собственную цивилизацию, известную прекрасными произведениями искусства. Персидская империя владела землями от реки Инд на востоке до Балканского полуострова на западе, от первого порога Нила на юге до Черного моря на севере. На этих огромных территориях существовало несколько столичных городов, таких как Пасаргады, Эктабана, Сузы и Вавилон. «Цари царей» жили то в одной столице, то в другой: зимой они предпочитали жить в Вавилоне, весной царский двор переезжал в более прохладную Эктабану. Однако существовал обычай: цари должны были хоть раз в год посетить родовой город персидских царей – Пасаргады, поэтому Дарий Великий решил построить рядом с этим городом роскошный дворец в живописной долине, ставший символом силы и богатства Персидской империи. Позже дворец был включен в территорию новой столицы Парсы, названную впоследствии греками Персеполисом, которая впоследствии стала царской сокровищницей.

Рассмотрим градостроительную ситуацию Персеполиса (в более распространенной транскрипции – «Персеполя»), показанную на рис. 1 [1, с. 364].

Говоря о градостроительных особенностях Персеполя, исследователи отмечают его связь с другими хорошо укрепленными городами Мидии и Северного Ирана. Можно отметить градостроительное подобие ранней столицы Персии – Пасаргады – построенной Киром Великим в 550 г. до н.э. по подобию Эктабан. Персеполь был основан Дарием I и, в отличие от других персидских центров, имеет другую планировку – здесь дворцовая территория превращена в хорошо укрепленную крепость. Архитектура эпохи Ахеменидов вошла в историю мирового зодчества именно своими дворцовыми сооружениями, среди которых первое место занимают парадные многоколонные залы и жилые зимние дворцы. Дворец и прочие здания были возведены на гигантской, имеющей почти прямоугольную форму каменной платформе 455×300 м (по длине примерно равной Акрополю в Афинах, а по ширине в 4 раза больше), на которую вела двойная лестница в два пролета семимет-

ровой ширины, состоявшая из 110 ступеней. Функцией платформы было размещение ожидающих гостей, количество которых могло достигать нескольких сотен.

В город можно было попасть через пропилеи Ксеркса (рис. 2). Они были построены под влиянием искусства древней Ассирии, память о которой была еще жива в эпоху Кира Великого и Дария. Перед пропилеями стояли статуи быков с человеческой головой, от ворот вела аллея процессий к дворцовому комплексу. Многие из дворцов были подняты на платформы, в которые можно было попасть, поднявшись по лестнице, которые были украшены фигурками людей, поднимающихся по ступенькам, несущих еду и воду, а также персидские мастера любили изображать львов, сражающихся с быками, знатных вельмож. Самые красивые лестницы находились на восточном и северном фасадах Ападаны. На рис. 3 [1, с. 556] показан фронтальный вид парадной лестницы, на которой изображены рельефы с изображениями делегаций со всей империи, несущие подарки царю царей.



- 1- главный вход на террасу
- 2- пропилеи Ксеркса
- 3- ападана Дария
- 4- зал 100 колонн
- 5 - трипилон Дария
- 6- дворец Дария
- 7-дворец Ксеркса
- 8- гарем
- 9 - помещения охраны

Рис. 1. Вид с воздуха на террасу Персеполя и его окрестности. Фото 1936 г.

Воспроизведено по изданию:

*Erich F. Schmidt, Persepolis I: Structures, Reliefs, Inscriptions. Chicago, 1953*

Рис. 2. Генеральный план Персеполя в IV в. до н. э. (реконструкция)

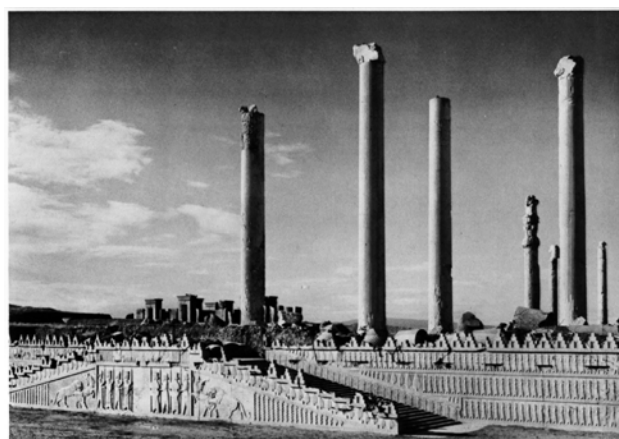


Рис.3. Ападана Персеполиса. Существующий вид. Фото 1936 г.

Воспроизведено по изданию:

*Erich F. Schmidt, Persepolis I: Structures, Reliefs, Inscriptions. Chicago, 1953.*

Колонные залы были одной из главных особенностей архитектуры Ахеменидов, они строились на всей территории империи. О происхождение этих колонных залов до сих пор ведутся споры. Они были открыты археологами в Северном Иране и датируются X–II вв. до н. э. В колонных залах находилось в центре гипостильное пространство –



с открытым проемом для солнечного света. Четыре угловые башни, которые вмещали внутренние лестницы, для того чтобы попасть на верхние этажи и открытая галерея с тремя рядами колонн (рис. 4 с графической реконструкцией внешнего вида Ападаны Персеполя).

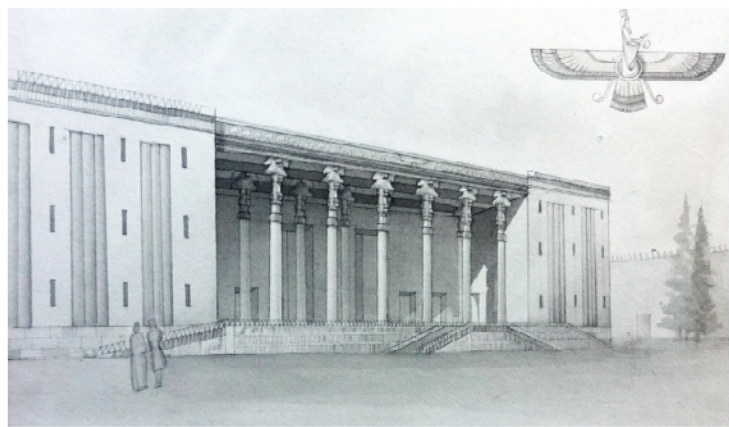


Рис. 4. Графическая реконструкция дворцового комплекса в Персеполе.  
Бумага, акварель. Работа ст. гр. 2-ГР-I. Скибы Ольги.  
Научный руководитель Сильнов А. В.)  
Фото из архива кафедры истории и теории архитектуры. 2014 г. (с)

Ападана выполняла роль приемных залов. Если посмотреть на генплан Персеполя, можно отметить, что Ападана является самым большим сооружением по площади. Она гораздо больше дворца Дария и Ксеркса, что говорит о ее значимости. Ападана могла вместить 10000 гостей только на первом этаже, не говоря об остальных этажах. Ападана представляла собой закрытое с трех сторон грандиозное строение, плоскую крышу которого поддерживали колоссальные колонны. Ападаны строились из камня (вернее колонны были каменные), стены возводились из сырцового кирпича, которые не сохранились до наших дней из-за хрупкости материала. Известно, что на первом этаже были окна, так как сохранились в некоторых местах оконные проемы. Окна имели двойные ставни, о чем свидетельствуют отверстия для креплений. Полы были покрыты отполированной красной известковой штукатуркой или выстланы либо кирпичом, либо камнем. Полы были устланы богатыми коврами. Следующим значительным сооружением был 100-колонный зал, который располагался за Ападаной, именно к нему вела Аллея процессий. Стоколонный зал использовался тоже для приема гостей, вероятнее всего, для военных. Свет проникал через проемы в верхней части стен. Рассмотрим далее особенности персидских колонн Ахеменидского периода.

База этих колонн имела колоколообразную форму (рис. 5). Такой вид не встречался в Пасаргаде, он типичен для Персеполиса и Суз. Капители у колонн в Персеполисе имели ряд деталей: в нижней части капители имелся навесной орнамент, состоящий из листьев, над ними располагались детали, изображающие элементы пальм, затем орнамент в виде валют, самый верхний элемент – это парная фигура, расположенная спиной к спине. Это могла быть фигура либо с человеческой головой и телом зверя, либо фигура быка, коня или грифона. Колонны были 20 метров в высоту, отполированы и частично раскрашены в сине-бело-красно-черной гамме.

В Персеполе были построены также ряд других дворцовых помещений (таких как сокровищница или гарем), которые не несли функцию приемных залов, и были заметно меньше по площади, нежели Ападана и 100-колонный зал. Город окружали мощные фортификационные сооружения, архитектура которых типична для восточных государств еще со времен древней ассирийской империи (рис. 6).



Рис. 5. Графическая реконструкция колонны Ападаны Персеполя. Бумага, акварель. Работа ст. гр. 2-ГР-I. Скибы Ольги.

Научный руководитель Сильнов А. В.  
Фото из архива кафедры истории и теории архитектуры. 2014 г. (с)



Рис. 6. Графическая реконструкция дворцового комплекса в Персеполе.

Бумага, акварель. Работа ст. гр. 2-А-I. Потапчук Надежды.  
Научный руководитель Сильнов А. В.  
Фото из архива кафедры истории и теории архитектуры. 2014 г. (с)

Дворец Дария использовался для официальных встреч и собраний, дворец Ксеркса был официальной резиденцией персидского «царя царей». Персеполис был городом несметных сокровищ – рядом со 100-колонным залом располагалась сокровищница. Как рассказывает греческий историк Плутарх, для того чтобы перевезти все богатства, захваченные Александром в городе, потребовалось 10 000 пар мулов и 5000 верблюдов. Найдены золотые и серебряные сервизы, драгоценные украшения, которые сейчас хранятся в Британском музее в Лондоне.

В целом можно заключить, что создатели Персеполя широко использовали принцип синтеза искусств. И градостроительная ситуация, и фортификация, и архитектурные дворцовые формы с их пластической проработкой, различные вариации ордера, скульптурные украшения, живопись – все работало на создание выразительного образа, свидетельствующего о величии Парсы – так сами персы тогда называли свою столицу.

Второй частью нашей работы над этой темой была тема графической и компьютерной реконструкции памятников дворцовой архитектуры Персеполя. Иллюстративный материал к этой статье выполнен автором совместно со студентами архитектурного факультета СПбГАСУ, которые выполняли их для своих собственных докладов в рамках студенческих конференций нашего университета.

Такой прием позволяет будущим архитекторам получить навык самостоятельной творческой работы, а автору данной публикации использовать эти результаты для своих собственных исследований. Так на рис. 6–8 представлены варианты реконструкций Ападаны Персеполя, выполненных как в технике академической отмывки китайской тушью и акварелью, так и в трехмерной компьютерной графике.

