

# СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

Construction and industrial safety  
Scientific and Technical Journal on Construction and Architecture

№ 31(83) – 2023

Основан в 1996 году.  
Выходит 4 раза в год (ежеквартально)

#### Учредитель:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» (ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»), 295007, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовым коммуникациям (Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-61830 от 18 мая 2015 г.

---

Включен в утверждённый ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата наук, доктора наук

Главный редактор  
**Федоркин Сергей Иванович**, советник РААСН, д.т.н., проф.  
(КФУ им.В.И. Вернадского)

Заместители главного редактора:  
**Любомирский Николай Владимирович**, советник РААСН,  
д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)  
**Николенко Илья Викторович**, советник РААСН,  
д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)

Редакционная коллегия:  
**Абдулгасис У.А.**, д.т.н., проф. (КИПУ, Симферополь)  
**Аверкова О.А.**, д.т.н., проф. (БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород);  
**Бакаева Н.В.**, д.т.н., проф. (ЮЗГУ, Курск);  
**Бекпиров Э.А.**, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,  
Симферополь);  
**Беспалов В.И.**, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону)  
**Ветрова Н.М.**, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,  
Симферополь) – руководитель раздела «Экологическая  
безопасность»;  
**Гузнецков В.Н.**, д.пед.н., доц. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва);  
**Дворецкий А.Т.**, советник РААСН, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И.  
Вернадского, Симферополь);  
**Зайцев О.Н.**, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,  
Симферополь) – руководитель раздела «Инженерное обеспечение»;  
**Маилян Д.Р.**, советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-  
Дону);  
**Нагаева З.С.**, член-корреспондент РААСН, д.арх., проф. –  
руководитель раздела «Градостроительство»  
**Невзоров А.Л.**, советник РААСН, д.т.н., проф. (САФУ им. М.В.  
Ломоносова, Архангельск);  
**Несветаев Г.В.**, советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-  
Дону);  
**Пищулина В.В.**, д.арх., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону);  
**Сергейчук О.В.**, д.т.н., проф. (КНУСА, Киев, Украина);  
**Скибин Г.М.**, д.т.н., проф. (ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова,  
Новочеркасск);  
**Тер-Мартirosян А. З.**, д.т.н., проф. (НИУ МГСУ, Москва)  
**Толстой М.Ю.**, к.т.н., доц. (ИРНИТУ, Иркутск);  
**Федосов С.В.**, академик РААСН, д.т.н., проф. (МГСУ, Москва)  
**Федюк Р.С.**, советник РААСН, д.т.н., доцент (ДВФУ, Владивосток);  
**Фесенко Л.Н.**, д.т.н., проф. (ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова,  
Новочеркасск);  
**Цопа Н.В.**, советник РААСН, д.э.н., проф. (КФУ  
им. В.И. Вернадского, Симферополь);  
**Чемодуров В.Т.**, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,  
Симферополь);  
**Шаленный В.Т.**, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,  
Симферополь) – руководитель раздела «Строительство»;  
**Шейна С.Г.**, советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-  
Дону);  
**Щербак В.И.**, д.т.н., проф. (ВГТУ, Воронеж);  
**Югов А.М.**, д.т.н., проф. (ДОННАСА, Макеевка)

## СТРОИТЕЛЬСТВО

И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 31(83) – 2023

научно-технический журнал

Печатается по решению научно-технического  
совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
(протокол № 12 от 22.12.2023)

Координатор выпуска: *И.В. Николенко*  
Верстка: *Г.Р. Биленко*

Редакция Института «Академия строительства и  
архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им.  
В.И. Вернадского»

Адрес редакции: 295006, Республика Крым,  
г. Симферополь, ул. Павленко, д. 3  
e-mail: [rio@napks.ru](mailto:rio@napks.ru)

Подписан в печать 25.12.2023.

Формат 70×108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 15,1.  
Тираж 100 экз.

Издатель: федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Крымский федеральный университет имени  
В.И. Вернадского».

Издательство: ФГАОУ ВО «КФУ  
им. В.И. Вернадского»

<http://cfuv.ru>, [io\\_cfu@mail.ru](mailto:io_cfu@mail.ru)  
(3652) 60-84-98,

295007, Республика Крым, г. Симферополь,  
проспект Академика Вернадского, 4, каб. 400Б

Отпечатано в типографии ФГАОУ ВО «КФУ  
им. В.И. Вернадского»  
295000, Республика Крым, г. Симферополь,  
бульвар Ленина, 5/7

Распространяется по подписке.

Подписка по каталогу агентства «Роспечать».

Подписной индекс: 64974 (полугодовая).

Стоимость 1 экз. журнала 227,0 руб.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **Раздел 1. Градостроительство**

<b>Берова В.В., Яковенко Н.Е.</b>	5
УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДА МЕТОДОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ. АССОРТИМЕНТ ЛИАН ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ Г. СИМФЕРОПОЛЬ	
<b>Дедовец Р.В., Сидорова В.В.</b>	11
ОТЕЧЕСТВЕННАЯ И ЗАРУБЕЖНАЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ И ГОРОДОВ	
<b>Пчельников В.Н., Брезе С.А.</b>	19
ПРИНЦИПЫ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ	
<b>Кучина М.А., Горбачева Г.В.</b>	27
РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г.СИМФЕРОПОЛЬ)	

### **Раздел 2. Строительство**

<b>Лину Р. Г., Пажвак А., Азими С. А.</b>	43
К РАСЧЕТУ ФИБРОБЕТОННОГО БЛОКА В ВИДЕ БАЛКИ НА УПРУГОЙ ОСНОВЕ В СОСТАВЕ ЛОКАЛЬНО УСИЛЕННЫХ УЗЛОВ ФЕРМ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ КВАДРАТНЫХ ПУСТОТЕЛЫХ ПРОФИЛЕЙ	
<b>Козай Э.А., Макарова Е.С., Федоркин С.И.</b>	51
МИКРОСТРУКТУРА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОНА НА КАРБОНАТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ	

### **Раздел 3. Инженерное обеспечение**

<b>Урецкий Е. А., Николенко И.В., Мороз В. В., Акулич Т.И.</b>	59
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНИИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	
<b>Неснов Д.В.</b>	71
ОБЛАСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ ПОЛЯ В НОРМАЛЬНЫХ КОНИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ	
<b>Пожитков О.Л., Райзер Ю.С., Лапшакова И.В.</b>	81
ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НОВЫХ ЗДАНИЯХ И ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ	
<b>Перминов Д.А.</b>	89
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ШЕСТИГРАННОГО СЕЧЕНИЯ	
<b>Шаленный В.Т., Таджиев А.Ш., Халилов А.Э.</b>	99
ОБОСНОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ УЛУЧШЕННОЙ И ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ШТУКАТУРКИ СТЕН И ПЕРЕГОРОДОК	

### **Раздел 4. Экологическая безопасность**

<b>Кирюхин Я.А., Макеев А.Н.</b>	111
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	
<b>Дворецкий А.Т.</b>	119
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ	
<b>Список авторов</b>	127
<b>Руководство для авторов</b>	128

## **CONTENT**

### **Section 1. Town planning**

<b><i>Berova V.V., Yakovenko N.E.</i></b>	5
IMPROVEMENT OF THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE CITY BY THE METHOD OF VERTICAL GREENING OF THE EXISTING DEVELOPMENT. RANGE OF VINES USED FOR SIMFEROPOL	
<b><i>Dedovets R.V., Sidorova V.V.</i></b>	11
DOMESTIC AND FOREIGN LEGISLATIVE FRAMEWORK IN THE FIELD OF PRESERVATION OF THE CULTURAL HERITAGE OF HISTORICAL SETTLEMENTS AND CITIES	
<b><i>Pchelnikov V.N., Breze S.A.</i></b>	19
PRINCIPLES OF SPATIAL PLANNING OF THE CITY OF SEVASTOPOL	
<b><i>Kuchina M.A., Gorbacheva G.V.</i></b>	27
THE ROLE OF PUBLIC SPACES IN THE STRUCTURE OF A MODERN CITY (BY THE EXAMPLE OF SIMFEROPOL)	

### **Section 2. Construction**

<b><i>Linur R. G., Pazhwak A., Azimi S. A.</i></b>	43
TO THE CALCULATION OF A FIBER CONCRETE BLOCK AS A BEAM ON AN ELASTIC BASIS AS PART OF LOCALLY REINFORCED NODES OF TRUSSES MADE OF SQUARE HOLLOW SECTIONS	
<b><i>Kogai E.A., Makarova E.S., Fedorkin S.I.</i></b>	51
MICROSTRUCTURE OF FINE-GRAINED BASALT FIBER CONCRETE ON CARBONATE FILLERS	

### **Section 3. Engineering Support**

<b><i>Uretsky E.A., Nikolenko I.V., Moroz V.V., Akulich T.I.</i></b>	59
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE LINE OF WASTE WATER PURIFICATION PRODUCTION OF PROTECTIVE COATINGS AND PRINTED BOARDS	
<b><i>Nesnov D.V.</i></b>	71
SCOPE OF FIELD THEORY IN NORMAL CONIC COORDINATES	
<b><i>Pozhitkov O.L., Raiser J.S., Lapshakova I.V.</i></b>	81
HYBRID VENTILATION SYSTEM: ENERGY-EFFICIENT USE IN NEW BUILDINGS AND RENOVATIONS	
<b><i>Perminov D.A.</i></b>	89
RESEARCH OF STRESS-STRAIN STATE OF NODES OF HEXAGONAL SECTION	
<b><i>Shalenny V.T., Tajiev A.Sh., Khalilov A.E.</i></b>	99
JUSTIFICATION, DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF AN EXPERIMENTAL SAMPLE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR IMPROVED AND HIGH-QUALITY PLASTER WALLS AND PARTITIONS	

### **Section 4. Environmental safety**

<b><i>Kiryukhin Y.A., Makeev A.N.</i></b>	111
CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES	
<b><i>Dvoretzky A.T.</i></b>	119
ENERGY EFFICIENCY OF SUN PROTECTION DEVICES	
<b><i>List of authors</i></b>	127
<b><i>Authors Guide</i></b>	128

## Раздел 1. Градостроительство

УДК: 712.4.01

### УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДА МЕТОДОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ. АССОРТИМЕНТ ЛИАН ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ Г. СИМФЕРОПОЛЬ

Берова<sup>1</sup> В.В., Яковенко<sup>2</sup> Н.Е.

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
Институт «Академия строительства и архитектуры»  
295493 Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
E-mail: <sup>1</sup>berovavika@mail.ru; <sup>2</sup>natiknet2@mail.ru

**Аннотация.** В статье изучаются существующие приемы вертикального озеленения фасадов зданий и сооружений, рассматривается возможность их применения в условиях сложившейся застройки г. Симферополя.

**Предмет исследования.** Приемы вертикального озеленения в условиях существующей застройки и применяемые растения для г. Симферополь.

**Материалы и методы.** В ходе исследования применялся метод системного анализа апробированных методик, устройства систем вертикального озеленения.

**Результаты.** В статье описан метод вертикального озеленения – «зеленый фасад», являющийся доступным для условий существующей застройки, а также выполнен подбор ассортимента растений для данного метода вертикального озеленения в городе Симферополь.

**Выводы.** Проведенное исследование показало, что в сложившейся городской застройке может использоваться метод «зеленых фасадов».

**Ключевые слова:** вертикальное озеленение, системы вертикального озеленения, зеленые фасады, зеленые стены, ресурсосберегающие концепции, экологическая урбанизация.

## ВВЕДЕНИЕ

Формирование условий для успешного развития городской среды в интересах будущих поколений, улучшение и оптимизация качественных показателей сфер жизнедеятельности населения всегда было приоритетом градостроительной политики и соответствующих научных и практических исследований.[1] При проектировании любого города, учитываются нормы системы озеленения. Темпы урбанизации не позволяют быстро и качественно восстанавливать соотношение городской застройки и зеленых массивов, поэтому экологическая ситуация города усугубляется.[2] Необходимость увеличения площади зеленых насаждений постоянно возрастает. Поэтому современные технологии озеленения дают возможность при организации городской среды использовать под озеленение не только горизонтальные поверхности, но и вертикальные (фасады зданий, кровлю).

Методы вертикального озеленения, позволяют увеличить площадь озеленения города. Озеленение происходит в вертикальной плоскости здания и не требует больших площадей, может применяться в самых стесненных условиях застройки, и выполняет функциональное, экологическое и декоративное назначение. Также данный вид озеленения является отличным способом преобразования неприглядной архитектуры города. [3] Такие приемы озеленения улучшают эстетическую привлекательность городской среды: обогащают, дополняют архитектуру, объединяют зеленые зоны города с

застроенным пространством, тем самым интегрируя живую природу с архитектурой камня, бетона и стекла. Надо отметить и экологическую роль вертикального озеленения. Исследования показывают, что вьющиеся растения на фасадах здания способствуют уменьшению попадания пыли вовнутрь помещений, снижают силу ветра, уменьшают уровень шума и способствуют увлажнению окружающего воздуха, что приводит к созданию благоприятных климатических условий внутри здания. А так же зеленые насаждения поглощают из воздуха углекислый газ и обогащают воздух кислородом.

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Изобретателем современного метода переноса растительности с горизонтальной плоскости в вертикальную, является Питер Бланк. Но изучением технологий вертикального озеленения занимается большое число авторов, которые описывают наиболее эффективные и малозатратные конструкции по созданию вертикальных стен, создают классификации новых конструктивных решений. Однако современные условия требуют изучения, какие из существующих методов применимы в сложившейся, существующей застройке. А также необходим анализ растительного материала, и подбор ассортимента для использования в климатических условиях города Симферополя.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе исследования были изучены и проанализированы методы и устройства вертикального озеленения с помощью проработки научной литературы в области вертикального озеленения. При выполнении работы были проанализированы научно-исследовательские материалы по принципам вертикального озеленения, рассмотрены конструктивные особенности различных методов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Ассортимент растений подбирают в зависимости от климатических условий местности, функционального назначения и декоративности,

устойчивости различных видов растений в условиях городской среды [12]. Поэтому необходимо определиться, какие растения растут в климатических условиях г. Симферополя при этом переносят городские условия и декоративно выглядят.

Для нормального роста и развития растений, требуются выполнение многих условий. Освещение, обеспечение водой, определенная температура воздуха, правильно подобранные почвы – показатели, которые человек в состоянии оптимизировать. [7] Изучив наиболее часто используемые лианы для вертикального озеленения в Крыму по климатическим условиям произрастания, переносимости загазованности воздуха была составлена таблица ассортимента растений для вертикального озеленения в Симферополе. (Таблица 1)

**Таблица 1.** Ассортимент растений для применения в вертикальном озеленении в Симферополе  
**Table 1.** Assortment of plants for use in vertical gardening in Simferopol

№	Название лиан	Зимостойкость, min температуры	Потребность к почвенным условиям	Потребность в солнечном освещении	Перенесение городских условий (пыль, копоть, газы)
1	Жимолость этруская ( <i>Lonicera etrusca</i> )	Нормальная	Оптимальная	Светолюбив	Хорошее
2	Кампсис укореняющийся ( <i>Campsis radicans</i> )	Высокая, -20° С	Нетребователен	Светолюбив	Хорошее
3	Девичий виноград триостренный ( <i>parthenocissus tricuspidata</i> )	Высокая, -20° С	Оптимальная	Средняя, среднесветолюбив	Хорошее
4	Девичий виноград триостренный Вичи ( <i>Parthenocissus tricuspidata 'Veitchii'</i> )	Выдерживает морозы до -30 ° С	Нетребователен	Средняя, среднесветолюбив	Хорошее
5	Плющ ( <i>HederaL.</i> )	Выдерживает морозы до -30 ° С	Оптимальная	Средняя, среднесветолюбив	Хорошее
6	Глициния китайская ( <i>Wisteria sinensis</i> )	Высокая	Плодородная	Светолюбив	Хорошее
7	Фаллопия Ауберта ( <i>Fallopia auberii</i> )	Нормальная	Влажные почвы	Средняя, среднесветолюбив	Хорошее
8	Актинидия коломикта ( <i>actinidia kolomikta</i> )	Очень высокая	Оптимальная	Средняя, среднесветолюбив	Хорошее
9	Актинидия острая ( <i>Actinidia arguta</i> )	Выдерживает морозы до -30 ° С	Влажные почвы	Средняя, среднесветолюбив	Хорошее
10	Ломонос пильчатоллиственный ( <i>clematis serratifolia</i> )	Высокая, -20° С	Влажные почвы	Тенелюбив	Хорошее

Подобранные лианы отличаются высокой зимостойкостью— растения выдерживают зимние понижения температуры воздуха и зимуют без укрытия. Потребность к почвенным условиям в среднем оптимальная. Потребность в солнечном освещении средняя. Выбранные лианы быстро растут, хорошо переносят городские условия (пыль, копоть, газ, дым).

Надо отметить, что выбранные лианы отличаются высоким декоративным эффектом, благодаря многообразию форм и фактур лиственной поверхности (свисающие ветви, ровные, черепитчатые поверхности и тд.), богатству окрасок листьев, цветов в весенне – осенний период. Окраска и фактура листвы лиан меняется в зависимости от сезона: яркая окраска листвы в осенний период у девичьего винограда триостренного и декоративная мозаика листвы в весной-летом у девичьего винограда триостренного формы Вейчи. В зимний весенний период листопадные лианы создают красивые узоры переплетенных ветвей на фасадах зданий.

Технология вертикального озеленения позволяет создавать композиции в любом пространстве с помощью зеленых насаждений. Вьющиеся растения высаживают с учетом их биологических свойств (лазающие, цепляющиеся, обвивающиеся) с устройством или без устройства опор. Наличие опор позволяет формировать растения, и необходимую нам структуру озеленения [12].

Самый простой принцип вертикального озеленения- это принцип «зеленых фасадов». При таком озеленении на фасадах зданий формируется растительный покров с помощью вьющихся растений. В этом случае вдоль фасада могут крепиться специальные конструкции, чтобы усилить крепление растений к стене здания или выполняют роль опоры для вьющихся. Создавая «зеленый фасад» растения высаживают у основания здания в грунт или в контейнеры, которые могут крепиться на стене здания на различной высоте.

Рассмотрим опорную конструкцию с системой из металлической сетки—каркасную систему.

Каркасная система, примыкающая к поверхности фасада, – это каркас из стальных сеток, которые крепятся к ограждающей конструкции, а по ним разрастаются вьющиеся растения.



Рис. 1. Крепление лианы (Плющ обыкновенный)  
Fig. 1 Mounting creepers (Ivy ordinary)

Каркасы могут быть плоскими, состоящими из кабелей канатов и сеток, и объёмными, сформированными из жестких рамных и ячеистых конструкций. Данный вид опорных конструкций дифференцируется по типам следующих систем:

– Система из металлической сетки – это тесно переплетенная сетка из алюминиевых или легких стальных тросов, прикрепленная к фасаду при помощи скоб. Растения, как правило, растут из специальных модулей, расположенных по всей высоте стены;

– Система из тросов и канатов состоит из гибких вертикально натянутых элементов.

– Жёсткая система – это конструкция из шпалер. Она может быть, как плоской, так и объемной. Благодаря своей пространственной жёсткости она может держаться не только за счет крепежа на стены или колонны, но и без каких-либо вертикальных опорных элементов. [4,5]

Практичность данной системы в том, что она может широко применяться на уже существующей застройке города, и позволяет озеленению эффективно задекорировать вертикальные плоскости. Ведь для её установки требуется минимальное изменение конструктивных элементов здания, а для посадки вьющихся растений нужна небольшая площадь.

Для вертикального озеленения способом «зеленых фасадов» используются лианы, которые условно делятся на:

1) Лазающие лианы - это лианы прикрепляющиеся к опоре с помощью присосок или воздушных корней (рис.1)

Такой метод роста применяет девичий виноград Вичи (с помощью присосок), камписис и плющ (с помощью воздушных корней).

Этим растениям не требуются дополнительные опорные конструкции, они с легкостью прикрепляются к шероховатым каменным стенам при помощи воздушных корней, и покрывают стену однородной массой. Такие растения можно выгодно использовать при озеленении блеклой, неоштукатуренной застройки. Важно заметить, что такой вид озеленения подходит для зданий небольшой этажности. Вертикальное озеленение, с таким способом крепления лиан является наиболее часто встречающимся в г. Симферополь. (рис.2)



Рис. 2. Озеленение забора в частном секторе.  
Fig. 2. Landscaping of the fence in the private sector.

Его используют в качестве зеленой изгороди, озеленения неприметных стен, столбов, металлических пергол, заборов. Чаще всего его можно наблюдать в индивидуальной застройке (частном секторе) города, а также в старой застройке средней этажности, так как лианы с легкостью взбираются по шероховатым стенам. Стоит заметить, что данное озеленение смотрится красиво и эстетично, если за ним следят и ухаживают, иначе растения хаотично разрастаются, и создают неопрятный вид.



**Рис 3.** Озеленение части фасада по жесткой системе из шпалер.

**Fig. 3.** Landscaping of a part of the facade according to a rigid system of tapestries.

2.) Цепляющиеся лианы - это лиманы прикрепляющиеся к опоре черешками листьев или самими листьями.

К ним из нашего списка лиан можно отнести: луносемянник даурский, ломонос пильчатолостный.

Растения этой группы применяют для озеленения гладких стен. Для этого на таких стенах собирают специальный опорный каркас, представляющий собой сетку из прутьев и проволоки, подвешенную на вбитых железных крюках. Этот дополнительный конструктивный элемент может обеспечить вертикальное озеленение зданий повышенной этажности. Между сеткой и стеной оставляют пространство не менее 10 см. К отделке наружных стен подбирается качественный материал. У стен деревянных зданий лианы применять не рекомендуется.

В Симферополе такой вид вертикального озеленения также встречается. (рис.3) В основном применяется в индивидуальной застройке города (частном секторе), для озеленения пергол, беседок, зеленых стен во дворах. (рис.4)3) Вьющиеся лианы – это лианы, обвивающиеся вокруг опоры стеблями и поднимающиеся вверх по спирали.

К ним из нашего списка лиан можно отнести: жимолость этруская, ломонос пильчатолостный. У некоторых видов лиан этой группы рост стебля направлен по часовой или против часовой стрелки.

Опорами для данного видами лиан служат вертикальные столбики толщиной от 5-8 см. Также, тросы и канаты. [10]

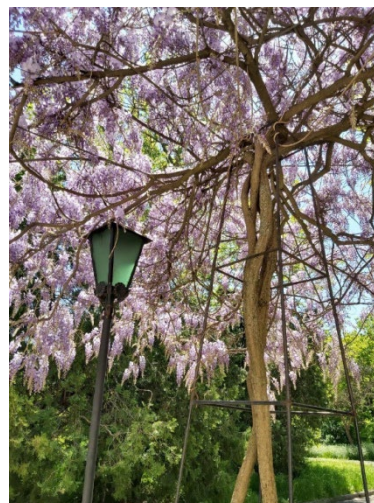


**Рис 4.** Озеленение навесной конструкции.

**Fig. 4.** Landscaping of a hinged structure.

В Симферополе также встречается такой вид озеленения, в виде озеленения беседок, пергол и арочных шпалер для винограда. (рис. 5, 6) Большой процент такого озеленения относится к частному сектору города.

Практических примеров озеленения по тросам и канатам в Симферополе пока нет. (рис.7) Однако, данный вид озеленения имеет все шансы для осуществления.



**Рис 5.** Конструкция для глицинии

**Fig. 5.** Construction for wisteria sinensis



**Рис 6.** Опора для виноградника.

**Fig. 6.** Vineyard structures



Рис 7. Пример вертикального озеленения по канатам.  
Fig. 7. An example of vertical gardening with ropes

## ВЫВОД

Проведенное исследование показало, что в сложившейся городской застройке может использоваться метод «зеленых фасадов». Конструктивное решение такого принципа озеленения подбирается для конкретного объекта проектирования с учетом особенностей применяемых растений для озеленения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Князев, Д. К. Экологическое обоснование формирования системы озеленения крупного города / Д. К. Князев // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, № 8(119). – С. 973-983. – DOI 10.22227/1997-0935.2018.8.973-983.
2. Шляпникова, Е. М. Вертикальное озеленение зданий как средство экологической компенсации города / Е. М. Шляпникова // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов: в 2 томах, Москва, 04–08 апреля 2016 года. Том 1. – Москва: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2016. – С. 306-308.
3. Качко, А. П. Вертикальное озеленение зданий современных городов / А. П. Качко // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXV Международной научно-практической конференции, Тула, 13 мая 2019 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2019. – С. 43-45.
4. Рыжих, В. Д. Основные методики вертикального озеленения фасадов / В. Д. Рыжих, Г. В. Коренькова // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах, Курск, 11–12 декабря 2018 года. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 254-259
5. Хрищанович, А. О. Конструкции вертикального озеленения / А. О. Хрищанович, Я. А. Иксанова // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоцкого государственного

университета / Полоцкий государственный университет ; ред. кол.: Д. Н. Лазовский (пред.) [и др.]. - Новополоцк : ПГУ, 2019. - Вып. 29 (99): Прикладные науки. Строительство. – С. 40-42.

6. Гришина, Д. С. Вертикальное озеленение в архитектуре / Д. С. Гришина, Н. Н. Чесноков // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2, № 4. – С. 154.

7. Жавкина, Т. М. Природные и культурные ареалы распространения лиановых растений / Т. М. Жавкина // Бюллетень Самарская Лука. – 2008. – Т. 17, № 1. – С. 27-43.

8. Астафьева, В. Е. Проблематика создания и поддержания декоративности газонов в Крыму / В. Е. Астафьева // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Симферополь, 25–28 сентября 2017 года. – Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2017. – С. 173-179.

9. Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://botsad.ru/menu/mir-rastenii/dv-plants/devichij-vinograd-t/>

10. Теодоронский, В. С. Строительство и содержание объектов ландшафтной архитектуры : учебник для вузов / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова ; под редакцией В. С. Теодоронского. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2023. — 397 с

11. Гостев, В. Ф. Проектирование садов и парков: учебник / В. Ф. Гостев, Н. Н. Юскевич. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-4436-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206702> (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Боговая, И. О. Озеленение населенных мест: учебное пособие / И. О. Боговая, В. С. Теодоронский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1185-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209633> (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## REFERENCES

1. Knyazev, D.K. Ecological substantiation of the formation of a landscaping system in a large city / D.K. Knyazev // Vestnik MGSU. – 2018. – Т. 13, № 8(119). – P. 973-983. – DOI 10.22227/1997-0935.2018.8.973-983.
2. Shlyapnikova, E. M. Vertical greening of buildings as a means of environmental compensation of the city / E. M. Shlyapnikova // Science, education and experimental design at the Moscow Architectural Institute: Abstracts of the international scientific and practical conference of faculty, young scientists and students: in 2 volumes, Moscow, April 04–08, 2016. Volume 1. - Moscow: Moscow Institute of Architecture (State Academy), 2016. – P. 306-308.

3. Kachko, A. P. Vertical gardening of buildings of modern cities / A. P. Kachko // Priority directions for the development of science and technology: reports of the XXV International scientific and practical conference, Tula, May 13, 2019 / Ed. ed. V.M. Panarina. - Tula: Publishing house "Innovative technologies", 2019. - P. 43-45.

4. Ryzhykh, V. D. The main methods of vertical gardening of facades / V. D. Ryzhykh, G. V. Korenkova // Science of the young is the future of Russia: a collection of scientific articles of the 3rd International scientific conference of promising developments of young scientists: in 6 volumes, Kursk, December 11–12, 2018. Volume 4. - Kursk: Closed Joint Stock Company "University Book", 2018. - P. 254-259.

5. Khrishchanovich, A. O. Constructions of vertical gardening / A. O. Khrishchanovich, Ya. A. Iksanova // Electronic collection of works of young specialists of Polotsk State University / Polotsk State University; ed. coll.: D. N. Lazovsky (prev.) [and others]. - Novopolotsk: PGU, 2019. - Issue. 29 (99): Applied Sciences. Construction. - P. 40-42.

6. Grishina, D. S. Vertical gardening in architecture / D. S. Grishina, N. N. Chesnokov // Science and Education. - 2019. - V. 2, No. 4. - P. 154.

7. Zhavkina, T. M. Natural and cultural areas of distribution of liana plants / T. M. Zhavkinar // Bulletin Samarskaya Luka. - 2008. - T. 17, No. 1. - P. 27-43.

8. Astafieva, V. E. The problem of creating and maintaining decorative lawns in the Crimea / V. E. Astafieva // Problems and prospects for the development

of modern landscape architecture: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Simferopol, September 25–28, 2017. - Simferopol: Limited Liability Company "Publishing House Typography "Arial", 2017. - P. 173-179.

9. Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences [Electronic resource] / Access mode: <https://botsad.ru/menu/mir-rastenii/dv-plants/devichij-vinograd-t/>

10. Teodoronsky, V. S. Construction and maintenance of landscape architecture objects: a textbook for universities / V. S. Teodoronsky, E. D. Sabo, V. A. Frolova; edited by V. S. Teodoronsky. - 4th ed., Rev. and additional - Moscow: Yurayt Publishing House, 2023. - 397 p.

11. Gostev, V. F. Designing gardens and parks: textbook / V. F. Gostev, N. N. Yuskevich. - 6th ed., erased. - St. Petersburg: Lan, 2022. - 344 p. - ISBN 978-5-8114-4436-6. — Text: electronic // Doe: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206702> (date of access: 04/03/2023). — Access mode: for authorization. users.

12. Bogovaya, I. O. Landscaping of populated areas: textbook / I. O. Bogovaya, V. S. Teodoronsky. - 3rd ed., erased. - St. Petersburg: Lan, 2022. - 240 p. — ISBN 978-5-8114-1185-6. — Text: electronic // Doe: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209633> (date of access: 04/03/2023). — Access mode: for authorization. users.

## IMPROVEMENT OF THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE CITY BY THE METHOD OF VERTICAL GREENING OF THE EXISTING DEVELOPMENT. RANGE OF VINES USED FOR SIMFEROPOL

Berova<sup>1</sup> V.V., Yakovenko<sup>2</sup> N.E.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute "Academy of Construction and Architecture"  
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya street, 181,  
E-mail: <sup>1</sup>berovavika@mail.ru; <sup>2</sup>natiknet2@mail.ru

**Abstract.** The article studies the existing methods of vertical gardening of the facades of buildings and structures, considers the possibility of their application in the conditions of the current development of the city of Simferopol.

**Subject of research.** The methods of vertical gardening in the conditions of existing buildings and plants used for the city of Simferopol.

**Materials and methods.** In the course of the study, the method of system analysis of proven methods was used, the installation of vertical gardening systems.

**Results.** The article describes the method of vertical gardening - the "green facade", which is available for the conditions of the existing building, and also made the selection of an assortment of plants for this method of vertical gardening in the city of Simferopol.

**Conclusion.** The study showed that in the current urban development the method of "green facades" can be used.

**Key words:** vertical gardening, vertical gardening systems, green facades, green walls, resource-saving concepts, ecological urbanization.

УДК 711.4

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ И ЗАРУБЕЖНАЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ И ГОРОДОВ

Дедовец Р.В.<sup>1</sup>, Сидорова В.В.<sup>2</sup>

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
 Институт «Академия строительства и архитектуры»  
 295493 Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
 E-mail: <sup>1</sup>arhi128@yandex.ru, <sup>2</sup>nucikBBC@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты рассмотрения и анализа нормативной и научной литературы, отражающей отечественную и международную законодательную базу в области сохранения культурного наследия исторических поселений и городов. В исследовании акцент сделан на рассмотрении процесса становления понятий «историческое поселение» и «исторический город» в рамках отечественного и международного памятничкоохранного законодательства. Предложена редакция понятия исторического поселения.

**Предмет исследования:** законодательная база в области сохранения культурного наследия.

**Материалы и методы:** в настоящей работе используется комплекс общенаучных логических методов исследования, основанных на анализе и систематизации данных, выявленных в научной и нормативной литературе, информационных ресурсах разработчиков и средствах массовой информации.

**Результаты:** по результатам проведенного исследования установлено, что определение понятия «историческое поселение», которое в настоящее время приводится в Федеральном законе N 73-ФЗ «Об охране объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» нуждается в корректировке и уточнении. Предложено новое определение понятия «историческое поселение».

**Выводы:** с момента появления в законодательстве нашей страны понятия «историческое поселение», сформировались определенные подходы и механизмы по их охране. Эти подходы, помимо базового Федерального закона № 73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», отражены также в Градостроительном и Земельном кодексах РФ. Открытым является вопрос, связанный с резким сокращением списка исторических поселений. На текущий момент в перечне исторических поселений федерального значения на территории Российской Федерации находится всего 44 города, при том, что реально исторических городов насчитывается несколько сотен. В заключении отметим, что особое внимание в памятничкоохранном деле по сохранению исторических поселений следует уделять их дальнейшему развитию, которое должно заключаться в балансе между традициями и новациями, ведь в исторических поселениях должно соединяться прошлое, настоящее и будущее.