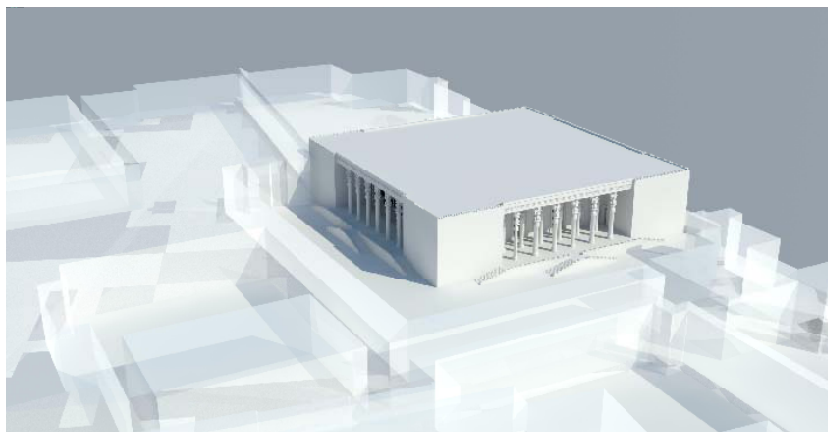


Рис. 7. Компьютерная реконструкция дворцового комплекса в Персеполе.  
Бумага, акварель. Работа ст. гр. 2-А-2. Потапчук Надежды.  
Научный руководитель Сильнов А. В.  
Фото из архива кафедры истории и теории архитектуры. 2015 г. (с)



Рис. 8. Компьютерная реконструкция дворцового комплекса в Персеполе.  
Бумага, акварель. Работа ст. гр. 2-А-2. Потапчук Надежды.  
Научный руководитель Сильнов А. В.  
Фото из архива кафедры истории и теории архитектуры. 2015 г. (с)

Рис. 9. Гипсовая копия капители колонны Персеполя  
в Пушкинском музее изобразительных искусств  
в г. Москве. Фото автора, 2014 г



## Литература

1. Schmidt Erich F. Persepolis. Structures. Reliefs. Inscriptions / Erich F. Schmidt. – Chicago: University of Chicago Press, 1953. – 297 p.



## **СЕКЦИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

УДК 514.18, 378.147

*Наталья Алексеевна Семенова,*  
старший преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: sna.spbgasu@gmail.com*

*Natalia Alekseevna Semenova,*  
*Senior Lecturer*  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: sna.spbgasu@gmail.com*

### **О ДИСЦИПЛИНАХ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ» И «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

#### **ABOUT THE DISCIPLINES “DESCRIPTIVE GEOMETRY” AND “ENGINEERING GRAPHICS” FOR THE SPECIALTY “ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND WATER MANAGEMENT”**

В данной работе проводится анализ содержания действующих образовательных программ и учебных планов для специальности бакалавриата 280100.62 «Природообустройство и водопользование». В частности, рассматривается процесс обучения относительно дисциплины «Инженерная графика», изучаемой студентами на первом курсе. Показана необходимость изучения данного предмета для освоения последующих дисциплин. Предложен ряд рекомендаций по корректировке курса «Инженерная графика» для специальности «Природообустройство и водопользование», которые позволят улучшить взаимосвязь дисциплины с предметами, относящимися к профессиональному циклу. Такой дифференцированный подход позволит повысить качество подготовки бакалавров по направлению 280100.62 «Природообустройство и водопользование».

*Ключевые слова:* инженерная графика, начертательная геометрия, природообустройство и водопользование, ФГОС, образовательная программа, методические рекомендации.

In this paper, an analysis of the content of existing educational programs and curricula for undergraduate specialty 280100.62 “Environmental Engineering and Water Management”. In particular, the process of learning is examined with respect to the discipline “Engineering Graphics”, taught during the first year of training. The necessity of studying the subject for the subsequent development of professional disciplines cycle is shown. A number of recommendations to correct the course “Engineering Graphics” for specialty “Environmental Engineering and Water Management” that will improve the interrelationship between the discipline and the subjects related to professional cycle are proposed. This differentiated approach will improve the quality of training of bachelors in the major 280100.62 “Environmental Engineering and water”.

*Keywords:* engineering graphics, descriptive geometry, environmental engineering and water, FSES, educational program, guidelines.

При освоении какого-либо образовательного курса очень важно познать не только всю глубину данного предмета, но и осознать его взаимосвязь с другими предметами. Только правильное сочетание полученных общекультурных и профессиональных компетенций, данных в определенной последовательности и взаимосвязи, позволит студенту стать высококвалифицированным специалистом. Чтобы поддерживать этот процесс на достаточно высоком уровне, необходим постоянный анализ и корректировка содержания действующих образовательных программ и учебных планов. Проведем такой анализ для специальности бакалавриата 280100 «Природообустройство и водопользование», которая для СПбГАСУ является достаточно новой, при этом рассматриваться процесс обучения будет относительно дисциплины «Инженерная графика», изучаемой студентами на первом курсе.

Для начала обратимся к документу, который является основой для всего образовательного процесса данной специальности – федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) [1]. Этот стандарт представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации ос-

новых образовательных программ бакалавриата высшими учебными заведениями на территории Российской Федерации, имеющими государственную аккредитацию.

Согласно данному документу, студент должен овладеть рядом общекультурных и профессиональных компетенций. Например, предмет «Инженерная графика» позволяет овладеть такими компетенциями, как:

- готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-5);
- способность использовать методы выбора структуры и параметров систем природообустройства и водопользования (ПК-7);
- способность участвовать в разработке организационно-технической документации, документов систем управления качеством (ПК-14)

Благодаря изучению данной дисциплины, у студентов формируются устойчивые знания, умения и навыки, определяющие их графическую подготовку, необходимую для профессиональной деятельности. Развивается пространственное и логическое мышление, способность к анализу и синтезу графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов.

Дисциплина «Инженерная графика» относится к профессиональному циклу дисциплин, изучается на первом курсе и во многом закладывает основу для изучения других предметов. Студент должен знать способы задания точки, прямой, плоскости на комплексном чертеже; способы преобразования чертежа; построение кривых линий, поверхностей, аксонометрических проекций и проекций с числовыми отметками; привязку сооружений к топографической поверхности, а также правила оформления чертежей; уметь пользоваться пространственно-графической информацией и владеть основными приемами построения и чтения чертежа [1].

В последующем, эти навыки необходимы для изучения курсов «Водохозяйственные системы и водопользование», «Организация и технология работ по природообустройству и водопользованию», «Компьютерная графика», «Водоснабжение» и др.

Студенты специальности «Природообустройство и водопользование» изучают по кафедре Начертательной геометрии и инженерной графики два предмета: в первом семестре начертательную геометрию, а во втором инженерную графику. Программа курсов НГ и ИГ для студентов этой специальности совпадает по содержанию с программой для большинства остальных технических специальностей СПбГАСУ. Все то, что изучают студенты в рамках общего курса, им необходимо для их дальнейшей профессиональной деятельности, но также им необходимо получить как можно больше знаний, связанных непосредственно с их специализацией, что в дальнейшем поможет им при освоении других предметов на старших курсах. Например, большой интерес для них может представлять выполнение чертежей коммуникационных сетей сооружений, водоотводящих сооружений и т. д.

С этой целью, в существующий курс можно добавить дополнительные задания. Проектирование и строительство жилых и промышленных зданий не может осуществляться без инженерной подготовки и благоустройства территории. На большинстве чертежей в таком случае изображается спланированная по проекту земная поверхность. Выполнение таких чертежей требует знания специального метода проекций с числовыми отметками. Таким образом, одним из дополнительных заданий может стать проектирование площадки топографической поверхности под сооружения с показом водоотвода. Студентам можно предложить задание «Проекция с числовыми отметками». В этом задании на заданном рельефе местности решаются основные задачи вертикальной планировки – подготовка и выравнивание участка для организации стока поверхностных вод, т. е. студенты выполняют проектирование площадки с откосами, выемками и насыпями, прилегающей дорогой, определяют границы земляных работ. Также это задание будет полезно студентам, так как на чертеже присутствуют профили площадки и дороги, построенные по заданным разрезам. Предполагается, что студент может приступить к выполнению расчетно-графической работы после того, как освоит способы решения основных позиционных

задач в проекциях с числовыми отметками. Эта работа интересна и с точки зрения графики: оформляется чертеж с отмывкой акварелью поверхностей рельефа, откосов, дорог.

В качестве другого специального задания студентам может быть предложен чертеж с фрагментом плана благоустройства территории, которая может быть расположена в разных уровнях. Здесь студенты познакомятся с графическими изображениями плана застройки, проездов, водоотводных сооружений и т. д. По желанию студенты могут выполнять это задание на компьютере.

Удобно ввести эти новые задания в курс во втором семестре, или в конце первого семестра, заменив ряд задач по начертательной геометрии. Чтобы успеть изучить данные темы в течение второго семестра, можно сократить время, выделяемое на такие темы, как «Детализирование» (вместо трех деталей выполнять чертежи двух деталей без корпусной детали и без технического рисунка) или «Резьбовые соединения». Также при обучении можно предложить студентам задание по построению резьбового трубного соединения.

Согласно рабочей программе, студентам специальности «Природообустройство и водопользование» предлагается в качестве одного из заданий выполнить чертеж промышленного здания. Можно рекомендовать вместо этого чертежа выполнить чертеж жилого здания, что является для них более актуальной задачей. Также тема «Жилой дом» могла бы иметь некоторые дополнения, в отличие от задания для других специальностей: лист задания по сантехническому оборудованию и схеме водоснабжения на листе формата А3. Такое изменение является достаточно легко реализуемым, так как все необходимые данные можно найти в любой учебной литературе по строительному черчению.

Таким образом, учитывая ФГОС по данной специальности, говоря о корректировке курсов начертательной геометрии и инженерной графики, рекомендуется дополнительно ввести задания по числовым отметкам, благоустройству участка и трубному резьбовому соединению, а также заменить задание по выполнению чертежа промышленного здания на выполнение чертежа жилого здания с дополнением по сантехническому оборудованию.

### Литература

1. Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 280100 Природообустройство и водопользование (квалификация (степень) «бакалавр») [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки РФ от 21.12.2009 г. № 776 (ред. от 18.05.2011 № 1657, 31.05.2011 № 1975). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

#### УДК 514.18:378.147

*Валентина Сергеевна Соколова*, ст. преподаватель,  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Евгений Алексеевич Солодухин*, канд. экон. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: valentine-sokol-spb@yandex.ru,*  
*soloevgenii@yandex.ru*

*Valentina Sergeyevna Sokolova*, Senior Lecturer,  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*Eugene Alekseyevich Solodukhin*, PhD of Economics,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: valentine-sokol-spb@yandex.ru,*  
*soloevgenii@yandex.ru*

## О РАЗРАБОТКЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ON THE DEVELOPMENT OF THE THEMATIC PLAN OF DISCIPLINE

В статье кратко рассмотрен состав учебно-методического комплекса и место, занимаемое тематическим планом в этом комплексе. Определены предпосылки к распределению различных направлений подготовки специалистов по группам для разработки групповых тематических планов, а не индивидуальных. Представлена общая последовательность разработки группового тематического плана. В качестве примера

применения предлагаемой методики представлена последовательность разработки тематического плана группы архитектурного направления обучения.

*Ключевые слова:* учебно-методический комплекс, тематический план, компетенции, направление обучения, учебный модуль.

The article briefly discusses the educational and methodical complex and the place of the thematic plan in this complex, defines the background for the division of the various courses of training into groups for development of the group thematic plans, not the individual group. The general sequence of the development of the group thematic plan is given. As an example of the application of the proposed methodology, the author presents the sequence of elaboration of the thematic plan for the architectural disciplines.

*Keywords:* educational and methodical complex, thematic plan, competencies, training module, field of study.

Учебно-методический комплекс (УМК) любой учебной дисциплины независимо от специальности или направления подготовки обязательно должен включать рабочую программу, методическое обеспечение лекционного курса и практических занятий, методические указания по самостоятельной работе студентов и выполнению домашних заданий, сами домашние задания, а также средства контроля знаний студентов, как промежуточных, так и итоговых. Но все перечисленные составляющие УМК основываются на тематическом плане учебной дисциплины – перечне модулей, разделов и подразделов, составляющих курс учебной дисциплины. Это фундамент. И от того, насколько точно и выверенно составлен тематический план, зависит эффективность обучения по соответствующей учебной дисциплине. Особую значимость это приобрело с введением компетентного подхода к обучению, когда в государственном стандарте на обучение по той или иной специальности или направлению обучения формулируются конкретные требования к тому, что должен знать, чем владеть и что уметь выпускник высшего учебного заведения.

Большинство высших учебных заведений являются многопрофильными, готовящими специалистов по разным направлениям производственной, проектной, научной и другим видам деятельности. На каждой кафедре обязательно присутствует учебная дисциплина, которая должна изучаться студентами различных специальностей, но разделы и объемы этой дисциплины для них отличаются. И вот здесь очень важно точно определить какой специальности давать те или иные разделы курса и в каком объеме. Выполнение этой ответственной работы рассмотрим на примере кафедры «Начертательной геометрии и инженерной графики» Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

На кафедре изучается одна комплексная дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», направленная на овладение методами изображения пространственных объектов на плоскости, правил разработки и оформления чертежно-конструкторской и проектной документации (графической части), основами компьютерного моделирования.

В университете готовят специалистов, связанных с проектированием, строительством и реконструкцией различного рода зданий и сооружений, дорог, мостов, эксплуатацией инженерных сетей, эксплуатацией дорожно-транспортных машин и комплексов, земельным кадастром и другими направлениями, т. е. имеющими инженерную направленность. Поэтому каждая из специальностей или направлений обучения в той или иной степени обязательно должны получить знания по указанной дисциплине.

Исходными условиями для разработки тематических планов, как уже отмечалось, являются требования, предъявляемые к будущему специалисту, и сформулированные в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) по соответствующему направлению обучения (специальности) [1, 2]. Проведя анализ таких требований по ФГОС всех направлений обучения (специальностей), проходящих по кафедре, нами было выявлено сходство требований для отдельных направлений (специальностей), что дает возможность распределения их по группам. Таким образом, составление тематических

планов изучения дисциплины для каждого направления обучения и специальности в отдельности нецелесообразно.

В ходе проведенного анализа были выделены четыре группы направлений обучения:

1. Архитектурная.
2. Инженерно-строительная.
3. Инженерно-техническая.
4. Инженерно-экономическая.

На втором этапе работы был составлен общий тематический план рассматриваемой дисциплины, в который вошли все разделы курса «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» независимо от направлений обучения (специальностей). Весь общий тематический план был разделен на части и модули.

Часть 1. Начертательная геометрия.

1. Общие положения.
2. Изображение геометрических объектов на чертеже.
3. Позиционные задачи.
4. Способы преобразования проекций.
5. Метрические задачи.

Часть 2. Инженерная графика.

1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
2. Система проектной документации для строительства (СПДС).

Часть 3. Компьютерная графика.

1. Системы автоматизированного проектирования (САПР).
2. Работа в графическом редакторе 2D.
3. Создание твердотельной 3D-модели объекта.

На третьем этапе, используя общий тематический план, для каждой из выделенных групп направлений обучения (специальностей) был разработан свой тематический план.

В качестве примера приведем разработку тематического плана для группы «архитектурная».

В данную группу включены следующие направления обучения:

1. 270100-62 – «Архитектура».
2. 270200-62 – «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия».
3. 270300-62 – «Дизайн архитектурной среды».
4. 270900-62 – «Градостроительство».

На основании анализа общих образовательных программ (ООП), приведенных в ФГОС ВПО указанных направлений обучения выделено, что должен знать, что должен уметь и чем должен владеть после изучения курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика» выпускник ВУЗа. Ниже приведены перечисленные требования.

Знать:

- 1) приемы построения архитектурных объектов в ортогональных проекциях и аксонометрии, основные способы построения перспективы и теней [1–4];
- 2) методы наглядного изображения и моделирования трехмерной формы и пространства [1–4];
- 3) систему проектной и рабочей документации для строительства, основные требования к ней [1–4];
- 4) состав, правила выполнения и оформления архитектурно-строительной и архитектурно-реставрационной документации [1–4];
- 5) роль и место компьютерных технологий в профессиональной деятельности архитектора [1–4];
- 6) актуальные средства развития и выражения архитектурного замысла (графические, макетные, компьютерные, вербальные, видео) [1–4];

7) особенности восприятия проектной информации в различных ее формах архитектором, другими специалистами и непрофессионалами [1–4].

Уметь:

- 1) применять методы начертательной геометрии в архитектурном проектировании [1–4].
- 2) выполнять архитектурно-проектную документацию на всех стадиях проектирования, включая рабочие чертежи [1–4].

Владеть:

- 1) методами начертательной геометрии [1–4];
- 2) методами наглядного изображения трехмерной формы в пространстве [1–4];
- 3) методами и технологиями компьютерного проектирования [1–4].

Если очень кратко сформулировать выделенные требования, предъявляемые к выпускнику, то это умение применять методы начертательной геометрии в архитектурном проектировании и выполнять архитектурно-проектную документацию. То есть уметь построить наглядное изображение объекта в аксонометрической и перспективной проекции с нанесением теней, а также фасады и планы этого объекта.

На основании сформулированных требований, предъявляемых к выпускнику, и учебных часов, выделенных деканатом для освоения данной дисциплины (**15 часов лекций и 15 часов практических занятий**), составлен следующий тематический план для направлений обучения группы «архитектурная».

Начертательная геометрия.

1. Общие положения.
  - 1.1. Предмет начертательная геометрия.
  - 1.2. Проективное пространство.
  - 1.3. Базовые геометрические образы.
  - 1.4. Метод проецирования и его варианты.
  - 1.5. Обратимость изображения.
  - 1.6. Ортогональная система плоскостей проекций.
2. Изображение геометрических объектов на чертеже.
  - 2.1. Прямоугольное проецирование точки, прямой линии, плоскости и поверхности.
  - 2.2. Косоугольное проецирование точки, прямой линии, плоскости и поверхности.
  - 2.3. Тени в ортогональных проекциях.
  - 2.4. Перспективные проекции.
  - 2.5. Тени в перспективе
3. Позиционные задачи.
  - 3.1. Точка на поверхности (плоскости).
  - 3.2. Пересечение поверхности плоскостью.
  - 3.3. Пересечение прямой линии с поверхностью (плоскостью).

Инженерная графика.

4. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) [5].
5. Система проектной документации для строительства (СПДС) [6].

Третья часть дисциплины – «Компьютерная графика» – в силу того, что на нее не выделено учебных часов, не вошла в тематический план.

На основании разработанного тематического плана составляется календарный план и все остальные составляющие УМК.

### Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 270100 Архитектура (квалификация (степень) «бакалавр»). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 мая 2010г. №546.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 270200 Реконструкция и реставрация архитектурного наследия (квалифи-

кация (степень) «бакалавр»). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 января 2011г. №53.

3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 270300 Дизайн архитектурной среды (квалификация (степень) «бакалавр»). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 февраля 2011г. №130.

4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 270900 Градостроительство (квалификация (степень) «бакалавр»). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 января 2011г. №42.

5. ГОСТ 2.001-93. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

6. ГОСТ 21.001-93. Система проектной документации для строительства. Общие положения.

**УДК 514.18, 378.147**

*Елена Ивановна Шибанова,*  
старший преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: ingraf@spbgasu.ru*

*Elena Ivanovna Shibanova*  
Senior Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: ingraf@spbgasu.ru*

## **МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ЧТЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ**

### **METHODS OF TEACHING READING DRAWINGS**

В данной работе предлагается алгоритм обучения чтению строительных и сборочных чертежей и деталей. Рекомендуются схема последовательного изучения разделов курса «инженерная графика». Представлена последовательность изучения дидактических единиц. Дается характеристика строительных изделий. Предлагаются рекомендации по определению конструктивных особенностей деталей.

*Ключевые слова:* инженерная графика, сборочный чертеж, строительный чертеж, методические рекомендации, техническое черчение, производственный чертеж.

In this paper, we propose an algorithm of learning to read construction and Assembly drawings and details. It is recommended that a successive sequence of topics of the course "engineering graphics". Presents a sequence of learning didactic units. Given the characteristics of building products. Offers recommendations for the definition of a part's design.

*Keywords:* engineering drawing, assembly drawing, construction drawing, methodical recommendations technical drawing, production drawing.

Чтобы быть хорошим специалистом, необходимо уметь читать чертежи и знать правила их выполнения. В чертеже заключена вся техническая информация, которая используется на производстве. Для того чтобы создать машину или построить здание, необходимо разработать чертеж, определить недостатки и достоинства, внести необходимые изменения в конструкции и после этого изготовить образец изделия. Студенты, читая чертеж, должны уметь излагать свои творческие и технические мысли.

Техническое черчение – это система правил выполнения чертежных документов и сами чертежи, в которых представлена информация в графическом виде о том или ином изделии или сооружении. Основой технического черчения является «проеекционное черчение», где осваивается техника черчения, приобретаются навыки выполнения изображения геометрических тел по правилам которые установлены стандартами.