**Ключевые слова:** историческое поселение, исторический город, культурное наследие, памятники, охрана культурного наследия.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из характеристик новейшей истории стал рост интереса общества к своей истории, культурному и природному наследию. Это подтверждает прошедший 2022 год, объявленный Президентом Российской Федерации В.В. Путиным Годом культурного наследия народов России.

Уже на протяжении нескольких десятков лет объектами исследования в памятничкоохранной сфере становятся не только отдельные памятники, но также и крупные градостроительные комплексы, такие как кварталы, исторические центры и города в целом. Это ставит перед научным сообществом много задач, направленных на сохранение целостного градостроительного комплекса как объекта культурного наследия.

Особого внимания заслуживает процесс становления понятий «историческое поселение» и «исторический город» в рамках отечественного и международного памятничкоохранного законодательства, на чем и сделан акцент в настоящем исследовании.

Цель исследования – рассмотреть процесс становления и развития отечественного и

международного законодательства в области сохранения культурного наследия исторических городов и поселений.

Задачи:

- изучить практический и теоретический опыт по теме исследования;
- рассмотреть основные понятия и термины исследования;
- предложить новое определение понятия «историческое поселение».

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Актуальность темы сохранения исторических поселений и городов подтверждает возросший интерес в научных кругах, примером чему являются работы: В.Р. Крогиуса [1], К.Ф. Князева и В.А. Лаврова, И.Н. Титаренко, Э.А. Шевченко, В.В. Сидоровой [2] и др. С регулярной периодичностью проводятся открытые мероприятия, конференции, среди которых ежегодная Всероссийская конференция «Сохранение и возрождение малых исторических городов и сельских поселений: проблемы и перспективы», проходящая под руководством Министерства культуры Российской Федерации. Активную позицию занимает также

ВООПИиК, вовлекая в процесс охраны объектов культурного наследия все больше граждан. Только в Республике Крым ежегодно проводится Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы охраны и использования культурного наследия Крыма», Школа волонтеров культурного наследия, обучающие мастер-классы и проч.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В настоящей работе используется комплекс общенаучных логических методов исследования, основанных на анализе и систематизации данных, выявленных в научной и нормативной литературе, информационных ресурсах разработчиков и средствах массовой информации.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ**

В отечественной практике поводом для сохранения целостных градостроительных образований как комплексного объекта культурного наследия стали те колоссальные разрушения, которые возникли после Великой Отечественной войны. Так, в 1946 году 20 городов вошли в первый национальный перечень исторических городов со «значительным количеством памятников архитектуры» [3].

В 1949 году выходит «Инструкция о порядке учета, регистрации, содержания и реставрации памятников архитектуры, состоящих под государственной охраной». На тот момент, Главное управление охраны памятников выделило групповые памятники, как вид объектов культурного наследия, которые характеризовались как «города, населенные пункты или их части, которые сохранили первоначальную планировку или значительное количество исторических зданий и сооружений» [4].

В 1970 году Государственный комитет Совета министров РСФСР по делам строительства, совместно с Коллегией Министерства культуры РСФСР принимают постановление № 36 «Об утверждении списка городов и других населённых мест РСФСР, имеющих архитектурные памятники, градостроительные ансамбли и комплексы, являющиеся памятниками национальной культуры, а также сохранившиеся природные ландшафты и древний культурный слой земли, представляющий археологическую и историческую ценность». В список исторических населенных мест вошло 115 городов [5].

Важный шаг на пути совершенствования отечественного памятникоохранного законодательства был сделан в 1978 году. Тогда вышел закон РСФСР «Об охране и использовании памятников истории и культуры». В данном законе впервые приводилось определения термина «памятник истории и культуры».

Следующим, не менее важным событием в сфере сохранения культурного наследия исторических городов нашей страны стала ратификация в 1988 году Конвенции ЮНЕСКО «О сохранении Всемирного природного и культурного наследия» 1972 г.

В 1990 году был утвержден новый, самый внушительный по объему за всё время «Список населенных мест РСФСР, отнесенных к историческим городам и поселениям». Список включал 426 городов, 54 посёлка городского типа и 56 сёл [6].

В результате распада СССР, резкого изменения социально-экономической обстановки в стране, многие успехи в памятникоохранном деле исторических городов были подвержены угрозе. Несмотря на то, что советское законодательство было хорошо проработано, оно уже было не в состоянии отвечать современным требованиям и противостоять все нарастающим вызовам, создающим угрозу многочисленным объектам культурного наследия. Появилась необходимость, помимо усовершенствования всего памятникоохранного законодательства, в создании различных программ, направленных на сохранение культурного наследия.

В 2001 году Правительством Российской Федерации была принята Федеральная целевая программа «Сохранение и развитие архитектуры исторических городов (2002-2010 годы)», основная задача которой состояла в развитии городской среды и сохранении исторических городов России. Задачи программы сводились к следующим пунктам:

- Исследование, восстановление, популяризация и совершенствование архитектурного наследия исторических городов и поселений;
- Комплексная реконструкция и восстановление исторических городов и поселений, как центров сосредоточения наибольшего количества объектов культурного наследия;
- Улучшение условий жизни в исторических городах и поселениях, развитие социального взаимодействия и обслуживания, туризма;
- Восстановление и развитие традиционных промыслов и ремесел, характерных для данных исторических городов и поселений [7].

Авторским коллективом программы был разработан новый перечень исторических поселений, который включал в себя 478 различных населенных пунктов.

Сравнивая данный список с перечнем 1990 года можно заметить, что список сократился на 63 населенных пункта (это в основном сёла и посёлки). Однако в 2006 году, Правительство Российской Федерации опубликовало распоряжение о прекращении реализации данной программы. Минэкономразвитие, как главный инициатор данного распоряжения, объяснили это отсутствием у нее «целевых показателей».

В 2002 году принимается Федеральный закон №73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации». Данный нормативно-правовой акт является базовым и наряду с Градостроительным, Земельным кодексом и рядом других документов, регулирует правоотношения в сфере сохранения, использования и популяризации объектов культурного наследия исторических поселений, расположенных на территории Российской Федерации.

Появление вышеуказанного закона было очень важным событием для всей страны, находящейся в условиях политических изменений, произошедших в конце XX века.

Конечно, авторы закона постарались учесть тот многолетний положительный опыт, который накопился во времена СССР, сохраняя те уникальные традиции в памятниковоохранном деле: в законе государство, по-прежнему, сохраняло за собой возложенные ранее обязательства учету памятников, установлению предмета охраны и границ территорий, зон охраны, составлению актов технического состояния.

Однако, несмотря на определенные успехи, закон нуждался в уточнении и доработке.

Так, например, первоначальная редакция определения исторического поселения, звучала как: «городское или сельского поселения, в границах территории которого расположены объекты культурного наследия: памятники, ансамбли, достопримечательные места, а также иные культурные ценности, созданные в прошлом, представляющие собой археологическую, историческую, архитектурную, градостроительную, эстетическую, научную или социально-культурную ценность, имеющие важное значение для сохранения самобытности народов Российской Федерации, их вклада в мировую цивилизацию» [8]. Вместе с тем, закон содержал уточнение, что «в историческом поселении государственной охране подлежат все исторически ценные градостроительные объекты: планировка, застройка, композиция, природный ландшафт, археологический слой, соотношение между различными городскими пространствами (свободными, застроенными, озелененными), объемно-пространственная структура, фрагментарное и руинированное градостроительное наследие, форма и облик зданий и сооружений, объединенных масштабом, объемом, структурой, стилем, материалами, цветом и декоративными элементами, соотношение с природным и созданным человеком окружением, различные функции исторического поселения, приобретенные им в процессе развития, а также другие ценные объекты».

Появление данного определения, безусловно, было серьезным шагом на пути к сохранению ценных исторических городов и поселений, однако оно выглядело достаточно размыто и, как следствие, нуждалось в доработке и уточнении.

Очевидно, что изучением исторических городов как комплексных объектов культурного наследия занимались еще до вступления в силу 73 Федерального Закона и закрепления соответствующего определения. Тогда, в научной среде использовали такие определения как «старый город» или «древний город». И только во второй половине XX века возникает и закрепляется понятие «исторический город». В 1970 году выходит постановление коллегии Министерства РСФСР и государственного комитета Совета Министров России, где впервые в отечественном законодательстве используется понятие «исторический город». В постановлении приводится определение понятия, где значится, что: к историческим относятся «города (или другие населенные пункты), имеющие архитектурные памятники, градостроительные ансамбли и комплексы, являющиеся памятниками истории и культуры, а также сохранившиеся природные ландшафты и древний культурный слой земли, представляющий археологическую и историческую ценность» [9].

Не трудно заметить, что в определении сделан акцент на архитектурно-градостроительные характеристики. Это можно объяснить по нескольким причинам: в исторических городах преобладают больше архитектурные памятники, а также следует учесть тот факт, что сам проект постановления разрабатывался сотрудниками научно-проектного института реконструкции исторических городов. При составлении данного определения авторами не привлекались сторонние специалисты с других областей, в результате чего был упущен существенный момент – междисциплинарный характер изучения исторического города. В результате определение получило односторонний характер, вызвала немало дискуссий в научных кругах и, определенно, нуждалось в дополнении.

В начале 1980-х гг. были предприняты попытки по конкретизации понятия «исторический город».

В 1980 году два известных архитектора, специалиста в сфере историко-градостроительного наследия К.Ф. Князев и В.А. Лавров выпустили «Руководство по планировке и застройке городов с памятниками истории и культуры». В работе авторами приводится определение, исходя из которого, к историческим следует относить поселения, которые «имеют значительное количество памятников архитектуры» [10]. Отдельного внимания заслуживает классификация исторических городов, приведенная в данном руководстве, которая, вероятно, была единственной на то время. В ее основу авторы заложили степень ценности архитектурно-градостроительного наследия, исходя из которой, были выделены три группы.

В 1987 году профессор Ю.В. Ранинский, будучи заведующим кафедрой реконструкции и градостроительной реставрации Московского архитектурного института, отметил: «исторический

город» следует рассматривать как «комплексный памятник истории и культуры» [11].

В 1990-е гг. началась разработка проекта нового закона об охране культурного наследия, в котором отдельное внимание уделялось «историческим городам» [12]. На тот момент было разработано несколько редакций закона, каждая из которых содержала раздел, посвященный «историческим городам». При этом было несколько вариантов определения данного понятия. Однако принятие указанного закона затянулось.

После принятия в 2002 году Федерального закона №73, ввиду того, что официальное определение «исторического поселения» было не полным и вызывало немало вопросов среди научного сообщества, продолжались попытки дать более полное и ёмкое определение.

В 2009 году В.Р. Крогиус [13] дал развернутую трактовку понятия исторического поселения: «возникшее (или основанное) в достаточно отдаленный период времени и продолжающее функционировать городское поселение...». Затем автором приведено ряд признаков для выявления исторических поселений, среди которых: значение и роль в истории страны; концентрация выдающихся образцов архитектурно-градостроительного наследия; взаимодействие и взаимосвязь составных элементов друг с другом; единство территориального комплекса природного и культурного наследия; наличие традиционного быта, промыслов в жизни населения и др.

Несмотря на все попытки научного сообщества привлечь внимание властей к проблемам, которые образовались вокруг исторических городов ввиду недостаточной проработки законодательства, это не привело к значительным результатам. Таким образом, с 2002 года трактовка рассматриваемого понятия оставалась неизменной.

В 2010 году был утвержден новый список исторических поселений федерального значения, который включал в себя всего 41 населенный пункт, 39 из которых были представлены городами [14]. Причина такого значительного сокращения перечня в приказе отсутствует.

В 2012 году в Федеральный закон № 73, вместе с Градостроительным кодексом Российской Федерации были внесены поправки и дополнения, которые также относятся и к формулировке понятия «историческое поселение». С учетом новой редакции, официальное определение являющееся актуальным и на сегодняшний день, звучит следующим образом: «историческим поселением являются включенные в перечень исторических поселений федерального значения или в перечень исторических поселений регионального значения населенный пункт или его часть, в границах которых расположены объекты культурного наследия, включенные в реестр, выявленные объекты культурного наследия и объекты, составляющие предмет охраны исторического поселения».

В международной практике формирование понятия «исторический город», как и подходов к организации деятельности по их сохранению, можно проследить в документах ЮНЕСКО и ИКОМОС.

Международная правовая система в сфере охраны исторических городов начала формироваться во второй половине XX века. Становление самого понятия «исторический город» прошло ряд этапов, начиная с 1954 года. На Гаагской конвенции ЮНЕСКО «О защите культурных ценностей в случае вооруженного конфликта» 1954 года впервые были признаны: территориальные комплексы как объекты культурного наследия и предметы охраны; впервые введено понятие «архитектурные ансамбли»; дано определение понятия «исторического города» как сложного, многокомпонентного комплекса, который включает в себя как материальные, так и нематериальные компоненты [15].

Сохранение крупных территориальных комплексов как объектов культурного наследия получило дальнейшее развитие в принятых ЮНЕСКО в 1972 году: Конвенции «Об охране Всемирного культурного и природного наследия» и Рекомендациях «Об охране культурного и природного наследия в национальном плане», которые, в свою очередь, взаимосвязаны друг с другом. Документы содержали почти одинаковую трактовку видов объектов культурного наследия: «группы изолированных или объединенных строений, архитектура, единство или связь с пейзажем которых представляют выдающуюся универсальную ценность с точки зрения истории, искусства или науки» [16].

Значительный этап в признании и характеристике крупных территориальных комплексов как объектов культурного наследия был в 1976 году при принятии ЮНЕСКО «Рекомендаций о сохранении и современной роли исторических ансамблей». В документе исторические города рассматривались как ансамбли, которые необходимо «рассматривать в совокупности как единое целое, равновесие и особый характер которого зависят от синтеза составляющих его элементов и которое включает деятельность людей, а также здания, структуру пространства и окружающие зоны». В рекомендациях также делался акцент на «...важность понимания исторических городских районов в их социальном и культурном контексте, не ограничиваясь рассмотрением только материальной составляющей этого наследия» [17]. Таким образом, исторические города были приравнены к ансамблям, что в свою очередь, делало их частью историко-культурного наследия. В то же время исторические города характеризовались как самостоятельный вид культурного наследия, для которых была характерна общность и единство всех его составляющих.

Итог многолетнего международного опыта в признании исторических городов как комплексного

объекта культурного наследия был подведен в 1987 году на 8-й Генеральной Ассамблее Международного совета по охране памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС) в Вашингтоне. Тогда была принята Международная хартия по охране исторических городов (перевод с английского оригинала - ... городов и районов). Данный документ окончательно закрепил и установил статус исторических городов как комплексного объекта культурного наследия, нуждающегося в сохранении.

## ВЫВОДЫ

Рассмотрев процесс становления и развития отечественного и международного законодательства в области сохранения культурного наследия исторических городов и поселений, подведём некоторые итоги.

С момента появления в законодательстве нашей страны понятия «историческое поселение», сформировались определенные подходы и механизмы по их охране. Эти подходы, помимо базового Федерального закона № 73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», отражены также в Градостроительном и Земельном кодексах РФ.

В нашем законодательстве, в отличие от международного, отсутствует понятие «исторический город», а используется понятие «историческое поселение», в связи с чем, многие в научном сообществе поставили знак равенства между данными понятиями.

Однако само определение понятия «исторические поселения» нуждается в корректировке и уточнении. Так, согласно актуальной редакции Федерального закона №73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», историческими поселениями являются «включенные в перечень исторических поселений...». Таким образом, согласно определению, основным идентификатором исторического поселения является его включение в перечень исторических поселений.

Исходя из проведённого анализа, авторами предлагается следующее изложение понятия: «Историческое поселение – населенный пункт или его часть, со времени возникновения или с даты создания которого прошло не менее ста лет и продолжающий функционировать, характеризующийся высокой концентрацией и степенью сохранности материальных и духовных свидетельств прошлого, в границах которого находятся объекты культурного наследия, включенные в реестр, выявленные объекты культурного наследия, население которого ведет традиционный образ жизни и в совокупности с природно-ландшафтными характеристиками представляет единый территориальный комплекс».

Открытым так же является вопрос, связанный с резким сокращением списка исторических поселений. На текущий момент в перечне исторических поселений федерального значения на территории Российской Федерации находится всего 44 города, при том, что реально исторических городов насчитывается несколько сотен.