Алгоритм обучения чтению чертежей состоит в последовательности обучения курсу инженерной графики. На начальном этапе осваиваются «Методы проецирования и способы построения изображений». Далее предлагается изучения раздела «чтение и выполнение чертежей деталей», в котором изучаются: анализ геометрической формы предмета и его формообразования, способы чтения, определение количества изображений на чертеже (необходимого и достаточного), выбор главного вида, правила нанесения размеров.

Формирование умений читать чертеж происходит при изучении тем:

- анализ геометрической формы предмета;
- проецирование геометрических тел;
- моделирование геометрических тел;
- сечения и разрезы;
- соединение деталей;
- сборочные чертежи;
- ознакомление со строительными чертежами.

Чтение сборочных чертежей подразумевает под собой, в первую очередь, предварительное изучение информации о том, как устроено изделие и как оно работает.

Для этого необходимо:

- определить наименование изделия и масштаб изображения по основной надписи;
- понять принцип работы и то, для чего предназначено данное изделие;
- определить по спецификации из каких частей состоит изделие;
- по изображениям выяснить какие виды, размер, сечения на чертеже и каково назначение каждого из них;
- прочесть технические требования на чертеже;
- последовательно для каждой детали, входящей в сборочную единицу, выяснить геометрические формы и размеры, т.е. определить конструкцию детали;
- мысленно представить внешние, внутренние формы изделия в целом;
- определить в какой последовательности будет производиться сборка и разборка изделия;
- определить способ, при помощи которого отдельные детали крепятся друг к другу [1].

Процесс чтения чертежа связан с умением устно характеризовать предмет и умением выполнять чертеж. Студенты должны ознакомиться с некоторыми понятиями производственного характера: названием, назначением, условием работы конкретной детали в механизме, связью данной детали с другими деталями и механизмами, а также с материалами, из которых они изготовлены. Эти познания положительно сказываются на развитии у студентов способностей и склонностей к изучению техники и побуждают их к техническому творчеству и изобретательству.

Таким образом, чтобы научиться читать производственный чертеж, надо не только уметь представлять по чертежу пространственный образ детали, узнавать условности, необходимые для ее изготовления, но уметь давать вполне определенную, точную словесную характеристику предмета, представленного на чертеже.

Чтобы уяснить конструктивные особенности детали, надо научить студентов мысленно расчленить ее на отдельные элементы, сравнивая их с геометрическими телами или предметами. После такого анализа формы предмета можно прийти к выводу, что любая техническая деталь, любой предмет вообще состоит из совокупности простейших поверхностей, по-разному сочетающихся между собой. Профессор Г. А. Владимирский указал на основные признаки, помогающие определить по чертежу в системе прямоугольных проекций изображаемые на нем простейшие геометрические формы: «Наличие на чертеже в системе трех проекций только прямолинейных отрезков указывает, что изображенное тело имеет плоскогранную форму, причем прямолинейные отрезки являются или проекциями линий пересечения граней или проекциями самих граней, если последние лежат в проецирующих плоскостях. Признаками призмы, в частности параллелепипеда, служит наличие на чертежах проекционно связанных между собой параллелограммов (или прямоугольников); признаками пирамиды являются треугольники с одной общей для них вершиной» [2].

Необходимо отметить, что проекции некоторых геометрических тел (цилиндра, конуса, кольца) попарно одинаковы, а у шара одинаковы все три проекции. Эти признаки во



многих случаях дают возможность быстро уяснить форму соответствующего элемента детали путем сравнения двух каких-нибудь его проекций.

Прежде чем приступить к чтению сборочных чертежей с элементами разъемных соединений, необходимо дать студентам основные понятия о них, в самых общих чертах рассмотреть некоторые виды разъемных соединений и правила изображения на сборочном чертеже, обращая внимание на некоторое отличие действительных размеров элементов соединений от размеров на чертеже.

Наша задача сделать все возможное, чтобы процесс приобретения навыка в чтении и выполнении чертежей был наиболее эффективным. Для этого прежде всего необходимо обеспечить студентов интересными и доступными для понимания заданиями, выполнение которых не требует большой затраты времени. Это необходимо сделать для того чтобы на занятии увидеть источник затруднений и дать дополнительные разъяснения.

Согласно рабочей программе, студентам всех специальностей предлагается выполнить чертеж жилого или промышленного здания.

В школьную программу не включено обучение строительному черчению, поэтому в первую очередь необходимо остановиться на содержании, видах и характеристики строительных чертежей, ознакомить с правилами их выполнения и чтения, а также с нормативными документами (СПДС и СНиП).

Правила оформления и выполнения машиностроительных и строительных чертежей во многом одинаковы, но имеется ряд особенностей.

Общим является прямоугольное проецирование изображений на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций, применение разрезов. Разница в названии этих изображений. В машиностроительном черчении на фронтальной плоскости изображается главный вид изделия. В строительном черчении – фасад, являющийся наружной стороной здания и дающий представление о внешнем виде всего здания и дающий представление о внешнем виде изделия, его архитектуре и размерах.

Фасады имеют свои названия: главный (выходящий на улицу), дворовый и боковой (торцовый) и обозначаются крайними координационными осями на плане. Например, «Фасад 1-4» или «Фасад А-Д».

На горизонтальную плоскость (вид сверху в машиностроительном черчении) проецируется план здания, являющийся его горизонтальным разрезом.

По плану здания можно определить его размеры, расположение и количество помещений, лестничных клеток, расположение окон и дверей, вентиляционных каналов, толщину стен и перегородок и т. д.

На профильной плоскости проекций изображается разрез здания. Отличительными особенностями строительных чертежей от машиностроительных также являются:

- строительные чертежи выполняются в более мелких масштабах (1:100; 1:200; 1:400);
- линии основного контура проводят всегда тоньше и соответственно все остальные линии выполняют с учетом этого требования;
- стрелки размерных линий заменяются наклонными штрихами.

В некоторых случаях виды здания располагаются без учета проекционной связи и могут иметь разные масштабы.

Читая чертеж промышленного или жилого здания, необходимо определить, какие даны изображения, определить взаимное расположение и конструкцию частей здания – расположение оконных и дверных проемов санитарно-технического и другого оборудования в помещениях, прочесть надписи, соответствующие изображения на чертеже [3].

При чтении чертежа формируется образ строительного объекта.

Чем совершеннее в методическом отношении будет поставлено преподавание предмета «Инженерная графика» в ВУЗе, тем успешнее студенты справятся с задачами освоения дисциплины.

## Литература

1. *Сорокин Н. П.* Инженерная графика: учебник / Н. П. Сорокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанова; под ред. Н. П. Сорокина. – СПб.: Изд-во «Лань», 2005. – 392 с.
2. *Владимирский Г. А.* Наглядные изображения в параллельных проекциях / Г. А. Владимирский. – М.: Изд-во Учпедгиз, 1961. – 132 с.
3. *Короев Ю. И.* Строительное черчение и рисование / Ю. И. Короев. – М.: Изд-во Высшая школа, 1983. – 287 с.

### УДК 514.18:378.147

*Светлана Семеновна Шувалова*, канд. пед. наук,  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Ольга Николаевна Леонова*, канд. техн. наук  
доцент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: ingraf@spbgasu.ru*

*Shuvalova Svetlana Semenovna*, PhD of Ped. Sci.,  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*Olga Nikolaevna Leonova*, PhD of Tech. Sci.  
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)

*E-mail: ingraf@spbgasu.ru*

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» В УСЛОВИЯХ ФГОС ВПО

### THE ISSUE OF DEVELOPING A COMPETENCE-BASED MODEL OF THE DISCIPLINE OF DESCRIPTIVE GEOMETRY AND ENGINEERING GRAPHICS IN THE FSES HVE

В статье рассматривается пример разработки компетентностно-ориентированной программы графической подготовки в техническом вузе. Приводится последовательность составления обобщенной компетентностной модели дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика». Требования ФГОС ВПО к минимальному содержанию учебного материала по дисциплине отражены в базовом содержании всего курса. Сформулированы цели и задачи дисциплины, а каждой позиции требований к уровню усвоения дисциплины дано смысловое содержание и определены элементы (индикаторы) компетенций. Предлагается путь реализации компетентностной модели дисциплины через разработку тематических планов для различных направлений подготовки.

*Ключевые слова:* компетентностная модель учебной дисциплины, графо-геометрическая подготовка, комплекс графических компетенций.

The article discusses the example of the development of competence-oriented program of graphic training in a technical college. Shows the sequence of the generalized competence-based model of discipline "Descriptive geometry and engineering graphics". The requirements of the FSES HVE to the minimum content of the training material on discipline reflected in the basic content of the course. The aims and objectives of discipline, and each position's requirements to the level of learning of the discipline given semantic content and define the elements (indicators) competence. Offers the way of realization of the competence-based model of discipline through the development of thematic plans for different areas of training.

*Keywords:* competence-based model of discipline, the graph of the geometric preparation, complex graphical competencies.

На кафедральном уровне задача состоит в разработке компетентностной модели конкретной учебной дисциплины, которая является основой образовательной программы по этой дисциплине, а далее определить пути реализации этой модели – программы через разработанные учебные тематические планы.

В общем случае сформировалось понятие компетенций, которыми пользуются сегодня образовательные системы, это: знания, методология применения этих знаний, владение методологией, практические навыки применения знаний.

Подготовленность студентов к графической деятельности, уровень их образования соответственно определяются комплексом графических компетенций, включающих знания, умения, навыки и способности, позволяющие вести успешную профессиональную деятельность в будущем.

К дисциплинам, формирующим навыки графической инженерной деятельности, относятся начертательная геометрия, инженерная и инженерная графика (НГ и ИГ).

Задача изучения графических дисциплин может быть определена как развитие конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и их отношений, изучение способов конструирования различных геометрических пространственных объектов (в основном – поверхностей), способов получения их чертежей на уровне графических моделей и умению решать на этих чертежах метрические и позиционные задачи [1].

ФГОС ВПО проектирует следующие результаты освоения учебного цикла:

- основные законы геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимые для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций,
- составление конструкторской документации и чертежей деталей [2].

С учетом этого работа по заявленной теме разделена на несколько этапов.

1. Для разработки компетентностно-ориентированных рабочих программ учебной дисциплины необходимо определить требования ФГОС ВПО к минимальному содержанию учебного материала по дисциплине. Эти требования должны отражаться в базовом содержании всего курса. Разработка представлена нами в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1

**Требования ФГОС ВПО к минимальному содержанию дисциплины  
«Начертательная геометрия и инженерная графика» [2]**

Название компетенции	Начертательная геометрия
Краткое описание	Компетенция в области построения проекций геометрических элементов, решения позиционных и метрических задач
Элементы компетенций (индикаторы)	
<i>Знания</i>	Методы построения проекций геометрических объектов Система ортогональных плоскостей проекций (эпюр Монжа) Проекции точек, прямых, поверхностей
<i>Умения, навыки</i>	Построение проекций геометрических объектов Решение позиционных задач Решение метрических задач
Наименование компетенции	Инженерная графика
Краткое описание	Компетенция в области выполнения и чтения графических конструкторских документов
Элементы компетенций (индикаторы)	
<i>Знания</i>	Правила ЕСКД и СПДС
<i>Умения, навыки</i>	Выполнение и чтение технических и строительных чертежей

Для того чтобы определить возможности дисциплины соответствовать указанным требованиям, составлен сводный курс НГ и ИГ, содержание которого включает материал для студентов всех специальностей, изучающих эту дисциплину. Весь объем учебного материала, охватывающий все области приложения НГ и ИГ, разбит на разделы и темы и имеет сквозную нумерацию.

2. Следующий этап работы состоит в создании обобщенной компетентностной модели дисциплины, где сформулированы цели и задачи дисциплины, а каждой позиции требований к уровню усвоения дисциплины дано смысловое содержание, также содержательно обозначены элементы компетенций (индикаторы) [2].

**Обобщенная компетентностная модель дисциплины (КМД)  
«Начертательная геометрия и инженерная графика»**

<i>Начертательная геометрия</i>	
Цели и задачи	Краткое описание компетенций
<u>Целями</u> преподавания данной дисциплины является ознакомление с принципами построения проекций геометрических объектов, изучение методов решения позиционных и метрических задач	Компетенция в области построения проекций геометрических объектов, методов решения позиционных и метрических задач
<u>Задачи</u> дисциплины состоят в определении места изучаемых методов в приложении к инженерной графике	
Требования к уровню освоения дисциплины	Элементы (индикаторы) компетенций
<u>Знать</u> принципы построения ортогональных проекций (метод Монжа) различных геометрических элементов и решения позиционных и метрических задач	<u>Знания:</u> - принцип построения ортогональных проекций геометрических элементов; - методы определения взаимного положения геометрических элементов на ортогональном чертеже; - методы оценки метрических характеристик геометрических элементов
<u>Уметь</u> использовать методы решения позиционных и метрических задач на ортогональном чертеже	<u>Умения:</u> - решать позиционные задачи на принадлежность и пересечение геометрических элементов; - решать метрические задачи на определение размеров геометрических элементов, расстояний между ними и углов.
<u>Иметь опыт</u> построения ортогональных проекций геометрических элементов, определения их взаимного положения и метрических свойств.	<u>Навыки:</u> - построение ортогональных проекций геометрических элементов; - определение взаимного положения геометрических элементов; - определение метрических свойств геометрических элементов.
<i>Инженерная графика</i>	
<u>Целями</u> преподавания данной дисциплины является изучение правил построения и чтения чертежей	
<u>Задачи</u> дисциплины состоят в применении положений ЕСКД и СПДС при выполнении чертежей	
Требования к уровню освоения дисциплины	Элементы (индикаторы) компетенций
<u>Знать</u> положения стандартов ЕСКД и СПДС	<u>Знания:</u> - правила оформления чертежей; - правила составления конструкторской документации
<u>Уметь</u> применить положения стандартов ЕСКД и СПДС при разработке конструкторской документации	<u>Умения:</u> - применение положений стандартов ЕСКД и СПДС при разработке конструкторской документации
<u>Иметь навык</u> использования положений стандартов ЕСКД и СПДС при выполнении чертежей	<u>Навыки:</u> - выполнения технических чертежей; - выполнения чертежей строительных конструкций; - выполнения архитектурно-строительных чертежей

<i>Начертательная геометрия</i>	
Цели и задачи	Краткое описание компетенций
<u>Целями</u> преподавания данной дисциплины является ознакомление с принципами построения проекций геометрических объектов, изучение методов решения позиционных и метрических задач	Компетенция в области построения проекций геометрических объектов, методов решения позиционных и метрических задач
<u>Задачи</u> дисциплины состоят в определении места изучаемых методов в приложении к инженерной графике	
Требования к уровню освоения дисциплины	Элементы (индикаторы) компетенций
<u>Знать</u> принципы построения ортогональных проекций (метод Монжа) различных геометрических элементов и решения позиционных и метрических задач	<u>Знания:</u> - принцип построения ортогональных проекций геометрических элементов ; - методы определения взаимного положения геометрических элементов на ортогональном чертеже; - методы оценки метрических характеристик геометрических элементов.
<u>Уметь</u> использовать методы решения позиционных и метрических задач на ортогональном чертеже	<u>Умения:</u> - решать позиционные задачи на принадлежность и пересечение геометрических элементов; - решать метрические задачи на определение размеров геометрических элементов, расстояний между ними и углов.
<u>Иметь опыт</u> построения ортогональных проекций геометрических элементов, определения их взаимного положения и метрических свойств	<u>Навыки:</u> - построение ортогональных проекций геометрических элементов; - определение взаимного положения геометрических элементов; - определение метрических свойств геометрических элементов.
<i>Инженерная графика</i>	
<u>Целями</u> преподавания данной дисциплины является изучение правил построения и чтения чертежей	
<u>Задачи</u> дисциплины состоят в применении положений ЕСКД и СПДС при выполнении чертежей	
Требования к уровню освоения дисциплины	Элементы (индикаторы) компетенций
<u>Знать</u> положения стандартов ЕСКД и СПДС	<u>Знания:</u> - правила оформления чертежей; - правила составления конструкторской документации
<u>Уметь</u> применить положения стандартов ЕСКД и СПДС при разработке конструкторской документации	<u>Умения :</u> - применение положений стандартов ЕСКД и СПДС при разработке конструкторской документации
<u>Иметь навык</u> использования положений стандартов ЕСКД и СПДС при выполнении чертежей	<u>Навыки:</u> - выполнения технических чертежей; - выполнения чертежей строительных конструкций; - выполнения архитектурно-строительных чертежей

3. На основе анализа общей образовательной программы (ООП) для различных направлений обучения (специальностей) выделены разделы, относящиеся к учебной дисциплине НГ и ИГ по каждой специальности, а затем на базе обобщенной компе-

тентностной модели дисциплины предложена модель данной дисциплины для конкретной специальности.

4. Методы реализации частной модели дисциплины предложены через разработанные тематические планы для различных направлений подготовки.

Специальности, по которым студенты получают графическое образование в СПбГАСУ, можно сгруппировать по трем следующим направлениям: инженерно-строительное, инженерно-техническое, архитектурное.

Содержание учебного материала также можно соотнести с направлением подготовки, т.к. требования к уровню освоения дисциплины по этим направлениям во многом совпадают. Для этих блоков специальностей определены свои компетентностные модели дисциплины, на основе которых составлен перечень разделов и тем, выбранных из сводной таблицы курса, в соответствии со специальными требованиями профессиональной подготовки.

Таким образом, на наш взгляд, определяется необходимый и достаточный объем, а также и содержание учебного материала по данной дисциплине для конкретной специальности.

### Литература

1. *Вышнепольский В. И.* Цели и методы обучения графическим дисциплинам / В. И. Вышнепольский, Н. А. Сальков // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 8–9.

2. Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 270800 «строительство»: приказ Минобрнауки РФ от 18.01.2010 № 54 (ред. от 31.05.2011) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d\\_09/m750.html](http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/m750.html) (дата обращения: 24.04.2014).

## СЕКЦИЯ РИСУНКА

### УДК 72.021.22:741

*Елена Геннадьевна Молоткова*, канд. арх.,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: elena-molotkova@yandex.ru*

*Elena Gennadievna Molotkova*, PhD of Architecture,  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
*E-mail: elena-molotkova@yandex.ru*

### ТРЕБОВАНИЯ К ДИЗАЙНУ ЛОГОТИПА

### REQUIREMENTS TO DESIGN OF THE LOGO

В статье изложены основные требования, предъявляемые к дизайну логотипа, дается определение логотипа как части фирменного стиля. Выявлены основные функции логотипа. Рассматривается процесс его создания, особенности восприятия. Внимание уделяется аспектам графического решения логотипа, выбору художественных средств. Определяется набор качеств, которыми должен обладать логотип для успешного продвижения фирмы на рынке товаров и услуг. Рассматривается вопрос о том, какую информацию должен предварительно собрать дизайнер о компании-заказчике. Логотип рассматривается как часть фирменного стиля или системы визуальной идентификации.

*Ключевые слова:* рисунок, логотип, графический дизайн, фирменный стиль, имидж компании.

The basic requirements for the design of the logo are sets out in the article, the logo is defined as part of the corporate identity. The author identifies the main features of the logo and reviews the process of its creation, characteristics of visual perception. Attention is paid to aspects of graphics of the logo, to the choice of artistic media. The author defines the set of qualities that must have the logo for the successful promotion of the company on the market of goods and services. The question of what information must first collect a designer about the company-customer is also reviews.

*Keywords:* drawing, logo, graphic design, corporate identity, company image.

Любая компания обладает собственным фирменным стилем, то есть системой визуальной идентификации. Правила использования фирменного стиля подробно описываются в брендбуках. Носителями фирменного стиля являются визитки, буклеты, конверты, бланки, пропуска, баннеры, рекламные плакаты, календари, сувениры, униформа, упаковка, вывески и т. д. [1]. Фирменный стиль должен способствовать формированию положительного имиджа компании в представлении потребителя и ее сотрудников. Логотип является одним из элементов фирменного стиля (наряду, например, с фирменными цветами, шрифтом и т. п.). Можно дать такое определение: логотип – уникальный графический элемент, или уникальное написание названия компании, или их сочетание [2].

Логотип должен донести до потребителя определенную информацию. Это может быть информация о названии фирмы, сфере ее деятельности, о названии товара, о предоставляемых услугах. Он также должен способствовать запоминаемости и узнаваемости товара потребителем, стимулировать желание приобрести определенный товар или услугу. Желание приобрести товар возникает в том случае, если логотип ассоциируется с высоким качеством продукции, с надежностью фирмы. Значительную роль в этом играют, конечно же, и средства, затраченные на рекламу [3].

Идея создания знаков, схожих по смыслу с современным логотипом, возникла еще до нашей эры. В Древнем Египте и Месопотамии на кирпичках ставили маркировку с указанием места строительства, а в Древнем Риме на кирпичках ставилось клеймо, указывающее место производства и конечный пункт назначения. В средние века в Европе также цеховые мастера ставили на продукцию свои клейма.

Одним из важнейших параметров логотипа является его уникальность, при отсутствии этого качества он просто не может быть зарегистрирован.