Еще одним белым пятном для РФ является сохранившееся историческое градостроительное ядро любого населенного пункта, имеющее исторический облик, планировку территории, особый характер застройки. Целесообразно законодательно закрепить его статус и установить охранные регламенты для его сохранения. Так, например, на территории Крыма «исторические ареалы» были закреплены и утверждены до принятия Республики Крым в состав Российской Федерации в соответствии с украинским законодательством. Исторические ареалы были отображены в генеральных планах населенных пунктов. В настоящее время статус этих территорий утрачен, что привело к значительным строительным вмешательствам и изменению облика. Применение зарубежного опыта помогло бы остановить застройку особо ценной сохранившейся планировки и застройки.

В заключении отметим, что особое внимание в памятникоохранном деле по сохранению исторических поселений следует уделять их дальнейшему развитию, которое должно заключаться в балансе между традициями и новациями, ведь в исторических поселениях должно соединяться прошлое, настоящее и будущее.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крогиус В.Р. Исторические города России как феномен ее культурного наследия. М.: Прогресс-Традиция, 2009. С. 30.
2. Сидорова В.В. Исторические города России: вопросы сохранения, развития и творческого планирования // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 10 (62). С. 7-20.
3. Косенкова Ю.Л. Реконструкция исторических городов в послевоенный период // «Зодчий 21 век». 2005. N 3-4 (19-20). С. 8.
4. Крогиус В. Р. Указ. соч. С. 31.
5. Список городов и других населённых мест РСФСР: [Электронный ресурс]: Российский Союз Исторических Городов и Регионов: [Сайт]: URL: [http://www.rossigr.narod.ru/170399/4\\_5.html](http://www.rossigr.narod.ru/170399/4_5.html) (дата обращения: 08.12.2022).
6. Список городов и других населённых мест РСФСР: [Электронный ресурс]: Российский Союз Исторических Городов и Регионов: [Сайт]: URL: <https://rosrest.com/wp-content/uploads/2018/06/Постановление-коллегии-Минкультуры-РСФСР-Список-исторических-населенных-мест-РСФСР.doc> (дата обращения: 08.12.2022).
7. Постановление Правительства РФ от 26 ноября 2001 г. N 815 «О федеральной целевой

программе «Сохранение и развитие архитектуры исторических городов (2002 - 2010 годы)»: [Электронный ресурс]: Справочная правовая система КонсультантПлюс: [Сайт]: URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=240846&dst=100001#j0cNQSTgjc5wiGy2> (дата обращения: 08.12.2022).

8. Федеральный закон N 73-ФЗ от 25 июня 2002 г. «Об охране объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации»: [Электронный ресурс]: Справочная правовая система КонсультантПлюс: [Сайт]: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37318/5fcf10985c8ef6a435ced85e4de742c4f59d330e/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/5fcf10985c8ef6a435ced85e4de742c4f59d330e/) (дата обращения: 12.12.2022).

9. Постановление Государственного комитета Совета министров РСФСР по делам строительства и Коллегии Министерства культуры РСФСР от 31 июля 1970 года N 36 «Об утверждении списка городов и других населённых мест РСФСР»: [Электронный ресурс]: Библиотека нормативно-правовых актов СССР: [Сайт]: URL: <http://www.libussr.ru/infdoc4.htm> (дата обращения: 12.12.2022).

10. К.Ф. Князев, В.А. Лавров. Руководство по планировке и застройке городов с памятниками истории и культуры. М.: «Стройиздат», 1980., С. 3.

11. Ранинский Ю.В. Историко-архитектурное наследие и проблемы теории. Градостроительная охрана памятников истории и культуры: сб. научн. трудов. М.: Стройиздат, 1983. С. 5.

12. Приказ Министерства культуры Российской Федерации, Министерства регионального развития Российской Федерации от 29 июля 2010 г. № 418/339 г. Москва «Об утверждении перечня исторических поселений» // СПС КонсультантПлюс. [Сайт]: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_105069/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_105069/) (дата обращения: 13.01.2023).

13. Крогиус В.Р. Исторические города России как феномен ее культурного наследия. М.: Прогресс-Традиция, 2009. С. 44.

14. Титаренко И.Н. Сохранение культурного наследия исторических поселений в России: история и современные проблемы. // Вестник Томского государственного университета. 2020. № 449. С. 177–184.

15. Конвенция об охране Всемирного культурного и природного наследия // Акты семнадцатой сессии генеральной конференции ЮНЕСКО, Louvain: ООН, 1973, Т. 1, С. 147.

16. Рекомендация об охране в национальном плане культурного и природного наследия // Акты семнадцатой сессии генеральной конференции ЮНЕСКО, Louvain: ООН, 1973, Т. 1, С. 159.

17. Definition of cultural heritage: References to documents in history // selected by J. Jokilehto// CCROM. 2005. P. 26.

## REFERENCES

1. Krogius V.R. Historical cities of Russia as a phenomenon of its cultural heritage. M.: Progress-Tradition, 2009. S. 30.

2. Sidorova V.V. Historical cities of Russia: issues of conservation, development and creative planning // Construction and technogenic safety. 2018. No. 10 (62). pp. 7-20.

3. Kosenkova Yu.L. Reconstruction of historical cities in the post-war period // "Architect of the 21st century". 2005. N 3-4 (19-20). S. 8.

4. Krogius V. R. Decree. op. S. 31.

5. List of cities and other populated places of the RSFSR: [Electronic resource]: Russian Union of Historical Cities and Regions: [Website]: URL: [http://www.rossigr.narod.ru/170399/4\\_5.html](http://www.rossigr.narod.ru/170399/4_5.html) (date of access: 08.12.2022).

6. List of cities and other populated places of the RSFSR: [Electronic resource]: Russian Union of Historical Cities and Regions: [Website]: URL: <https://rosrest.com/wp-content/uploads/2018/06/Resolution-board-Ministry-of-Culture-RSFSR-List-historical-populated-places-RSFSR.doc> (date of access: 08.12.2022).

7. Decree of the Government of the Russian Federation of November 26, 2001 N 815 "On the federal target program" Preservation and development of the architecture of historical cities (2002 - 2010) ": [Electronic resource]: Reference legal system ConsultantPlus: [Website]: URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=240846&dst=100001#j0cNQSTgjc5wiGy2> (accessed 08.12.2022).

8. Federal Law N 73-FZ of June 25, 2002 "On the Protection of Cultural Heritage Objects (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation": [Electronic resource]: Reference Legal System ConsultantPlus: [Website]: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37318/5fcf10985c8ef6a435ced85e4de742c4f59d330e/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/5fcf10985c8ef6a435ced85e4de742c4f59d330e/) (date of access: 12/12/2022).

9. Decree of the State Committee of the Council of Ministers of the RSFSR for Construction and the Collegium of the Ministry of Culture of the RSFSR dated July 31, 1970 N 36 "On Approval of the List of Cities and Other Populated Places of the RSFSR": [Electronic resource]: Library of regulatory legal acts of the USSR: [Website]: URL: <http://www.libussr.ru/infdoc4.htm> (date of access: 12/12/2022).

10. K.F. Knyazev, V.A. Lavrov. Guidelines for the planning and development of cities with monuments of history and culture. M.: Stroyszdat, 1980, p. 3.

11. Raninsky Yu.V. Historical and architectural heritage and problems of theory. Urban planning protection of historical and cultural monuments: Sat. teach. work. M.: Stroyizdat, 1983. S. 5.

12. Order of the Ministry of Culture of the Russian Federation, the Ministry of Regional Development of the Russian Federation dated July 29, 2010 No. 418/339 Moscow "On approval of the list of historical

settlements" // SPS ConsultantPlus. [Website]: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_105069/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_105069/) (date of access: 01/13/2023).

13. Krogus V.R. Historical cities of Russia as a phenomenon of its cultural heritage. M.: Progress-Tradition, 2009. S. 44.

14. Titarenko I.N. Preservation of the cultural heritage of historical settlements in Russia: history and modern problems. // Bulletin of the Tomsk State University. 2020. No. 449. P. 177–184.

15. Convention for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage // Acts of the seventeenth session of the General Conference of UNESCO, Louvain: UN, 1973, Vol. 1, S. 147.

16. Recommendation on the protection in the national plan of cultural and natural heritage // Acts of the seventeenth session of the General Conference of UNESCO, Louvain: UN, 1973, vol. 1, p. 159.

17. Definition of cultural heritage: References to documents in history // selected by J. Jokileito// CCROM. 2005. P. 26.

## DOMESTIC AND FOREIGN LEGISLATIVE FRAMEWORK IN THE FIELD OF PRESERVATION OF THE CULTURAL HERITAGE OF HISTORICAL SETTLEMENTS AND CITIES

Dedovets R.V.<sup>1</sup>, Sidorova V.V.<sup>2</sup>

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute "Academy of Construction and Architecture"  
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya street, 181,  
E-mail: <sup>1</sup>arhi128@yandex.ru, <sup>2</sup>nucikBBC@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of the review and analysis of normative and scientific literature, reflecting the domestic and international legal framework in the field of preserving the cultural heritage of historical settlements and cities. The study focuses on the process of formation of the concepts of "historical settlement" and "historical city" in the framework of domestic and international monument protection legislation. An edition of the concept of a historical settlement is proposed.

**Subject of research:** legislative base in the field of preservation of cultural heritage.

**Materials and methods:** this paper uses a set of general scientific logical research methods based on the analysis and systematization of data identified in the scientific and regulatory literature, information resources of developers and the media.

**Results:** according to the results of the study, it was found that the definition of the concept of "historical settlement", which is currently given in the Federal Law N 73-FZ "On the protection of cultural heritage objects (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation" needs to be adjusted and clarified. A new definition of the concept of "historical settlement" is proposed.

**Conclusion:** from the moment the concept of "historical settlement" appeared in the legislation of our country, certain approaches and mechanisms for their protection have been formed. These approaches, in addition to the basic Federal Law No. 73 "On objects of cultural heritage (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation", are also reflected in the Town Planning and Land Codes of the Russian Federation. An open question is related to the sharp reduction in the list of historical settlements. At the moment, there are only 44 cities in the list of historical settlements of federal significance on the territory of the Russian Federation, despite the fact that there are actually several hundred historical cities. In conclusion, we note that special attention in the conservation of historical settlements should be paid to their further development, which should be in a balance between traditions and innovations, because the past, present and future should be connected in historical settlements.

**Key words:** historical settlement, historical city, cultural heritage, monuments, protection of cultural heritage.



ПРИНЦИПЫ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРОДА  
СЕВАСТОПОЛЯПчельников<sup>1</sup> В.Н., Брезе<sup>2</sup> С.А.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
Институт «Академия строительства и архитектуры»  
295493 Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
<sup>2</sup>ООО «Институт проектирования и строительства»,  
198215, г. Санкт-Петербург ул. Счастливая д. 17 лит А., пом. 6-Н,  
E-mail: <sup>1</sup>pchelnikov@gmail.com; <sup>2</sup>s.a.breze@mail.ru;

**Аннотация.** Слово живой организм город тоже находится в движении и развитии. В данной статье проводится анализ градостроительных факторов, на основании которых демонстрируется принцип объемно-пространственного планирования города путем проведения анализа исходных данных и выявления особенностей города. В данной работе авторы анализируют город Севастополь, изучая особенности, присущие городу на текущий момент существования и функционирования. Градостроительное исследование проводилось по методу: «Определение участков прогнозируемого развития общественных и жилой функции». На основании анализа населенного пункта выявлены принципы объемно-пространственного планирования города Севастополя, учитывающие приоритетные направления и зоны для его развития с учетом сложившихся ресурсного и архитектурно-художественного потенциала. Отличительной особенностью исследования является то, что применяемые методы и принципы анализа и объемно-пространственного планирования можно применять не только в рамках развития города, а также района, региона или страны. Область применения результатов исследования может распространяться на другие города, схожие с городом Севастополем по сложившимся условиям и особенностям. Выполненная работа направлена на то, чтобы продемонстрировать на что следует обращать внимание и на что необходимо опираться при решении развивать город с учетом выполняемых функций. В качестве перспективы развития работы может выступать разработка проекта планирования и развития нескольких городов с установлением взаимодействия между ними для скорейшего достижения целей.

**Предмет исследования.** Принципы объемно-пространственного планирования города на основании изучения его особенностей. Исследование направлено на выполнение анализа ресурсов города и разработка решений с учетом сложившейся функции, которую он выполняет.

**Материалы и методы.** Материалами для разработки статьи служат статистические данные по историческому формированию города, существующему состоянию города, исходные данные города для планирования направлений развития города. Метод исследования предполагает прогнозирование функционального развития отдельных участков городского центра с учетом сложившегося потенциала.

**Результаты.** По итогам исследования выявлены принципы объемно-пространственного планирования города Севастополя, определены перспективные направления и участки территории города для развития города.

**Выводы:** частый случай, когда город развивается без использования материально-технической базы, что приводит к низкой эффективности управления городским хозяйством. При разработке решений планировки и развития города должны обеспечиваться потребности всех видов деятельности города за счет развития соответствующих секторов. При таком подходе будут достигаться максимальные результаты поставленных целей.

**Ключевые слова:** принцип, планирование, развитие, исходные данные, потенциал.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день Севастополь на мировой арене выступает как основная сила военно-морского флота Черного моря, представляет из себя сформированный морской порт для ведения торговли и рыболовства, с развитой промышленной индустрией, представляющий интерес в области научного центра, а также центр притяжения в роли места рекреации и оздоровления. Город Севастополь как историческое поселение богат своей историей и культурой. На основании чего имеет статус города федерального значения для Российской Федерации.

Однако определив показатели социально-экономического развития города Севастополя и сравнив их со среднероссийскими значениями приходим к выводу, что по некоторым показателям Севастополь отстает от требуемого уровня.

Одной из причин этого явления являются применяемые методы по управлению города и городским хозяйством, которые не задаются целью повысить эффективность функционирования города. Такая ситуация наблюдается и при использовании ресурсного потенциала города, и в работе органов управления городом. Развитие города должно быть нацелено на обеспечение в максимальной мере потребностей всех направлений деятельности города на федеральном уровне. Достижение таких поставленных целей возможно путем развития соответствующих направлений экономики в масштабах региона: развитие инфраструктуры города, расширение возможностей жилищно-коммунального фактора, прогресс в области строительства, транспортная инфраструктура и прочие сектора, поддерживающие спрос федерального уровня.

Будущее города Севастополя зависит от изменений структуры города в сторону

производительных видов деятельности. Прибегая к такому подходу ведения экономической политики становится осуществимым решение насущных проблем, дальнейшего развития города и повышения уровня и качества жизни его населения.

Реализация этой тактики придает толчок к модернизации материально-технической базы города, восстановлению трудового потенциала предприятий, способствующему увеличению объемов производства традиционных для города Севастополя видов деятельности.

Цель исследования: исследовать исходные данные для развития города Севастополя. Определить перспективные направления развития. Выявить принципы объемно-пространственного планирования города Севастополя.

Задачи исследования:

- изучить и проанализировать градостроительную ситуацию города Севастополя в части промышленных, складских, коммунально-складских зон;

- определить в каких направлениях хозяйственной деятельности г. Севастополь имеет свои особенности;

- определить возможности планировочного развития на основании социально-экономической направленности и особенностей города

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Авторами статьи была проанализирована научно-исследовательская литература, посредством которой были сформированы основные принципы планировочной структуры города. Для исследования мирового опыта по градостроительному развитию приморских курортов, изучения вопросов развития и планирования городов были изучены публикации авторов: Маслий В.В. [1]; Сидоровой В.В. [2]; Живицы В.В. [3]; Сорокиной Н.А. [3]; Казьминой А.И.[4]; Корой Е.И.[4]; Суворов А.И. [5]; Эрайзер А.А. [5]; Куприй А.П. [6]; Жиленко О.Б. [7]; Ниметуллаева У.М. [7]; Нагаева З.С. [8]; Малаховская А.И. [8].

В научной статье Маслий В.В. и Сидоровой В.В. «Мировой опыт по градостроительному развитию приморских курортов» [1] проводится анализ отечественного и зарубежного опыта возникновения приморских курортов. В результате анализа дано определение термину «принцип градостроительного развития», выявлены общие проблемы для зарубежных и отечественных приморских курортов, выведены основные принципы градостроительного развития приморских городов.

В научной статье Сидоровой В.В. «Исторические города России: вопросы сохранения, развития и творческого планирования» [2] были выявлены главные проблемы сохранения и развития исторических городов России. Проанализированы подобные проблемы и их решения с мировым опытом. Автором статьи были выявлены рекомендации по

развитию и планированию исторической среды города.

Живица В.В. и Сорокина Н.А. в своей публикации «Принципы территориально-планировочного размещения туристических кластеров в Республике Крым» [3] рассмотрели понятие туристического кластера, провели анализ в опыте создания данных объектов в мировом масштабе, привели рекомендации к размещению и принципы планирования данных объектов в Крыму.

Казьмина А.И. и Корой Е.И. в научной статье «Проблемы реализации принципов и стратегий, направленных на устойчивое городское развитие» [4] изучили и вывели нюансы эффективного развития городов по Новой программе ООН. Приняты решения по устранению проблем эффективного развития городов.

Проведен анализ нормативно-правовых документов по реконструкции общественных пространств границах прибрежной территории авторами Сидоровой В.В., Живицей В.В., Суворовым А.И. и Эрайзер А.А. в статье «Принципы реконструкции общественных пространств в границах прибрежных территорий, на примере пгт. Черноморское Республики Крым» [5]. Изучены проблемы набережных пространств и проблемы их реконструкции. После этого авторы сформулировали основные принципы и рекомендации по реконструкции данных территорий.

В научной статье «Генерализированные социально-культурные потребности в системе организации приморской набережной города Алушта» [6] А.П. Куприй и В.В. Сидорова изучили социально-культурные потребности и возможности населения при обновлении и поддержании структуры и уникальных качеств среды курорта города Алушты. На основании результатов изучения было составлено проектное задание на реконструкцию.

О.Б. Жиленко и У.М. Ниметуллаева в своей публикации «Адаптация существующих зданий к новой функции» [7] рассмотрели возможность и перспективы использования старых зданий для выполнения новых функций. Также авторы разработали рекомендации по адаптации зданий к новой функции.

В научной статье Нагаева З.С., Живица В.В. и Малаховская А.И. «Анализ санаторно-курортных комплексов Южного берега Крыма с целью выведения общих рекомендаций по их реконструкции» [8] рассмотрели и провели анализ истории развития санаторной и туристической отрасли в Республике Крым. По итогам исследования авторы статьи дали рекомендации, нацеленные на пересмотрение архитектурно-градостроительной концепции, благоустройства и функционального наполнения санаторно-курортных комплексов.

В очередной публикации Казьмина А.И. совместно с Корой Е.И. в статье «Проблемы реконструкции курортных комплексов с решением

правильного взаимодействия имеющейся природной и создаваемой искусственной среды» [9] рассмотрели вопросы предпроектных исследований до начала реконструкции курортных комплексов Черноморского побережья. Были сделаны общие выводы по решению данных вопросов.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В ходе исследования с целью разработки принципов объемно-пространственного планирования города Севастополя был проведен анализ исторически сложившихся и сформированных на данный момент времени исходных данных города. Методом градостроительного исследования принят «Определение участков прогнозируемого развития общественных и жилой функции» города Севастополя. По итогам исследования были определены функции, которые выполняет Севастополь. Опираясь на эти функции были разработаны принципы планирования города Севастополя для дальнейшего развития. В процессе подбора материалов по теме публикации и анализа полученных результатов применены следующие научные методы: дедукции, статистический, теоретического анализа и синтеза, формирующие системный подход в определении вектора развития городской среды.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ**

На основании предоставленных статистических данных, их анализ позволил сделать выводы, которые достаточно конкретно определяют основные проблемы экономики и социальной сферы города Севастополя в современном мире и определяют перспективные направления его развития.

Определив особенности Севастополя, представляется возможным проведение сравнения с другими городами по всесторонним социально-экономическим показателям. Для этого необходимо проанализировать показатели жизнедеятельности схожих с Севастополем населенных пунктов. К таким ключевым особенностям в случае города Севастополя относятся:

- 1) позиционирование города в роли геостратегического центра страны;
- 2) введенные от имени государства особые режимы и условия ведения хозяйственной деятельности (ФЦП развития Республики Крым и города Севастополя);
- 3) наличие университета как образовательной доминанты города;
- 4) активное участие в жизни города морского порта;
- 5) наличие и популярность местного вида туризма, чаще всего курортного;

6) благоприятные природно-климатические условия.

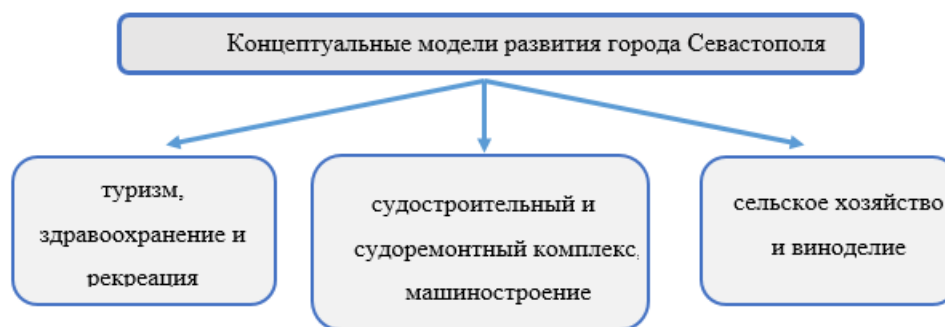
Определены основные конкурентные преимущества Севастополя:

- благоприятное географическое положение;
- активная работа морского порта;
- достаточная развитость транспортной инфраструктуры города;
- благоприятные природно-климатические условия;
- созданные условия для ведения винодельческой отрасли;
- мировая популярность Севастополя как исторического центра;
- наличие отрасли туризма в городе и существующий потенциал к его развитию;
- обширная развитость предприятий судостроения и судоремонта;

Городов, отвечающих условиям для сопоставительного анализа с городом Севастополем, в России немного, что еще раз подчеркивает уникальное положение города. К таким городам и регионам могут быть отнесены Калининградская область и город Калининград (флот, порт, промышленность, образование, туризм), город Сочи (туризм, порт) и город Владивосток (порт, промышленность, образование, туризм, флот). В мире сопоставимыми городами по приведенному набору ключевых особенностей можно считать города Норфолк (США), Гонолулу (США), Тулон (Франция) и Хайфу (Израиль).

В сложившихся условиях выбор направлений развития города Севастополя основывается на том природно-ресурсном потенциале, которым город обладает, а это и географическое положение, и природно-климатические условия, и уровень развития инфраструктуры (земли, воды, рекреационных территорий). В городе Севастополе основывается Черноморский флот ВМФ России, и жизнедеятельность города напрямую зависит от деятельности флота. Морская граница города Севастополя по протяженности в 1,5 раза превосходит сухопутную, из-за чего город полностью попадает под действие программы Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года и Морской доктрины Российской Федерации.

Выявленные принципы объемно-пространственного планирования города Севастополя заключаются в следующем. Город Севастополь может развиваться в следующих стратегических рамках – военный центр и город федерального значения, сухопутный регион с стабильным туристическим потоком, город рекреационного значения, производство винодельческой продукции собственной торговой марки, стабильные заказы для судостроения и судоремонта от имени Минобороны России и гражданского назначения. Следовательно, планирование города должно обеспечить возможность реализации потенциала Севастополя в этих направлениях.



**Рис. 1** Концептуальные модели развития города Севастополя  
**Fig. 1** Conceptual models of the development of the city of Sevastopol

Город Севастополь достаточно развит и имеет достаточную базу, основу для развития этих моделей, однако предстоит дополнительно обеспечить создание необходимых условий для дальнейшего развития выбранных направлений.

Следует разработать проекты планировки города, в которых будут учтены выявленные особенности и преимущества. Разработанная проектная документация должна отражать необходимый порядок действий для придания Севастополю следующих функциональных ролей:

- 1) делового центра;
- 2) туристического-оздоровительного центра;
- 3) транспортно-логистического центра;
- 4) культурно-досугового центра;
- 5) военного центра.

#### **Судостроительный и судоремонтный комплекс. Машиностроение.**

Основные перспективные планы развития в Севастополе отрасли судоремонта и судостроения заключаются в исполнении двух основополагающих условий: реконструкция и реновация функционирующих предприятий судостроения и судоремонта в городе, активное получение заказов со стороны гражданского и военного флота, обеспечение роста оснащения города транспортной и энергетической инфраструктурой. При изучении вопроса о существующем состоянии производственных объектов, стратегически важных для города Севастополя выяснилось, что многие из них используются в состоянии первоначальной постройки и по меркам нынешнего уровня развития физически и морально устарели. Нецелесообразное использование площадей, неправильно сформированная объемно-пространственная планировка, устаревшие методы и технология работы – все это приводит к низким показателям мощностей и производительности и демонстрирует неправильное использование ресурсов и потенциала. Самыми перспективными и рациональным в плане развития и модернизации являются территории Камышовой бухты, в которой располагается морской порт, Корабельная бухта, бухта Доковская, Бухта Инкерманская, бухта Круглая, бухта Абрамова. Следует рассмотреть

возможность развития данных производственных площадок и функционирующих предприятий.

#### **Туризм, здравоохранение и рекреация.**

Для придания городу Севастополю облика делового центра, города туризма, богатого своей культурой и местом проведения досуга, предстоит обеспечить выполнение соответствующих стратегических задач:

- 1) формирование делового центра;
- 2) создание научно-образовательной базы;
- 3) расширение возможностей и реализация курортно-оздоровительного потенциала города;
- 4) развитие необходимой инфраструктуры.

Благодаря своему географическому положению Севастополь прекрасно подходит для создания базы оздоровительного и рекреационного назначения. Солёный морской воздух Севастополя крайне полезен для людей, нуждающихся в лечении хронических заболеваний дыхательной системы. В парковых зонах города растёт немало хвойных деревьев, которые выделяют фитонциды, обеззараживающие воздух.

В этом плане город уже имеет необходимые природные ресурсы и достаточное количество учреждений подходящей категории. Туристский комплекс г. Севастополя составляют: 49 км пляжей, более 200 санаторно-курортных объектов, включая 5 санаториев-профилакториев, 10 пансионатов отдыха, 6 оздоровительных комплексов, 19 детских оздоровительных лагерей, 4 автокемпинга, свыше 80 баз отдыха, осуществляющих единовременный прием более 13 тысяч человек организованных отдыхающих.

Идеальным решением по организации центров здравоохранения и рекреации является застройка территорий, граничащих с водным пространством. Так как Крым является полуостровом, то таких мест в том числе и в Севастополе достаточно для возможной эксплуатации. Круглая бухта и бухта Абрамова отличные «кандидаты» для крупной застройки как жилых домов, так и оздоровительных центров, и санаториев. В 2019 году начались работы по благоустройству пляжей в этих бухтах, что привлекло внимание застройщиков и в 2020 году в бухте Абрамова уже началась массовая застройка береговой линии.

При этом существует ряд важных проблем:

- большая часть объектов находятся в неудовлетворительном, частично аварийном состоянии, требующего ремонта для полноценного функционирования;

- недостаточно квалифицированный персонал, задействованный в туристской индустрии;

- доходы, полученные при оказании услуг неорганизованным туристам, не поступают в бюджет.

Выявленные проблемы и особенности развития туристической отрасли объясняют важность полноценной поддержки и выполнения поставленных задач.

#### **Сельское хозяйство и виноделие.**

Ключевыми исходными данными, позволяющими развить в городе Севастополе отрасль виноделия мирового уровня, являются сложившиеся природно-климатические и ландшафтные факторы территории региона, позволяющие производить широкое разнообразие вин высокого качества. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения на территории города федерального значения Севастополя составила 21 018 га. Модернизация отрасли виноделия на восстановленной сырьевой базе позволит увеличить ассортимент туристских услуг города Севастополя и будет оказывать содействие в популяризации торговой марки «Terroir Sevastopol», и, соответственно, продвижению Севастополя как города, где производится винодельческая продукция высокого и премиального качества. В Балаклаве функционирует винодельческий завод торговой марки «Золотая Балка». Виноградники «Золотой Балки» уже более ста лет снабжают завод необходимым сырьем. Проведя необходимую модернизацию используемой территории, будут увеличены объемы добычи винограда и соответственно объем выпускаемой заводом продукции. Такие же мероприятия необходимо провести с винзаводом «Инкерман». Данные работы позволят развивать собственную торговую продукцию города Севастополя.

#### **ВЫВОДЫ**

Севастополь – геостратегический, промышленный, культурно-исторический, гуманитарный и туристический центр России на Черном море, город, где созданы все условия чтобы жить, работать, учиться, творить и отдыхать.

Принципиальные решения объемно-пространственного планирования города Севастополя нацелены на реализацию следующих вероятностных схем:

1) сфера туризма, здравоохранения и рекреации – сравнив перспективные зоны Севастополя на Рис. 3 с существующим состоянием на Рис. 2 можно заметить, что самой перспективной и многообещающей считается холмистая территория Балаклавского района вдоль Черного моря. В данной местности имеется Балаклавский подземный музейный комплекс и достопримечательность Крепость Чембало, Батарея №19, охотничий домик князя Юсупова и Аллея Памяти;

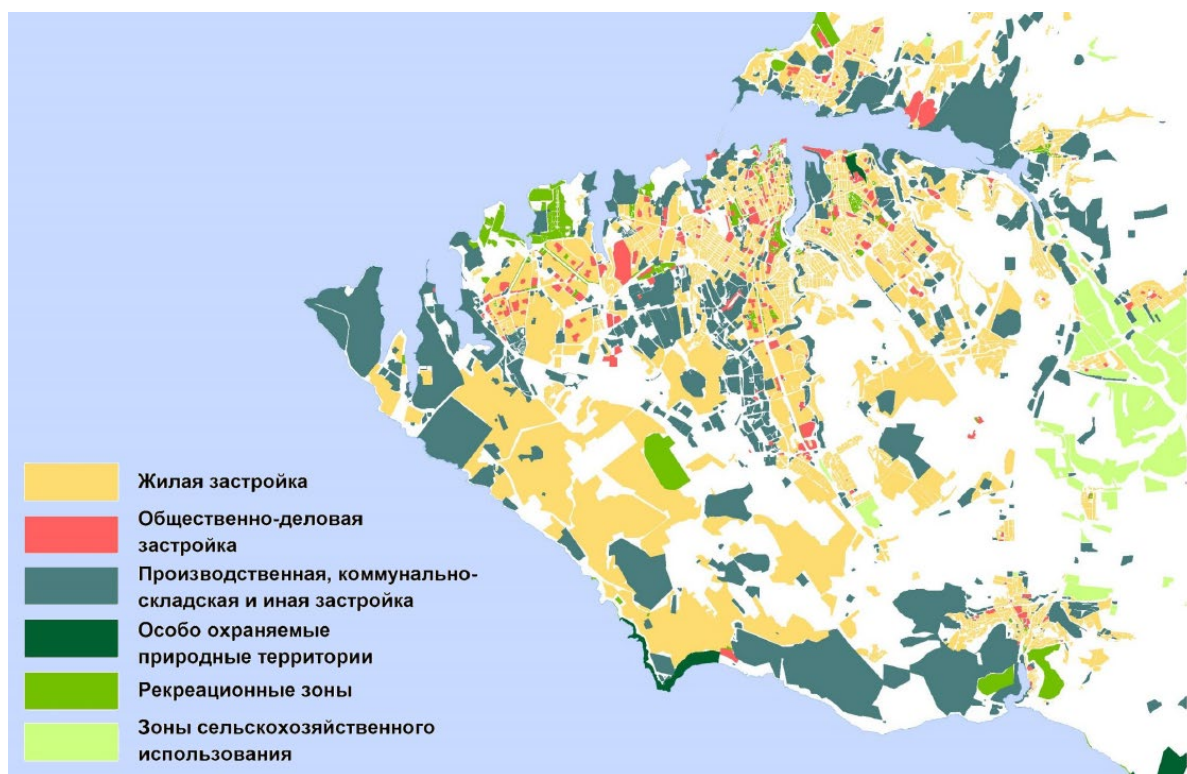
2) судостроительное производство – строительство новых судов и ремонт существующей базы плавсредств. На территории города Севастополя функционируют восемь судостроительных и судоремонтных предприятий, самыми перспективными из которых являются Филиал «Севастопольский морской завод» ОАО «ЦС «Звездочка» и ФГУП «13 СРЗ ЧФ» МО России, а также четыре предприятия по производству судового оборудования;

3) сельскохозяйственные предприятия – в первую очередь попадают винодельческие заводы «Золотая Балка» и «Инкерман». Проведение модернизации на данных площадках откроет новые возможности в популяризации местной продукции за пределами Крымского полуострова;