С одной стороны, логотип должен выделить фирму на рынке среди конкурентов, с другой – как правило, указывать на ее принадлежность к определенной сфере деятельности. Поэтому дизайнеру необходимо выяснить, какую продукцию или услуги предоставляет фирма, какова ее целевая аудитория, предполагаемый размер рынка, каков уровень конкуренции. Следующим шагом может быть изучение логотипов фирм, работающих в этой же сфере, анализ их общих черт и различий. Дизайнер также должен знать назначение и свойства продукции, место ее происхождения. Эти сведения могут дать определенный толчок при разработке графического изображения. Для отображения в логотипе необходимо выбрать те качества фирмы или продукции, которые позволят выделить ее на рынке среди конкурентов.

Создание логотипа – творческий процесс, к которому каждый дизайнер подходит по-своему. Кто-то начинает с экспериментов с написанием названия фирмы, шрифтами, кто-то – с набросков графического элемента, вызывающего у потребителя ассоциации с названием и сферой деятельности фирмы. Конечная цель – создание привлекающего внимание, запоминающегося логотипа, прочно ассоциирующегося с данной компанией и качеством ее товара. Примерами таких логотипов могут послужить «яблоко» Apple, «галочка» Nike, «крокодильчик» Lacoste.

Логотип должен вызывать определенные ассоциации, но не быть описательным. Излишняя перегруженность изображения вызывает проблемы при восприятии. Всегда необходимо помнить о том, что логотип должен смотреться одинаково хорошо и на большом уличном щите, и на визитках и мелкой сувенирной продукции, поэтому он должен быть достаточно простым и обобщенным, без очень мелких деталей. Все элементы логотипа должны быть различимы при малых размерах изображения. При этом если в логотипе присутствует несколько цветов, обязательно должен читаться одноцветный вариант, поскольку его использование тоже, как правило, необходимо.

Как правило, каждая компания выбирает свои корпоративные цвета в палитре Pantone, которые закрепляются юридически. Чаще всего это два-три цвета, сочетающиеся между собой.

Некоторые логотипы существуют почти в неизменном виде долгие годы. Например, логотип *Coca-Cola* с момента своей разработки в 1886 году претерпел ряд изменений, но ни одно из них не было революционным. Возможность оставаться актуальным на протяжении многих лет – очень важное качество для логотипа. Если буквально спустя несколько лет после разработки он выглядит устаревшим и его приходится модернизировать, потребителю приходится привыкать к новому варианту. Очевидно, что выбор художественных средств, например шрифта и используемых цветов, стилистики изображения, будет различным для фирмы, занимающейся современными цифровыми технологиями и компании, производящей продукты по традиционным рецептам. В данном случае будет выбираться обращение к разным критериям ценности.

Помимо шрифта и выбора цветов, существует ряд свойств, которые могут оказать влияние на восприятие логотипа. Например, округлость или угловатость форм, симметрия и асимметрия, динамичность или устойчивость. Последнее качество, например, играет огромную роль в восприятии логотипов банков, финансовых, юридических, страховых компаний, агентств недвижимости, поскольку в подобных случаях для потребителя необычайно важны факторы стабильности и надежности. Для подобных компаний логотип должен быть и современным, и консервативным одновременно.

Если же необходимо подчеркнуть, например, скорость выполняемых услуг, в логотип можно добавить больше динамичных элементов.

Различным будет выбор средств при разработке логотипа для продукции, предназначенной для маленьких детей или для тинейджеров.

Логотип компании может быть основан на написании ее названия, или аббревиатуре, или на символе, характеризующем качества компании. При этом необходимо помнить, что он должен быть благозвучен и легко читаем. Логотип, например, составленный из начальных слогов длинного названия компании, может быть сложен для восприятия и запоминания. Если используются только начальные буквы названия фирмы, их, как правило, изображают в виде монограммы.

Простые не только по написанию, но и графическому выражению логотипы более запоминаемы, чем сложные, имеющие множество деталей.

Таким образом, при разработке логотипа дизайнер должен учитывать массу факторов, характеризующих компанию, для которой он предназначен.

### Литература

1. *Победин В. А.* Знаки в графическом дизайне / В. А. Победин. – Харьков: Изд-во «Ранок», 2001. – 96 с.
2. *Вэлэн Эверс.* Искусство дизайна с компьютером и без... / пер. В. Иоффе. – Москва: КУДИЦ-Образ, 2005. – 208 с.
3. *Adams S.* Logo Design Workbook: A Hands-On Guide to Creating Logos / S. Adams, N. Morioka. – London: Rockport Publishers, 2004. – 240 p.



УДК 659.125.61:711.4

Елена Александровна Черная, канд. пед. наук,  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: elena.chernaya.75@mail.ru

Elena Aleksandrovna Chernaya, PhD of Pedagogical  
Sci, Associate Professor  
(Saint Petersburg State University of Architecture and  
Civil Engineering)  
E-mail: elena.chernaya.75@mail.ru

## ИЗОБРАЖЕНИЕ – МОДЕЛЬ ОСОЗНАВАЕМОГО ПРОСТРАНСТВА. РИСУНОК НА ПЛЕНЭРЕ ФРАГМЕНТА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

### IMAGE AS A MODEL OF PERCEIVED SPACE. PLAIN AIR DRAWING OF THE FRAGMENT OF THE URBAN ENVIRONMENT

В статье представлен вариант методики рисунка фрагмента городской среды на пленэре в контексте уже существующих методических разработок кафедры рисунка Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (Н. П. Пятахина).

Данный метод раскрывает последовательность выявления и фиксации визуально получаемой информации на пленэре в процессе зрительного восприятия и при зрительно-аналитическом, направленном восприятии. Для выполнения быстрых зарисовок использован способ параллельного ортогонального проецирования. На основании плана и фасада рисуются фронтальный, перспективный и аксонометрические рисунки-схемы. При помощи них фиксируются главные признаки изображаемого фрагмента архитектурной среды и геометрические характеристики форм и пространства. Этот метод может быть востребован при обучении студентов разных архитектурных направлений, на всех курсах.

*Ключевые слова:* изображение, модель осознаваемого пространства, рисунок на пленэре, параллельное ортогональное проецирование, рисунок с натуры, рисунок по представлению.

In the article the technique of drawing variant fragment of the urban environment in the open air, in the context of the existing methodological developments drawing department Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (NP Pyatahina).

This method reveals a sequence of identifying and fixing the visual information obtained in the open air in the process of visual perception and visual-analytic, directed perception. To perform quick sketches used method of parallel orthogonal projection. On the basis of the plans and elevations drawn in front, perspective and axonometric drawings diagrams. With them fixed as the main features of the depicted fragment of the architectural environment and the geometric characteristics of form and space. This method can be claimed in teaching students of different architectural directions on all courses.

*Keywords:* image model of conscious space, drawing in the open air, parallel orthogonal projection.

В своей преподавательской практике мы часто сталкиваемся с ситуацией, когда студенты первого курса на пленэре задают вопросы: «Как правильно и точно изобразить, нарисовать городской пейзаж?» и «Как изобразить образное, пространственное, интуитивное видения натуры?».

С одной стороны, эти вопросы свидетельствуют о искреннем желании студентов работать, с другой – их исполнительские и творческие склонности. В данной статье мы рассмотрим первую позицию, где необходимо рассказать приемы и алгоритмы изображения зрительно воспринимаемого архитектурного пространства. Этот путь приведет, возможно, в замешательство преподавателя, который привык направлять изобразительную работу при помощи констатации общего ориентира действий. В настоящее время, в наш компьютерный век, когда студенты ориентированы на получение «пошаговых инструкций», действий – метод поэтапных методик рисунка вполне естественен. В вузе необходимо активизировать студентов на самостоятельную работу в не рамках студийных занятий, для того, чтобы они поняли, что каждый метод имеет свои границы действия, решает определенные задачи, а рисунок как процесс творческого мышления активизирует рациональные и иррациональные начала в человеке.

Первый шаг, методики – помочь студентам формулировать свои изобразительные замыслы, возникающие при первом знакомстве с натурой. Что поддерживает и направляет их исследовательский интерес, выступает одним из условий формирования навыков визу-

ального анализа изображаемой архитектурной среды. Второй шаг, – показать графический процесс фиксации, развития и выстраивания графической коммуникации, направленной на раскрытие композиционного замысла при помощи изобразительных средств. Третий шаг, – формирование и развитие навыков культуры чертежа, в частности, наглядных методов изображения (ортогональных проекций и их проекционной взаимосвязи – плана, фасада и аксонометрии).

Архитектура – искусство формирования городских пространств. Пространство – одна из форм (наряду со временем) существования бесконечного и постоянно развивающегося мира. Оно характеризуется протяженностью, объемом, структурой и ограниченностью. Если предположить, что пространство условно имеет форму куба, тогда, относительно границ пространства мы можем говорить о существовании планов. Которые позволяют раскрыть как геометрические, так и топологические характеристики пространства. Они, визуально выделяют пространственные зоны различной отдаленности от его границ, обычно соответствующие наиболее существенным или заметным частям изображаемой формы и имеющие значение основных опорных пунктов при передаче глубины на плоскости (особенно в пейзаже). Различают первый (передний), второй (средний) и задний (дальний) планы. Число планов зависит от композиционного замысла художника, вышеперечисленные главные планы могут дробиться еще на три второстепенных плана и в сумме давать 9 планов. Глубина планов, и границы между ними могут быть различными в зависимости от выбора опорных точек.

Существующий способ изображения, применяемый архитектором в процессе проектирования – чертеж, он предполагает разложение информации об объекте на три проекции (на три взаимно перпендикулярные плоскости –  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) для получения плана, и двух фасадов. Разрез стены здания необходим для наглядности показа применяемых конструкций и пластики стены, масштабности и соразмерности внутренних и внешних пространств архитектурной оболочкой формы. М. Г. Бархин замечает, что «беда этого графического способа в его расчлененности», не дающей человеку без профессиональной подготовленности, глядя на три части чертежа, воссоздать целое и наглядно в соответствии с замыслом автора, представить качество проекта и будущего здания в натуре [1, с. 107]. Таким образом, пользуясь только Эвклидовой геометрией и прямоугольной системой координат, образ не может быть описан одними только координатами трехмерной геометрической решетки.

Используя графические материалы, художник рисует на плоскости листа знаки предметов и пространств, метки понятные и ему и другим людям, позволяющие внешне, визуально, обнаружить и узнать предметы по их характерным показателям. Рисунок выступает посредником для осуществления информационной коммуникации.

Процесс изображения – не прямолинейное копирование зрительно воспринимаемых форм и пространств, а косвенное «иносказательное-метафорическое изображение», несущее в себе образную идею, выражающую понимание и оценку явлений действительности художником. Например, в произведении искусства эмоционально-выразительное и идейно-смысловое значение находится в непосредственной зависимости от изображаемого. Реалистическое искусство не сводится только к изображению, а раскрывает объективную сущность явлений, событий и процессов действительности.