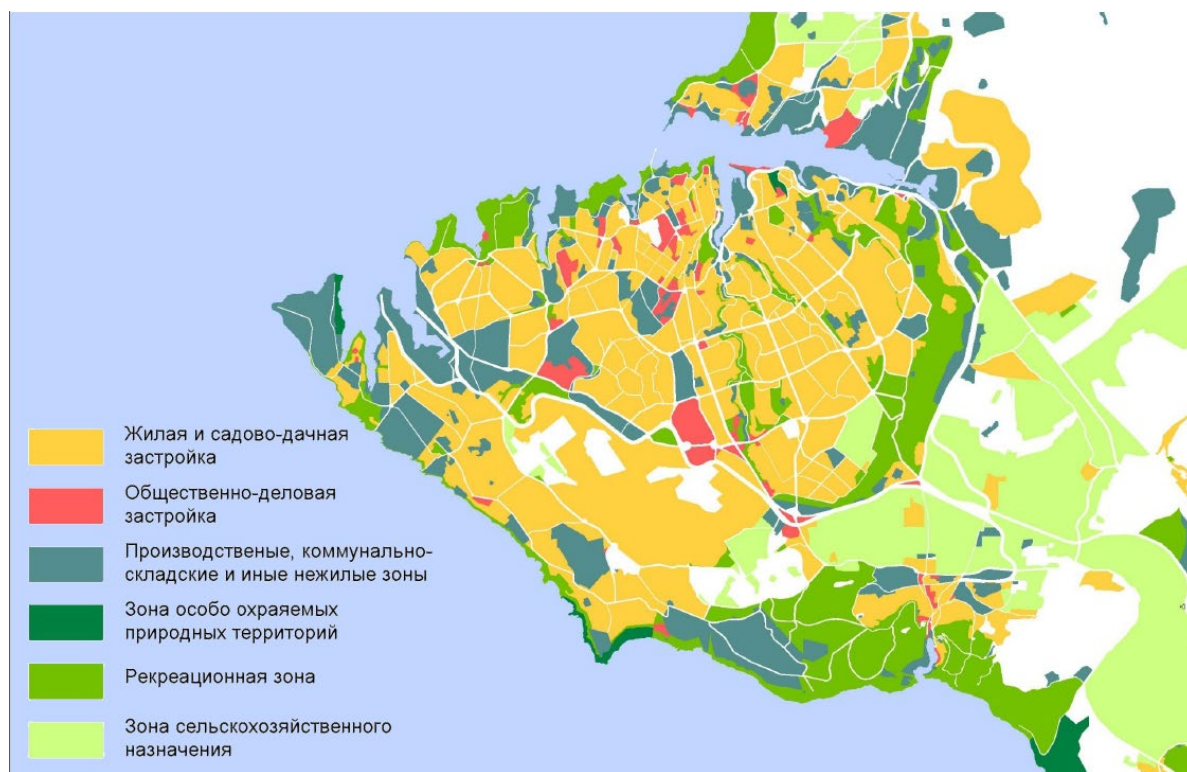
4) реконструкция существующих зон промышленных предприятий путем модернизации, уплотнения, переноса/объединения производственных мощностей;

5) развитие транспортной инфраструктуры с учетом перспективных корректировок Генерального плана г. Севастополя. Для развития транспортной структуры в целях полноценного развития города следует обеспечить пропуск перспективных объемов движения автомобильного транспорта, удовлетворить потребности пассажиров в сообщениях между отдельными районами города, разгрузить центральную часть города.

Решения планировки города, способствующие развитию города обеспечивают улучшение качества жизни населения, рост его благосостояния. Все составляющие качества жизни при переходе к гармоничному развитию будут сбалансированы, при этом необходимо предусмотреть сохранение городских ресурсов.



**Рис. 2** Современное использование городских территорий  
**Fig. 2** Modern use of urban areas



**Рис. 3** Перспективное зонирование территории города Севастополя  
**Fig. 3** Prospective zoning of the territory of the city of Sevastopol

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслий В.В., Сидорова В.В., Мировой опыт по градостроительному развитию приморских курортов // Строительство и техногенная безопасность. – 2017. -№6. – С. 26-29.
2. Сидорова В.В., Исторические города России: вопросы сохранения, развития и творческого планирования // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. -№10. – С. 7-19.
3. Живица В.В., Сорокин Н.А., Принципы территориально-планировочного размещения туристических кластеров в Республике Крым // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. -№11. – С. 15-25.
4. Казьмина А.И., Корой Е.И., Проблемы реализации принципов и стратегий, направленных на устойчивое городское развитие // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. -№13. – С. 7-10.
5. Сидорова В.В., Живица В.В., Суворов А.И., Эрайзер А.А. Принципы реконструкции общественных пространств в границах прибрежных территорий, на примере пгт. Черноморское Республики Крым // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. -№22. – С. 29-42.
6. Куприй А.П., Сидорова В.В., Генерализованные социально-культурные потребности в системе организации приморской набережной города Алушта // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. -№21. – С. 7-15.
7. Жиленко О.Б., Ниметуллаева У.М., Адаптация существующих зданий к новой функции // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. -№21. – С. 17-26.
8. Нагаева З.С., Живица В.В., Малаховская А.И. Анализ санаторно-курортных комплексов Южного берега Крыма с целью выведения общих рекомендаций по их реконструкции // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. -№20. – С. 5-13.
9. Казьмина А.И., Корой Е.И. Проблемы реконструкции курортных комплексов с решением правильного взаимодействия имеющейся природной и создаваемой искусственной среды// Строительство и техногенная безопасность. – 2019. -№15. – С. 15-20.

## REFERENCES

1. Masliy V.V., Sidorova V.V., World experience in urban development of seaside resorts // Construction and technogenic safety. - 2017. -No. 6. – pp. 26-29.
2. Sidorova V.V., Historical cities of Russia: issues of preservation, development and creative planning // Construction and technogenic safety. – 2018. -No.10. – pp. 7-19.
3. Zhivitsa V.V., Sorokin N.A., Principles of territorial planning placement of tourist clusters in the Republic of Crimea // Construction and technogenic safety. – 2018. - No. 11. – pp. 15-25.
4. Kazmina A.I., Koroy E.I., Problems of implementation of principles and strategies aimed at sustainable urban development // Construction and technogenic security. - 2018. -No.13. – pp. 7-10.
5. Sidorova V.V., Zhivitsa V.V., Suvorov A.I., Erizer A.A. Principles of reconstruction of public spaces within the boundaries of coastal territories, on the example of a village. Black Sea Coast of the Republic of Crimea // Construction and technogenic safety. – 2021. - No. 22. – pp. 29-42.
6. Kupriy A.P., Sidorova V.V., Generalized socio-cultural needs in the organization system of the seaside embankment of the city of Alushta // Construction and technogenic safety. - 2021. –No.21. - pp. 7-15.
7. Zhilenko O.B., Nimetullayeva U.M., Adaptation of existing buildings to a new function // Construction and technogenic safety. - 2021. -No.21. – pp. 17-26.
8. Nagaeva Z.S., Zhivitsa V.V., Malakhovskaya A.I. Analysis of sanatorium-resort complexes of the Southern coast of Crimea in order to derive general recommendations for their reconstruction // Construction and technogenic safety. – 2021. - No. 20. – pp. 5-13.
9. Kazmina A.I., Koroy E.I. Problems of reconstruction of resort complexes with the solution of the correct interaction of the existing natural and created artificial environment// Construction and technogenic safety. – 2019. - No. 15. – pp. 15-20.

## PRINCIPLES OF SPATIAL PLANNING OF THE CITY OF SEVASTOPOL

Pchel'nikov<sup>1</sup> V.N., Breze<sup>2</sup> S.A.

<sup>1</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute "Academy of Construction and Architecture"  
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya street, 181,

<sup>2</sup>LLC "Institute of Design and Construction",  
198215, St. Petersburg, 17 Schastlivaya str., lit. A., room 6-N,  
E-mail: <sup>1</sup>pchel'nikov@gmail.com; <sup>2</sup>s.a.breze@mail.ru;

**Abstract.** Like a living organism, the city also needs movement and development. In this article, an analysis of urban planning factors is carried out, on the basis of which the principle of spatial planning of the city is demonstrated based on the analysis of initial data and the identification of city features. In this paper, the author analyzes the city of Sevastopol, studying the features inherent in the city at the current moment of existence and functioning. The method of urban planning research is used to determine the areas of the projected development of public and residential functions. According to this method, based on the analysis of the settlement, priority directions and zones for the development of the city of Sevastopol were identified, taking into account the existing resource and architectural and artistic potential. A distinctive feature of the article is that the applied methods and principles of analysis and spatial planning can be applied not only within the framework of city development, but also in the district, region and even the country. The scope of application of the research results may extend to other cities similar to the city of Sevastopol in terms of prevailing conditions and features. The work done is aimed at demonstrating what to pay attention to and what to rely on when deciding to develop the city taking into account the functions performed. The development of a project for the planning and development of several cities with the establishment of interaction between them for the speedy achievement of goals can serve as a prospect for the development of the work.

**Subject of research.** Principles of spatial planning of the city based on the study of its features. The research is aimed at analyzing the resources of the city and developing solutions taking into account the existing function that it performs.

**Materials and methods.** The materials for the development of the article are statistical data on the historical formation of the city, the existing state of the city, the initial data of the city for planning the directions of development of the city. The research method involves forecasting the functional development of individual sections of the urban center, taking into account the existing potential.

**Results.** According to the results of the study, priority directions of the development of the city of Sevastopol have been identified, promising areas of the city's territory for spatial planning have been identified.

**Conclusions:** it is a frequent case when a city develops without using the material and technical base, which leads to low efficiency of urban management. When developing solutions for the planning and development of the city, the needs of all types of city activities should be met through the development of relevant sectors. With this approach, the maximum results of the set goals will be achieved.

**Key words:** principle, planning, development, initial data, potential.

УДК 711.168

## РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г.СИМФЕРОПОЛЬ)

Кучина М.А.<sup>1</sup>, Горбачева Г.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
Институт «Академия строительства и архитектуры»  
295493 Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
E-mail: <sup>1</sup>milaina\_al@mail.ru, <sup>2</sup>arhi\_tektor@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается значимость общественных пространств в формировании современной городской среды, отвечающей современным запросам общества. Авторы анализируют текущее состояние публичных мест и существующие на данный момент проблемы, связанные как с локальной спецификой, так и с глобальными трендами. Выявляется важность для городского населения социально-культурной, рекреационной и развлекательной функций общественных пространств. Автором используются методы сравнительного анализа, синтеза и обобщения информации, табличный способ представления статистических данных. Оценивается качество городской среды города. Заключается вывод о необходимости развития общественных пространств, отмечаются основные требования, позволяющие определить перспективные направления при проектировании подобных объектов. Общественные пространства крайне значимы для социальной жизни общества, семейного досуга, рекреации, взаимодействия и личностного развития человека, способствуют притоку частных инвестиций, формируют новые рабочие места, организуют досуг местных жителей и туристов, т.е. стимулируют развитие территории. Анализируется ряд проектных предложений по совершенствованию существующих общественных пространств города Симферополь.

**Предмет исследования.** Современные требования к общественным пространствам города.

**Материалы и методы.** В процессе изучения материалов по теме публикации применены методы: теоретического научного анализа и синтеза, практический метод, в частности – обзор и анализ литературных источников по проблемам функционирования и роли общественных пространств, изучение статистических показателей г. Симферополь, натурные исследования общественных пространств города.

**Результаты.** Проведен анализ общественных пространств и их недостатков, рассмотрены проблемы, связанные с локальной спецификой, изучены глобальные тренды проектирования общественных пространств, проведена оценка значимости общественных пространств в формировании городской среды, определены основные требования потребителей к общественным пространствам.

**Выводы:** Общественные пространства являются сложной структурой, содержащей в себе социальные, культурные и экономические процессы, что является их основной функцией, а без проектного применения запросов населения, и без модернизации данных мест до современных требований потребителя, их функция не будет реализована.

Современная развитая система общественных пространств, с многообразием представленных в ней функций, делает город привлекательным не только для населения, а также для гостей города, так как качество общественного пространства определяет качество жизни в городе.

**Ключевые слова:** общественные пространства; городская среда; комфортность городской среды; развитие территории; современный город.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время организация благоприятной и комфортной городской среды представляет собой одну из основ развития современного города и является показателем уровня и качества жизни населения.

Современный город многофункционален, он является не только местом для жизни, но и объединением различных видов деятельности человека, тесно взаимосвязанных между собой (дом, работа, отдых). При недостаточном внимании к развитию общественно-социальной среды, невозможно и развитие города в целом.

Общественное пространство как место, которое открыто и доступно для людей, выполняет важную социальную, культурную и экономическую функции, является неотъемлемым звеном планировочной системы города, элементом формирования комфортной городской среды и развития города.

Общественное пространство является одним из основных элементов системы «город», который способствует улучшению качества среды, формирует самобытный облик не только одной отдельно взятой территории, но и целого города.

Общественные пространства города являются важным архитектурным, культурным и эстетическим аспектами градообразования, привлекают туристические потоки и позволяют усилить инвестиционную привлекательность, как отдельных районов, так и города в целом.[1]

**Цель исследования:** выявление роли общественных пространств в структуре современного города, с учетом современного соцзапроса.

Задачи исследования:

- изучить и проанализировать научную литературу по теме исследования;
- изучить разновидности и классификацию общественных пространств;

- выявить значимость общественных пространств для города в рамках современного соцзапроса;
- описать общественные пространства города Симферополь;
- анализ проблематики и рассмотрение путей решения.

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Авторами была проанализирована научно-исследовательская литература. Для исследования городских общественных пространств были рассмотрены работы следующих зарубежных и отечественных авторов : Иконникова А.В. [20]; Акуниной Ю. А, Ваниной О. В. [21]; Вотинова М. А. [14]; Баталиной Т.С. [13]; Зазуля В.С. [1]; Вирта Л. [16]; Джекобс Дж. [17]; «The Hidden Wealth of Cities» [3]; Гройс Б. [19]; Капустина П.В., Задворянской Т.И., Соловец Е.В., Козлова А.Г. [18]; Р.Роджерс [5]; Кадырова Т.Э. [22].

В работе Иконникова А.В. «Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве», автор трактует понятие «общественное пространство» как архитектурное пространство, являющиеся преобразованным элементом окружающей среды, которое органично сформировано с помощью материальных элементов и предоставляет условия для организации жизнедеятельности общества, при этом являясь основой художественного языка и эстетической ценности архитектуры [20].

В публикации Акуниной Ю. А, Ваниной О. В. «Проектирование креативных общественных пространств: социально-культурный подход» под «общественным пространством» авторами понимается определённая общедоступная городская локация, которая имеет свои исторические и социокультурные особенности, и выступает в качестве центра культурной жизни горожан и создает креативную среду для удовлетворения досуговых потребностей граждан [21].

В научно-исследовательской работе Вотинова М. А. «Особенности формирования общественных пространств в городской среде» рассматриваются особенности проектирования общественных пространств в городской среде ,а также определяются их основные характеристики .Автор уточнил и дополнил понятие «общественное пространство»,а также выделил их основные проблемы формирования в городской среде в XXI столетии.

Баталина Т.С. в публикации «Анализ особенностей формирования общественного пространства» изучена природа общественных пространств и представлена их классификация по различным признакам .Автор подробно раскрывает характеристики каждой группы общественных пространств.Кроме того,выделяются основные качества общественных пространств и условия их преобразования [13].

Зазуля В.С. в статье «Проблематика и тенденции развития общественных пространств:

отечественный и зарубежный опыт » рассматривает актуальность формирования качественной городской среды и общественные пространства как ее ключевого элемента.В статье анализируется проблематика,опыт и современные тенденции формирования и модернизации общественных пространств как в России, так и за рубежом, выявляются факторы, условия, функции, специфики и закономерности, влияющие на формирование среды общественных пространств города [1].

Л. Вирт в работе «Урбанизм как образ жизни» отмечает сильное влияние города на социальную жизнь человека, акцентируя внимание на том, что город — не только воспринимается как место обитания, но и как центр событий, формирующих культурную, политическую и экономическую жизнь населения [16].

В книге Дж. Джекобс «Экономика городов» автор выделяет социальные связи как инструменты для городского развития, а также утверждает, что рост в связи между людьми способствует увеличению энергии у города для развития, определяет показатели качества общественного пространства и критерии, привлекающие инвестиции в него [23].

В исследовании «The Hidden Wealth of Cities» всемирно известного банка в феврале 2020 г., было выдвинуто предложение раскрывать экономический потенциал городов через привлечение инвестиций в общественные пространства, тем самым акцентировав внимание на важности данной структуроформирующей единицы современного города [3].

Б.Гройс в труде «Публичное пространство: от пустоты к парадоксу» подчеркивает, что при проектировании общественных пространств, необходимо брать во внимание то, что они не ограничиваются архитектурными рамками и непременно стоит их ассоциировать с медиа и туризмом как вид экономической деятельности [19].

В работе Капустина П.В., Задворянской Т.И., Соловец Е.В., Козлова А.Г. «Задачи и формы социально ориентированного архитектурного проектирования» авторы подтверждают, что при создании общественных пространств необходимо соучаствующее проектирование, то есть привлечение местного населения, также указывая на существование принципиального различия в образах воспринимаемого пространства горожанами и профессиональными архитекторами-урбанистами (по форме, протяженности, функциональной иерархии). Авторы отмечают, что для успешной работы над созданием общественного пространства требуется преодолеть эти различия [18].

Р.Роджерс в книге «Города для маленькой планеты» выявляет концепцию развития городов, основной целью которой является задача «сделать города более дружелюбными для человека». Суть концепции заключается в потребности в

комплексном подходе для обеспечения благоустройства городского пространства, Роджерс утверждает, что значение имеет не только комфорт, экология и эстетика городских пространств, но и умение объединять в себе бесчисленное множество различных интересов и воссоединять в себе, зачастую, различные потребительские пожелания жителей, служить точкой притяжения горожан.

В научной статье Кадырова Т.Э. «Общественные пространства: феномены, тенденции и процессы» автором рассматриваются актуальные проблемы формирования общественных пространств, изложены исторические предпосылки, особенности функционирования общественных пространств, описана специфика их формирования в конкретный отрезок времени, и влияние на их развитие политики государства. Определяется авторское определение термина «общественное пространство», выделены его компоненты и функции. Описываются современные тенденции развития общественных пространств на примере г. Казани, выявлены как положительные их стороны, так и недостатки.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данном исследовании подобраны и проанализированы научно-исследовательские материалы по теме работы, изучены статистические показатели на примере г. Симферополь, проанализировано существующее положение общественных пространств г. Симферополь, рассмотрены пути решения выявленных проблем. В процессе подбора материалов по теме публикации и анализа полученных результатов применены следующие научные методы: теоретического анализа и синтеза, практический метод.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Места общественного пользования - части любого здания, земельного участка, улицы, водного объекта или других мест, которые доступны или открыты для населения, будь то постоянно, периодически или время от времени, и включают любой коммерческий, деловой, культурный, исторический, просветительский, культовый, государственный, развлекательный, рекреационный или аналогичный объект, который таким образом доступен или открыт для населения [4].

Примерами общественных пространств являются территории, общедоступные для пользования всеми жителями: парки, площади, скверы, набережные, тротуары, места отдыха в торговых центрах, детские площадки, стадионы. Услуги в общественных пространствах могут предоставляться как на коммерческой, так и на бесплатной основе (проведение досуговых, культурных, спортивных и иных мероприятий для граждан). Общественные пространства могут быть созданы по инициативе как государства для

улучшения качества жизни граждан, так и по инициативе частных компаний в личных интересах, в том числе для регулирования поведения потребителей, а также самих граждан их совместными усилиями [14].

Все общественные пространства разделяются на открытые, представляющие собой часть городского ландшафта, и закрытые, расположенные внутри зданий или на изолированных территориях [15].

Открытые общественные пространства подразделяются на две категории:

— урбанистические, рассчитанные для публичного использования (площади, пешеходные улицы);

— «зеленые», представляющие собой парки, скверы, бульвары.

Объединяющими зонами между урбанистическими и «зелеными» общественными пространствами являются набережные, совмещающие в себе функции парков линейного типа и общегородских променадов, а также городские пляжи.

Общественные пространства классифицируются по территориальному признаку:

— центральные (общегородские), к которым можно отнести площади, парки, пешеходные пространства, набережные;

— периферийные (районного значения), представляющие собой скверы, зеленые зоны [13].

По мнению профессора Московского архитектурного института В. Л. Глазычева: «Общественное пространство является определяющим признаком города, общественное пространство и есть город. Нет общественного пространства - нет города» [24]. Соответственно, можно рассматривать общественное пространство как неотъемлемую часть жизни в городе, без которой невозможно удовлетворение потребностей социальных групп населения.

Идея преобразовывать места общественного пользования с учетом в качестве критерия удобства и комфорта людей впервые была освещена в работах урбанистов У. Уайта и Дж. Джекобс.

Дж. Джекобс выделяла доступность, комфорт, связанность, многофункциональность, притягательный облик и безопасность, как основные показатели, определяющие качественное общественное пространство города [23].

Городские общественные пространства представляют собой территории социально, функционально, политически и экономически значимые для города, которые играют роль градообразующей функции, способствуют улучшению и поддержанию экологического комфорта окружающей среды и являются объектами формирования не только ландшафтной привлекательности города, но и содержат в себе элементы социально-культурного, художественно привлекательного и эмоционального климата городских территорий [13].

При формировании функционального зонирования общественных пространств необходимо

учитывать запросы и желания потенциальных потребителей разных возрастных групп населения города (см. табл. 1). Их предпочтения и потребности могут варьироваться в зависимости от пола, возраста, социального статуса и других факторов. К примеру, молодежь может предпочитать различные виды активного отдыха (спортивные, развлекательные зоны), в то время как пожилая группа населения больше предпочитает тихие зоны

отдыха. Поэтому важно проводить опросы среди различных групп граждан и анализировать полученные данные, для определения востребованных, удовлетворяющих пожеланиям граждан функций и предоставить соответствующие зоны в современных общественных пространствах. Это поспособствует улучшению комфорта и привлекательности, а также привлечению широкого круга пользователей.

**Таблица 1.** Численность населения Симферополя по возрастным группам  
**Table 1.** Population of Simferopol by age groups

Численность населения Симферополя по возрастным группам		
Дети до 6 лет	36 140 чел	9,98 %
Подростки от 7 до 17 лет	42 842 чел	11,8 %
Молодежь от 18 до 29 лет	43 386 чел	11,98 %
Взрослые от 30 до 59 лет	155 880 чел	43,03 %
Пожилые старше 60 лет	78 982 чел	21,8 %
Долгожители старше 80 лет	5 072 чел	1,4 %

Современные запросы потребителей все больше склоняются к качеству и удобству городских общественных пространств. Из наиболее распространенных запросов можно выделить:

— безопасность: люди желают, чтобы общественные пространства были безопасными и защищенными;

— доступность: жителям хотелось бы, чтобы общественные пространства были доступны для всех, включая людей с ограниченными возможностями;

— комфорт: граждане ожидают, чтобы общественные пространства были комфортными и функциональными, с удобными элементами благоустройства: местами для сидения, урнами, уборными, водой для питья, а также с обеспеченными объектами обслуживания (кафе, буфеты, автостоянки), с навигацией – стендами с картой объекта и метками каждой зоны;

— наличие зеленых зон: зелёные зоны способствуют улучшению качества воздуха, улучшению эстетического восприятия, снижению стресса и повышению психологического комфорта, поддержанию биологического разнообразия, представляющего места обитания различных видов растений и животных, а также зеленые зоны помогают регулировать температуру в окружающей среде, снижая температуру в жаркие дни и сохраняя тепло в холодные;

— использование современных технологий: многих потребителей запрашивают наличие технологичности общественных пространств, то есть

наличие бесплатного WI-FI и возможность подзарядки электронных устройств;

— разнообразие развлечений: горожанам важно, чтобы общественные пространства предоставляли разнообразные виды активностей, такие как игровые зоны, спортивные площадки, велодорожки, площадки для социокультурного досуга;

— социальная инклюзия: общественное пространство является местом социализации, местом сбора граждан, оно включает в себя понятие «социальное пространство», где люди различных возрастов, полов, рас и социальных классов могли встречаться, контактировать и взаимодействовать между собой;

— многофункциональность: привлекательность для потребителей всех возрастов и социальных групп населения, в частности и маломобильных, разнообразие доступных на данной территории видов зон, разграниченных между собой (тихого отдыха, активного отдыха, культурного просвещения).

Эффективная организация современных общественных пространств предполагает всепогодность и гибкость, то есть возможность легко трансформироваться и изменять структуру пространства в зависимости от временных и сезонных запросов жителей. Так как публичные пространства используются ежедневно, они должны иметь возможность быстро и с минимальными затратами монтировать и демонтировать «контент». Например, шезлонги, качки с деревьями, книжный шкафы могут быть легко перемещены, освободив место под ледовый каток или песочницы. Такая

гибкость и адаптивность позволяют использовать общественные пространства круглый год и максимально удовлетворять потребности различных групп населения.

Общественное пространство является местом для культурных интересов, общения между различными группами населения, активного и пассивного отдыха жителей города и туристов. Следовательно, развитые общественные пространства можно рассматривать и как важный элемент качества городской среды, многофункциональное место социального и культурного взаимодействия населения, составляющую комфортного рекреационного пространства, а также как экономическую платформу для роста городского бюджета и инвестиционных возможностей для будущего развития города.

Основным методом оценки обеспеченности общественными пространствами г. Симферополь были выбраны статистические данные представленные на госпортале (индекс городов.рф), в котором используется Индекс качества городской среды как инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий ее формирования, позволяющий использовать результаты оценки для создания рекомендаций по ее улучшению.

Индекс формируется Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ.

Методика индекса комфортной городской среды применима только к городам. Результаты формирования Индекса используются в реализации положений Указа Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», национального проекта «Жилье и городская среда», в том числе для определения размера субсидии из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку государственных программ субъектов Российской Федерации и муниципальных программ формирования современной городской среды [7].

Индекс формируется на основе оценки основных шести типов городских пространств в соответствии с шестью критериями качества городской (см. рис. 1).

Выделяются две группы городов: с благоприятной и неблагоприятной городской средой. Максимальное количество баллов, которое может получить город, — 360, в группу городов с благоприятной городской средой относятся города, набравшие более 180 баллов.

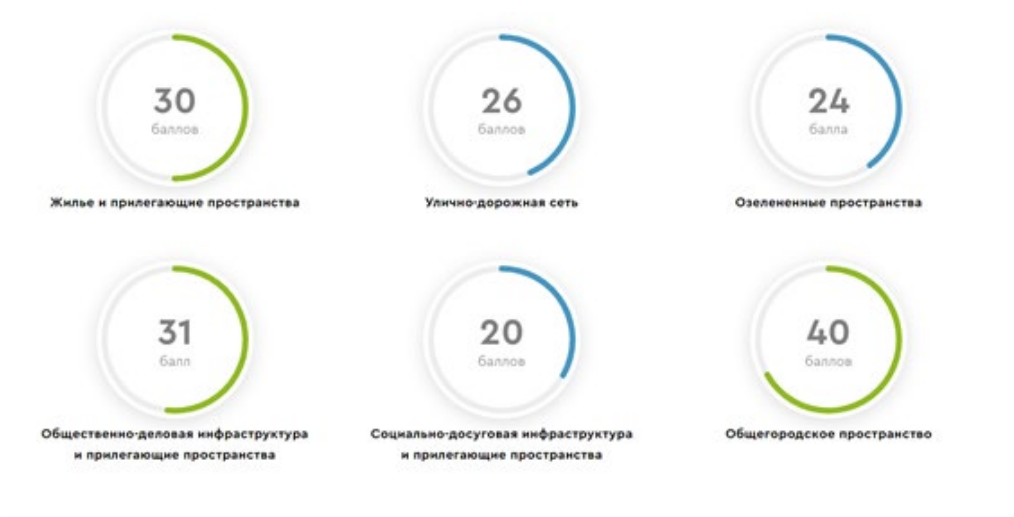
По данной статистике Индекса качества городской среды, в группе крупные города (от 250-до 1 млн.) г. Симферополь занимает 62 место из 63 возможных с индексом 171 (см. рис. 2), что по статистике его характеризует как город с неблагоприятной городской средой.



Рис. 1. Система оценивания. Индекс качества городской среды на 2021г.

Fig. 1. Evaluation system. Urban Environment Quality Index for 2021.

Источник: <https://индекс-городов.рф/#/>



**Рис. 2.** Индекс качества городской среды на 2021г. Результат города Симферополь.  
**Fig. 2.** Urban environment quality index for 2021. The result of the city of Simferopol.

Источник: <https://индекс-городов.рф/#/>

Следовательно, развитие, создание и модернизация общественных пространств считается одной из основных задач по развитию города Симферополь.

В качестве примера состояния городских общественных пространств, рассмотрим несколько существующих объектов на примере г.Симферополь и выявим их основную проблематику, а также характерные недостатки,присущие и многим другим региональным городам.

Сквер им. 200-летия Симферополя (сквер им. Дыбенко, парк кованных фигур) (см. рис. 3) — сквер в центре Симферополя на стыке улиц Совнаркомовской, Ушинского и проспекта Кирова. Сквер до 1984 г. назывался именем Дыбенко (переименован в связи с 200-летним юбилеем города). Сегодня он более известен как Парк кованных фигур — в 2007 году крымские кузнецы начали изготавливать и устанавливать там различные фигуры для развлечения горожан [8].



**Рис. 3.** Сквер им. 200-летия Симферополя. Аллея кованных фигур,г. Симферополь.  
**Fig. 3.** The square named after the 200th anniversary of Simferopol. Alley of forged figures, Simferopol.

Источник: <https://kianews24.ru/wp-content/uploads/2021/02/skver-dibenko-e1612179679589.jpg>

Парк Космонавтики г. Симферополь (см. рис. 4). В зеленой зоне, прилегающей к кинотеатру «Космос», улице Набережной и реке Салгир еще с 1963 года существует сквер. Он граничит с парком имени Ю.А. Гагарина.

Раньше этот сквер назывался сквером у кинотеатра «Космос», а теперь, в соответствии с решением Симферопольского горсовета — сквером Космонавтики [9].



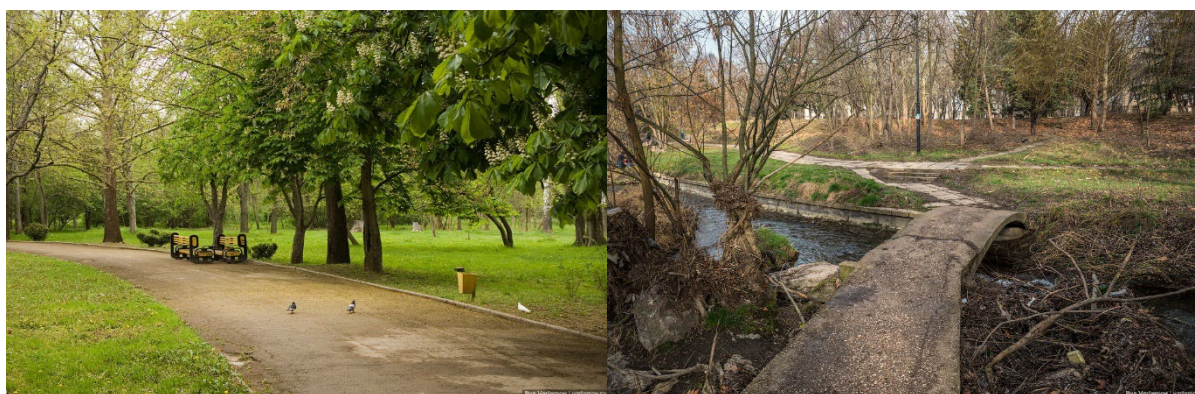
**Рис. 4.** Парк Космонавтики, г. Симферополь.

**Fig. 4.** Cosmonautics Park, Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaft](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaft)

Парк имени Юрия Гагарина в Симферополе (см. рис. 5-6) - самый большой не только в столице Крыма, но и на всем полуострове. Был

открыт в первой половине 1960-х годов. Сегодня его площадь составляет более 45 гектаров. Через весь парк протекает река Салгир [10].



**Рис. 5.** Парк имени Ю. Гагарина, г. Симферополь.

**Fig. 5.** Gagarin Park, Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaft](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaft)



**Рис. 6.** Парк имени Ю. Гагарина после реконструкции 2017 г., г. Симферополь.

**Fig. 6.** Gagarin Park after reconstruction in 2017, Simferopol.

Источник: [https://varlamov.me/2018/krim\\_simferopol\\_park/17.jpg](https://varlamov.me/2018/krim_simferopol_park/17.jpg)

Анализируя выше представленные материалы можно выявить основную проблематику зеленых общественных пространств г. Симферополь и представленных городских объектов в частности, а именно:

- моральный и физический износ малых архитектурных форм;
- недостаточный учет климатических, ландшафтных и социальных факторов в планировании и реставрации существующих объектов;
- низкий уровень доступности, особенно в отношении маломобильных групп населения;
- существующие пешеходные пространства имеют, зачастую, плачевное состояние;
- отсутствие достаточного уровня безопасности во время нахождения внутри общественного пространства;

- недостаточная многофункциональность пространства;
- непритягательный внешний вид;
- слабое ландшафтное обустройство мест рекреации;
- низкое соответствие своему изначальному функциональному назначению;
- пересечение на одной территории большого количества различных участников движения (пешеходов, велосипедистов и автомобилистов).