Изображение – модель осознаваемого пространства (А. В. Иконников). Как и любая модель, предполагает подобие воспроизведения на плоскости геометрических, пластических и топологических, композиционных характерных и др. изображаемых форм и пространств. Контрастное ей понятие образ, применительно к данной статье, рассматривается как результат познавательной деятельности субъекта, отражение в его сознании предметов и пространств, явлений объективной действительности. Такая работа на плоскости предполагает нахождение равновесия между зрительным и перцептивным, направленным (Б.В. Раушенбах).

У студента-первокурсника изобразительный опыт чаще всего сформировался в процессе обучения на подготовительных курсах – рисунок экстерьера, где он рисовал и натюрморт из геометрических тел и фрагменты интерьера. Практика показала, что имеющийся у них опыт самостоятельного рисунка на пленэре недостаточен для успешного выполнения учебных заданий на первом курсе. Выход из сложившегося положения, автор статьи видит в том, что методика рисунка на открытом пространстве должна учитывать сформированные на подготовительных курсах изобразительные навыки и опыт, на этой основе формировать новые профессиональные навыки. В частности, навык визуального анализа композиции изображаемого городского пространства и графической коммуникации изображения.

Для формирования у студентов навыка визуального анализа изображаемой городской среды необходим визуальный опыт – выявления характерных признаков изображаемых предметов и пространств, которые составляют специфические свойства архитектурной композиции, а именно ее геометрические, структурные и пластические качества. На натуре выявление качеств изображаемых объектов и пространств, входящих в намеченные границы изображения на ситуационном плане, может осуществляться при помощи приема их сопоставления (выявления контраста). Признак – информационный показатель, примета объекта или пространства. На плоскости имеет вид графического знака необходимого художнику для фиксации в памяти внешних характеристик изображаемого, который участвует в процессе графической коммуникации между специалистом и специалистом или творцом и зрителем.

Прежде чем раскрыть метод рисунка модели осознаваемого пространства необходимо рассмотреть его научно-теоретическую основу.

Борис Раушенбах искал способы и методы изображения пейзажа, которые бы позволили наиболее естественно передать облик заполняющих его объектов, расположенных на разных планах картины. Один из постулатов его теории – «адекватная передача субъективного пространства на картине в принципе невозможна», следствие – возникновение «проблемы выбора смещения неизбежных искажений» [2, с. 61]. На сетчатку глаз человека, в процессе визуального восприятия, попадает информация о предмете, далее в головной мозг. В зависимости от жизненного и культурного опыта человека, его целеполагающих задач, в представлении художника о пространстве одни геометрические характеристики доминируют, другие так и остаются не выявленными.

Автор статьи, наблюдая за процессом рисунка абитуриентов и студентов, выявил следующую закономерность: рисующий, при концентрации своего зрительного внимания на одном объекте, без рассмотрения и сопоставления с другими объектами в пространстве, получает неточное знание о существующих геометрических характеристиках и, как следствие, искаженное представление.

Помочь оценить существующие геометрические характеристики глубины изображаемого поможет использование в изобразительной деятельности чертежа. При помощи ортогональных проекций студент может отстраниться от всего множества информационного потока о предмете, воздействующего на художника на пленэре, а также сконцентрировать свое внимание на поэтапном рассмотрении характеристик изображаемой архитектуры (см. рис. 2).

А. Л. Ярбус экспериментально доказал, что «глаза человека произвольно и непроизвольно фиксируют те элементы объекта, которые несут или могут нести нужные и полезные сведения». По мысли автора, последовательность и продолжительность фиксации зрительного внимания на элементах объекта определяется процессом мышления смотрящего. «При этом люди, по разному мыслящие, в какой то мере, по разному и смотрят» [3, с. 159]. Следовательно, на основе этого высказывания, применительно к выполнению натуральных зарисовок, архитектор будет чуток, например, к фиксации информации о существующей объемно-пространственной композиции, структуре и конструкции предметов;

а художник – к пластической композиции форм и ритму масс. Но как в одном, так и в другом случае они совершают целенаправленный осознанный выбор, обусловленный решением учебных или профессиональных задач, влияющий на концентрацию внимания на разных информационных узлах изображаемых форм и пространств, разделяя визуальную информацию на две части: фон – предмет, второстепенное – главное.

Исследователи Е. Л. Беляева, В. И. Иовлев, Л. И. Кириллова, Л. М. Тверской в своих работах акцентировали внимание на том, что для формирования визуальной оценки изображаемого фрагмента городского пространства недостаточно одной фиксированной точки. В процессе движения у человека формируется представление о пространстве, целостный образ пространства. Исследователи применяли как статические («видовой кадр», «кадр») так и динамические («последовательность видовых кадров», «архитектурные картины», «трассировка») временные способы фиксации образа на плоскости.

Рассматривая первые наброски студентов, например, фрагмента городской среды (улицы), выполненные в системе линейной перспективы, мы будем испытывать сложность в воссоздании в представлении существующего ситуационного плана. Это может быть следствием того, что в процессе рисунка на пленэре студенты первого курса ориентируются на свое зрительные впечатление, а не на знание характеристик изображаемого пространства, полученных в процессе движения в нем. Как следствие, на рисунке остаются не выявленными и не осознанными взаимосвязи между объектами по высоте, протяженности и масштабности. Для работы над изобразительной композицией и выполнения композиционных эскизов необходимо также знать главные геометрические характеристики и особенности изображаемых объектов и пространств. Под термином «изобразительная композиция» понимается организация изображения с целью создания наиболее убедительного выражения пластической идеи. Изобразительный процесс направлен на: организацию, соподчинение, приведение к единству изображаемых на плоскости объектов согласно принципу композиционной целостности. Она предполагает формирование впечатления объема на плоскости листа при помощи изобразительных средств и передачу художественного образа.

Понятие образ распадается на художественный образ и архитектурный образ. В формировании художественного образа задействуются изобразительные средства рисунка (линия, пятно, контраст, ритм перспектива и др.). Изобразительный процесс направлен на раскрытие главных, с точки зрения художника, композиционных представлений об изображаемом, например городском пейзаже. Для реализации архитектурного образа используются средства архитектурной композиции: тектоника, ритм, пропорции, масштабность, тождество, нюанс и контраст, симметрия. Здесь необходимо учитывать геометрические и пространственные характеристики изображаемого объема и пространства (объемно-пространственную композицию) и чертеж.

Профессионал-художник или архитектор, в процессе формирования на плоскости образа художественного или архитектурного, для решения формальной композиции рисунка применяет типы контрастных отношений (противопоставлений). Например, Йоханн Иттен (преподаватель Баухауза) предлагал использовать следующие типы контрастных отношений: точка; линия; плоскость; объем; прозрачное – непрозрачное; гладкое – шершавое и др. Профессор кафедры рисунка СПбГАСУ Н. П. Пятахин в своей методике использует контрасты пятен (их размер, конфигурацию и активность) для формирования пластического рельефа на плоскости. Доцент кафедры рисунка СПбГАСУ И. Г. Нахимов на примере задания «Рисунок натюрморта с двумя сюжетными центрами», для организации иерархической структуры композиции и впечатление глубины пространства, использует различную протяженность и пятна контраста белых и черных пятен.

Методика рисунка на пленэре фрагмента городской среды для студентов-архитекторов первого курса опирается на существующие методические разработки кафедры рисунка СПбГАСУ, в частности работы Н. П. Пятахина [4; 5].

Метод построения модели изображаемого фрагмента городской среды имеет ряд условий, лежащих в его основе. Первое – изображаемое пространство имеет границы, расставляемые на ситуационном плане. Это помогает ориентироваться в ограниченном пространстве и определять соотношение в расположении объектов внутри него. Второе – в основе рисунка лежит не система линейной перспективы, а ее антипод – система параллельного прямоугольного (ортогонального) проецирования. Она позволяет условно бесконечно удалить центр проекции и не сводить его, как в центральном проецировании, к зрительному конусу восприятия и точке зрения, а использовать пучок параллельных проецирующих лучей заданного направления. В выбранном для работы методе также существует плоскость, на которую осуществляется проецирование. Это акцентирует изобразительное внимание студентов на анализе геометрических характеристик объектов (высоты, ширины и глубины), а не поверхностей форм, находящихся в ракурсе (рис. 1).

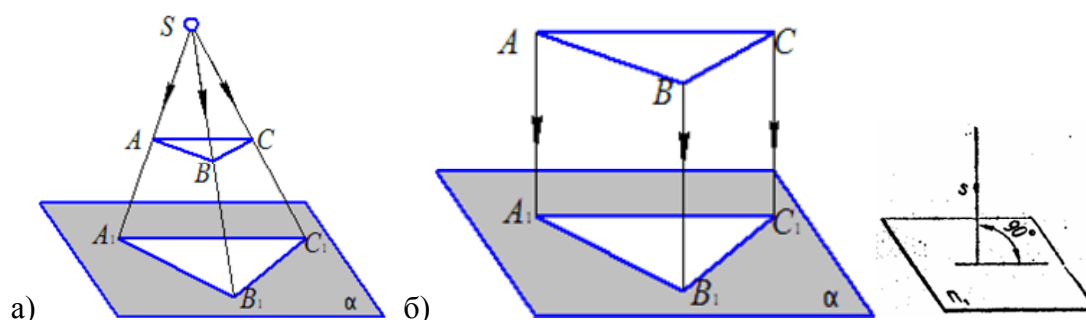


Рис. 1. Системы перспективы, работающие на основе принципа:  
а) центрального проецирования; б) параллельного ортогонального проецирования

В статье мы будем использовать понятие «модель существующего пространства», проводить в процессе анализа изображаемой пространственной ситуации аналогии с идеальной моделью кубического пространства, присутствующей в представлении каждого человека (это возможный путь активизации навыков наблюдения у учащихся).

Методика рисунка на пленэре имеет следующую последовательность:

1) рекомендуется, после выдачи преподавателем задания по пленэру, пойти на натуру и внимательно рассмотреть выбранное для изображения пространство. Например, объект или группу объектов, которые вам интуитивно понравились, т. е. зафиксировать свои изобразительные предпочтения. Мысленно или словесно сформулируйте характерные особенности объектов и пространств, которые входят в намеченные границы изображаемой территории (поиск контрастов);

2) дома зафиксируйте по памяти свое первое визуальное представление об объектах и пространстве, их геометрические размеры при помощи чертежа (плана и фасада). Сделайте первые композиционные наброски по представлению, раскрывающие данную информацию об архитектурной среде и ваш композиционный замысел.

3) придя на натуру вновь, опять выполните новые натурные зарисовки, направленные на выявление и фиксацию признаков изображаемых предметов и пространств (конструктивных, геометрических, пластических и композиционных) при помощи чертежа – фасада и плана. При этом внешний характер пленэрных набросков может быть схематичен

и линейен и иметь вид рисунков-схем. Они необходимы для формирования у студентов навыка аналитической работы, используя средства рисунка (линии, пятна, точки). Для выполнения рисунков-схем необходимо разложить изначально целостную информацию об объекте на ее части, как на примере рисунка-схемы фасада фрагмента застройки вдоль Московского проспекта (дом № 37 и др.) (рис. 2) Рисунки схемы выполнены по аналогии с рисунками представленным в труде Ю. С. Янковской [6];

4) дома, на новых эскизах необходимо синтезировать полученную информацию на пленэре. Для наглядности и осознания существующей объемно-пространственной композиции изображаемого пространства, предлагается изобразить модель на основе плана и фасада проведя аналогию с рисунком натюрморта из геометрических тел (рис. 3). Рекомендуется также выполнить аксонометрию;

5) и наконец, в третий раз, на натуре сравниваются первые и последние наброски, выполненные дома, акцент ставится на нахождении изобразительной меры на новом рисунке между индивидуальными изобразительными предпочтениями на первом рисунке и знанием композиции пространства на втором рисунке. На зарисовке 4 (г) можно видеть результат такой деятельности. Изобразительный акцент был поставлен на первом плане рисунка и дереве, в связи с темой задания «Рисунок дерева с окружающим пространством» (рис. 4).

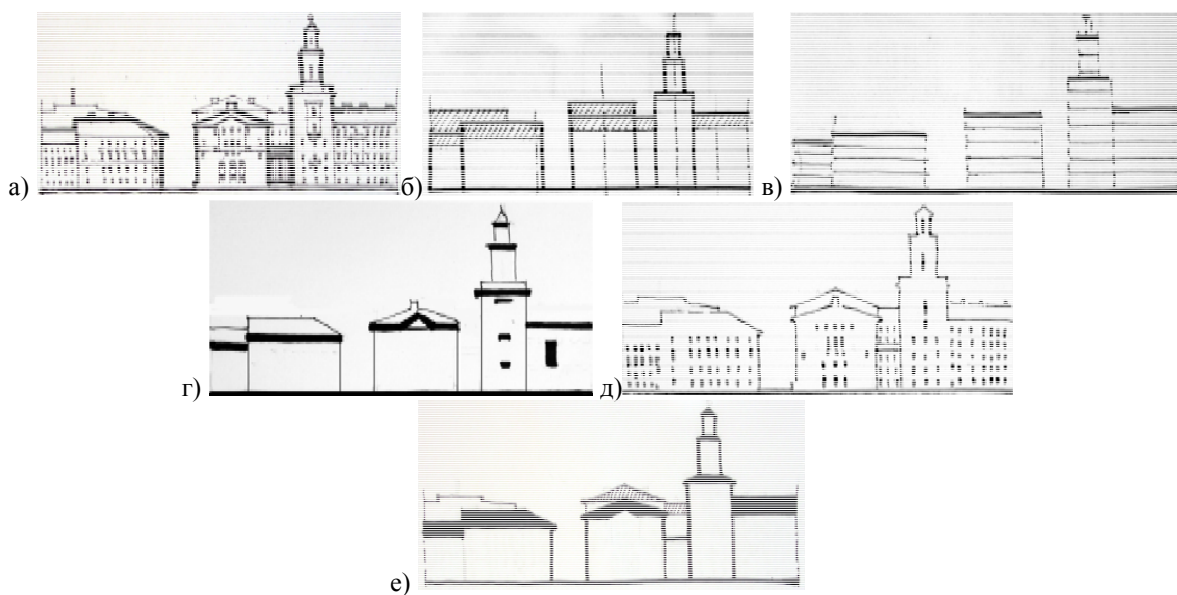


Рис. 2. Рисунки схемы:

а) исходные объекты для информационного анализа архитектурной формы; б) информация об основных геометрических характеристиках объектов (высота, ширина, соотношение пятна кровли и пятна стен зданий) с выделением осей архитектурных местных доминант; в) конструкция зданий (межэтажное перекрытие); г) ритмы и акценты пластики стены (карнизы, балконы и т. д.); д) соотношение цельного пятна стены с дробным ритмом окон; е) конфигурация силуэта кровли зданий

Чертеж заключает в себя объективную информацию о фрагменте изображаемой городской среды, он необходим для коррекции зрительных первичных впечатлений и представлений студентов об изображаемом, ограниченном пространстве. Его применение в изобразительной деятельности студентов-архитекторов способствует развитию у них профессиональной культуры чертежа.

В данной статье кратко раскрыт метод рисунка фрагмента городской среды и последовательность выявления и фиксации визуальной информации на пленэре. Он предполагает разложение единого «информационного потока» (получаемого при различном восприятии: зрительном и перцептивном, аналитическом) и далее синтез информации в последующих рисунках. Изобразительная работа ведется как на пленэре, так и в часы, выделяемые на самостоятельную работу, дома.



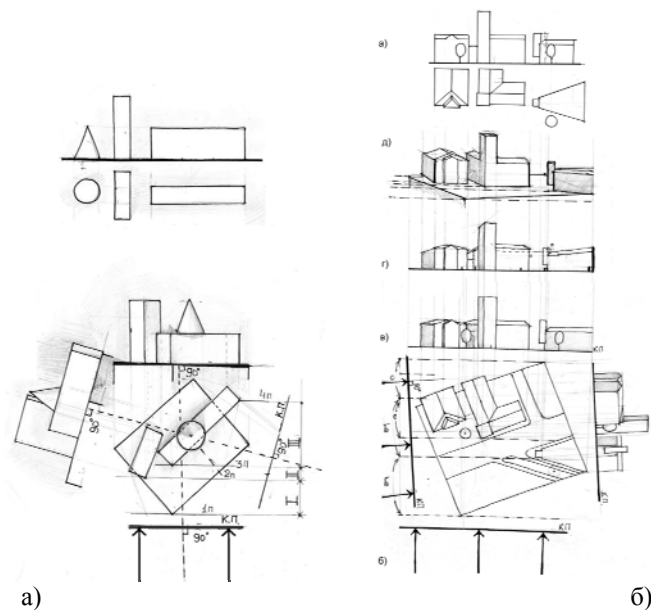


Рис. 3. Методика рисунка модели, фиксирующей представление рисующего о расположении предметов в пространстве:

а) задание «Рисунок постановки из трех геометрических предметов», рисунок по представлению, на основе плана и фасада объектов; б) задание «Рисунок фрагмента городской среды с деревом», рисунок по представлению. Рисунок включает: планы и фасады изображаемых зданий; ситуационный план, выше которого расположен рисунок с фиксацией высоты зданий, далее, наверх, рисунок-схема с показом глубины пространства при помощи условного сокращения высоты зданий на каждом плане с сохранением фасадных характеристик; далее можно видеть аксонометрию зданий с показом их расположения на плане

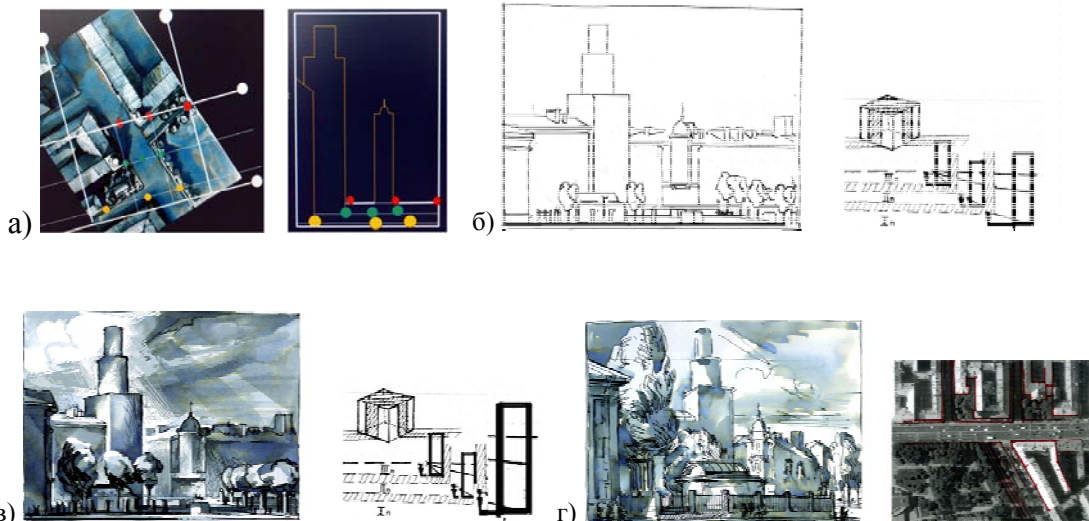


Рис. 4. Методика рисунка модели существующего пространства:

а) фиксация первого представления студента о ситуационном плане, с показом границ изображаемого пространства и глубины и расположения зданий; б) линейная схема, исходной модели сформированной на основе синтеза информации с плана и фасада; в) формирование на рисунке глубины пространства с контрастным выделением первого плана и главного информационного узла на втором плане; г) вторая фиксация нового представления учащегося о ситуационном плане (новая информация изменение угла соединения Московского проспекта с Клинской улицей).

### Литература

1. Бархин М. Г. Методы работы зодчего: Из опыта советской архитектуры 1917–1957 гг. / М. Г. Бархин. – М.: Стройиздат, 1981. – 215 с.
2. Раушенбах Б. В. Геометрия картины и зрительное восприятие / Б. В. Раушенбах. – СПб.: Азбука-классика, 2001. – С. 61.

3. Ярбус А. Л. Роль движения глаз в процессе зрения / А. Л. Ярбус. – М.: Наука, 1965. – С. 159.
4. Пятахин Н. П. Формирование композиционного мышления. Часть 1. Композиционный метод. Система заданий по дисциплине «Рисунок»: учебно-методическое пособие / Н. П. Пятахин, СПбГАСУ. – СПб, 2008. – 40 с.
5. Пятахин Н. П. Формирование композиционного мышления. Часть 2. Натюрморт. Система заданий по дисциплине «Рисунок»: учебно-методическое пособие / Н. П. Пятахин, СПбГАСУ. – СПб, 2008. – 43 с.
6. Янковская Ю. С. Семиотика в архитектуре – диалог во взаимодействии: Место семиотических исследований в современной теории архитектуры / Ю. С. Янковская. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. – 125 с.



Научное издание

**АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ**

Материалы 71-й научной конференции профессоров,  
преподавателей, научных работников, инженеров  
и аспирантов университета

7–9 октября 2015 г.

**Часть I**

**АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО**

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 20.11.15. Формат 60×84 1/8. Бум. офсетная.  
Усл. печ. л. 33,5. Тираж 500 экз. Заказ 145. «С» 75.  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.  
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.  
Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 5.