Площадь Куйбышева — площадь Киевского района города Симферополь. На площади Куйбышева располагаются общественные здания, а также размещены объекты культурного наследия. Площадь является местом пересечения крупных транспортных артерий города: проспекта Победы и проспекта Кирова и Киевской улицы [24].



**Рис. 7.** Площадь Куйбышева до реконструкции, г. Симферополь.

**Fig. 7.** Kuybyshev Square before reconstruction, Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaf](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaf)

Площадь Ленина — главная центральная площадь в городе Симферополь.



**Рис. 8.** Площадь Ленина, г. Симферополь.

**Fig. 8.** Lenin Square, Simferopol.

Источник: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4c/Lenin\\_square2.jpg/1200px-Lenin\\_square2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4c/Lenin_square2.jpg/1200px-Lenin_square2.jpg)

Анализируя выше представленные материалы, можно выявить основную проблематику общественных площадей г. Симферополь, а именно:

- «стихийное» расположение объектов торговли;
- низкая пропускная способность;
- отсутствие доступности для маломобильных групп населения;
- отсутствие единой стилистики;
- отсутствие элементов благоустройства;
- недостаточное количество озеленения;
- неудовлетворительное дорожное покрытие.

Исходя из выявленных проблем общественных пространств города Симферополь, можно сделать вывод, что существующие общественные пространства являются номинальными, не отвечают требованиям современного общества, малоэффективны, не соответствуют стандартам качества среды, некомфортны для жителей. Не в полной мере используются ресурсы территории для собственного развития.

Для решения вышеобозначенных проблем города необходимо применять современные методы, так как благодаря данному исследованию мы убедились, что роль открытых общественных пространств для структуры города значительно выросла за последние годы, став не только основным архитектурным портретом города, но и одним из главных структурно-планировочных элементов каркаса города, концентрирующего в себе активность городской жизни, включенного в системы пешеходного движения, зеленого каркаса и выполняющий функции границ застройки.

Необходимо отметить, что развитые общественные пространства меняют структуру города. Ведь до «общественного центра» человек должен идти пешком – это поддерживается

наиболее популярной градостроительной теорией («новый урбаниззм») последнего времени, в которой заложена идея пешеходного масштаба города [11].

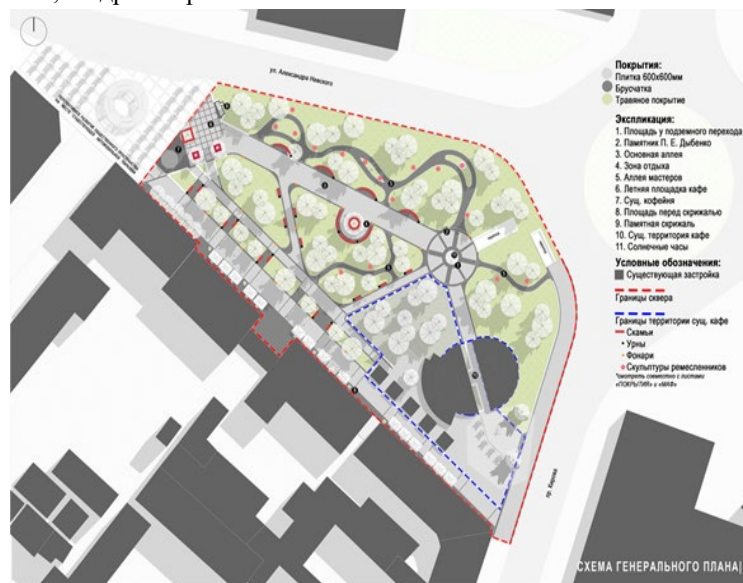
Общественные пространства должны обеспечить горожан:

- разграничением пешеходных и транспортных потоков;
- функциональным зонированием территории;
- местами социализации, саморазвития и творчества;
- созданием комфортных зон рекреации;
- организацией специально отведенных мест для разгрузки товаров;
- предусмотрением парковочных мест;
- размещением малых архитектурных форм;
- созданием природной выразительности общественного пространства благодаря внедрению озеленения в их структуру ;
- общественное пространство должно быть доступным и всесезонным;
- создание целостных пешеходных коридоров путем связывания разрозненных общественных пространств друг с другом;
- многофункциональностью ;
- потенциалом для изменения и трансформации под сезонность.

Город благодаря развитой системе общественных пространств обретает уникальный образ, пополняет городской бюджет, привлекает туристов и способен быть конкурентноспособным.

Рассмотрим некоторые проектные предложения по реконструкции городских общественных пространств Симферополя, приведенные ниже.

**Проект сквера им. Дыбенко (200-летия Симферополя) (см. рис. 9, рис. 10, рис. 11).** Авторский коллектив Кирилл Бабеев, Андрей Баркетов.



**Рис. 9.** Схема генерального плана проектного предложения по Скверу им. 200-летия Симферополя.

**Fig. 9.** Scheme of the master plan of the project proposal for the Square named after the 200th anniversary of Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landscape](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landscape)



**Рис. 10.** Перспективные виды проектного предложения по реконструкции Сквера им. 200-летия Симферополя.  
**Fig. 10.** Perspective types of the project proposal for the reconstruction of the Square named after the 200th anniversary of Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaft](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaft)



**Рис. 11.** Перспективные виды проектного предложения по реконструкции Сквера им. 200-летия Симферополя.  
**Fig. 11.** Perspective types of the project proposal for the reconstruction of the Square named after the 200th anniversary of Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaft](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaft)

Проектом предусмотрена замена покрытий на тротуарную плитку, установка элементов благоустройства и освещения, и введение озеленения в сквере. Принцип сохранения зеленых насаждений и функции сквера как места для тихого отдыха и транзита учитывался в проектом решении. Стилистический подход проекта соответствует уже знакомым горожанам мотивам, используемым в других общественных пространствах города. Элементы благоустройства сочетают современность с историческими отсылками, формируя новую идентичность города. Реставрация качественных кованых скульптур, расположенных в сквере, была решена совместно с авторами зоны после проведения опроса горожан, которые выразили свои пожелания для данного объекта. Проект предусматривает разделение пешеходного потока и трассировку новой ландшафтной дорожки, на которой будут

располагаться реставрированные и новые скульптуры в соответствии с общим образно-стилистическим решением, подчиненным крымской тематике и темам природного и животного мира, а также возможно, абстрактным формам с положительным смыслом.

**Реконструкция парка Космонавтики (см. рис. 12) и парка им. Гагарина в Симферополе (см. рис. 13).** Авторский коллектив: Бабеев Кирилл Владимирович, Баркетов Андрей Алексеевич, Стороженко Алена Олеговна, Кузьмина Оксана Сергеевна, Кузьмин Богдан Витальевич, Микляевич Екатерина Валерьевна, Шанцуева Мария Валерьевна, Артамонникова Елена Александровна, Леоненко Кирилл Алексеевич, Любченко Полина.



**Рис. 12.** Перспективные виды проектного предложения по реконструкции парка Космонавтики г. Симферополя.

**Fig. 12.** Perspective types of the project proposal for the reconstruction of the Cosmonauts Park in Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaft](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaft)



**Рис. 13.** Перспективные виды на проектного предложения по реконструкции парка им. Гагарина г.Симферополь.

**Fig. 13.** Perspective views on the project proposal for the reconstruction of the park. Gagarina, Simferopol.

Источник: [https://qbarch.com/?dt\\_portfolio\\_types=landshaft](https://qbarch.com/?dt_portfolio_types=landshaft)

Основная концепция данного проекта заключается в создании экологически сбалансированной зоны с большим биоразнообразием на основе существующего каркаса парка им. Гагарина. Цель проекта - превратить эту территорию в уголок естественной природы, сочетающий в себе элементы истории советского прошлого, космо-тематики и современного подхода к благоустройству. Сохраняя традиционные черты места проведения свободного времени среди природы, парк также будет территорией для развлечений, культурных мероприятий и спорта. В результате реализации проекта, парк должен стать современным городским парком, доступным для всех возрастных и социальных групп граждан, с качественными элементами дизайна среды и навигации, удобными связями и многопрофильными социальными, образовательными и культурными программами, реализуемыми в партнерстве с различными городскими институциями.

Основные аспекты преобразования:

- возвращение к природному парку, поддержание и усиление природного разнообразия;
- деасфальтизация и увеличение площади зеленого покрова;
- очистка территории от строений в аварийном состоянии, заборов-преобразование их в полезное пространство;
- освобождение центральной части парка от морально и физически устаревших аттракционов, формирование новой современной досуговой многофункциональной зоны развлечений;
- развитие зоны «заболоченной территории», с формированием там прогулочного маршрута, приподнятого над местами затопления;
- добавление новых растений, характерных для данной климатической зоны, и разработка новых привлекательных растительных композиций с учетом сезонов цветения;
- понятное функциональное зонирование;
- создание единой мемориальной зоны;
- связь разрозненных территорий парка им. Гагарина при помощи строительства подземного

перехода под улицей Киевская в районе набережной р. Малый Салгир [12].

## ВЫВОДЫ

Основываясь на проведенном исследовании, можно сделать следующие выводы:

1. При организации и реконструкции общественных пространств стоит учитывать то, что данное пространство это не только стильное благоустройство и скопление малых архитектурных форм - это центры общественной активности, многофункциональные места социального и культурного взаимодействия населения, целостная взаимосвязанная функциональная система целого города, которая должна отвечать всем современным требованиям потребителя.

2. Общественные пространства являются сложной структурой, содержащей в себе социальные, культурные и экономические процессы.

3. Общественные пространства должны быть точками притяжения для досуга горожан, что является их основной функцией, а без проектного применения запросов населения, и без модернизации данных мест до современных требований потребителя, их функция не будет реализована.

4. Современная развитая система общественных пространств, с многообразием представленных в ней функций, сделает город привлекательным не только для населения, а также для гостей города.

5. Качество общественного пространства определяет качество жизни в городе [13].

6. Система общественных пространств города представляет собой рост уровня комфортности окружающей среды, что является этапом развития города, способствуя привлекательности, конкурентоспособности и современности.

7. Заинтересованное отношение властей города к формированию и модернизации и развитию общественных пространств, становится катализатором создания платформы экономического развития, в том числе увеличении городского бюджета, а также привлечению инвестиций.

8. Несмотря на большое значение общественных рекреационных пространств для современного города, потенциал ценных городских ландшафтов не реализован в полной мере.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зазуля В.С. — Проблематика и тенденции развития общественных пространств: отечественный и зарубежный опыт // Урбанистика. – 2021. – № 1. – С. 56 - 72. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.34516 Режим доступа: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=34516](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=34516) (дата обращения 01.03.23)

2. Петрина, О. А. К вопросу о государственном финансировании реконструкции и модернизации объектов коммунальной сферы / О. А. Петрина, М. Е. Стадолин // Вестник университета. – 2017. – № 6. – С. 15-19. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-gosudarstvennom-finansirovanii-rekonstruksii-i-modernizatsii-obektov-kommunalnoy-sfery> (дата обращения 01.03.23)

3. Методические рекомендации по подготовке государственных программ субъектов Российской Федерации и муниципальных программ формирования современной городской среды в рамках реализации приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» на 2018-2022 гг., утвержденные приказом Минстроя России от 06.04.2017 г. № 691/пр. Официальный сайт Минстроя России. Режим доступа: <https://minstroyrf.ru> (дата обращения: 01.03.23).

4. Кхер Кау Дж. Скрытое богатство городов. Публикации Всемирного банка, 2020. [Kher Kaw J. The hidden wealth of cities. World Bank Publications, 2020] Режим доступа: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33186/211449ov.pdf?sequence=4&isAllowed=y> (дата обращения: 21.03.2023)

5. Роджерс Р. Города для маленькой планеты. Лондон, 1997 [Rogers R. Cities for a Small Planet / R. Rogers. — London : Faber&Faber, 1997. -P.33/P.686.] Режим доступа: <https://present5.com/for-a-small-planet-richard-rogers-cities-1/> (дата обращения: 21.03.2023)

6. Население Крыма по данным Росстат .Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/naselenie-kryma-po-dannym-rosstat/#i-> (дата обращения 03.02.2023)

7. Индекс качества городской среды — инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий её формирования. Режим доступа: <https://xn----dtbccdtsyabxk.xn--p1ai/#/> (дата обращения 03.02.2023)

8. Сквер им. 200-летия Симферополя (им. Дыбенко, парк кованых фигур) Режим доступа: [https://jalita.com/guidebook/simferopol/street/skver\\_dybenko.shtml](https://jalita.com/guidebook/simferopol/street/skver_dybenko.shtml) (дата обращения 04.02.2023)

9. Сквер Космонавтики. Цифровой Симферополь Режим доступа: <http://www.simferopol.crimea.com/> (дата обращения 04.02.2023)

10. Парк имени Ю.А. Гагарина Режим доступа: <http://park-simferopol.ru/> ( дата обращения 04.02.2023)

11. Сёмина В.Ю. «Проблема общественных пространств: как создавать, как управлять и как

- применять». Режим доступа: <https://urtmag.ru/public/609/> (дата обращения 04.02.2023)
12. Архитектурное бюро «qb architecture». Портфолио градостроительных проектов Режим доступа: <https://qbarch.com> (дата обращения 03.02.2023)
13. Баталина Т.С. Анализ особенностей формирования общественного пространства // Бизнес и дизайн ревю. 2017. Т. 1. № 1(5). С. 11. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-osobennostey-formirovaniya-obschestvennogo-prostranstva> (дата обращения 01.03.23)
14. Вотинов М. А. — Особенности формирования общественных пространств в городской среде // Вестник БГТУ им.В.Г.Шухова—2014—№ 4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-formirovaniya-obschestvennyh-prostranstv-v-gorodskoy-srede> (дата обращения 01.03.23)
15. Етеревская И.Н. Принципы эколого-ландшафтного проектирования городских общественных пространств: на примере г. Волгограда: дис. ... канд. архитект. Волгоград, 2004.
16. Вирт Л. Урбанизм как образ жизни. Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 11, Социология: Реферативный журнал, 1997, No. 3, 169–196.
17. Ласточкина О.С. Плейсмейкинг — подход для развития общественных пространств современных городов (обзор зарубежного и российского опыта). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pleysmeyking-podhod-dlya-razvitiya-obschestvennyh-prostranstv-sovremennyh-gorodov-obzor-zarubezhnogo-i-gossiyskogo-opyta> (дата обращения 01.03.23)
18. Капустин П.В., Задворянская Т.И., Соловец Е.В., Козлов А.Г. Задачи и формы социально ориентированного архитектурного проектирования. Архитектурные исследования. 2017.
19. Гройс Б. Публичное пространство: от пустоты к парадоксу. М.: Strelka Press, 2012
20. Иконников, А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве : монография /А. В. Иконников. - М. : URSS, 2006 . Режим доступа : [http://arch-grafika.ru/news/ikonnikov\\_a\\_v\\_prostranstvo\\_i\\_forma\\_v\\_arkhitekture\\_i\\_gradostroitelstve/2018-05-29-2676](http://arch-grafika.ru/news/ikonnikov_a_v_prostranstvo_i_forma_v_arkhitekture_i_gradostroitelstve/2018-05-29-2676) (дата обращения 03.02.2023)
21. Акунина Ю. А, Ванина О. В. Проектирование креативных общественных пространств: социально-культурный подход // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2019. № 3 (89). С. 167-174. DOI: 10.24411/1997-0803-2019-10317. Режим доступа: <http://park-simferopol.ru/> (дата обращения 06.02.2023)
22. Кадыров Т.Э. Общественные пространства: феномены, тенденции и процессы // Известия КазГАСУ. – 2014. – № 4 (30). – С. 115-119. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschestvennyye-prostranstva-fenomeny-tendentsii-i-protsessy> (дата обращения 08.02.2023)
23. Джейкобс Дж. Экономика городов. Новосибирск: Культурное наследие, 2008.
24. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Площадь\\_Куйбышева\\_\(Симферополь\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Площадь_Куйбышева_(Симферополь)) (дата обращения 12.02.2023)

## REFERENCES

- Zazulya V.S. — Problematics and trends in the development of public spaces: domestic and foreign experience // *Urbanistics*. – 2021. – No. 1. – pp. 56-72. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.34516 Access mode: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=34516](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=34516) (date of address 01.03.23)
- Petrina, O. A. On the issue of state financing of reconstruction and modernization of municipal facilities / O. A. Petrina, M. E. Stadolin // *Bulletin of the University*. – 2017. – No. 6. – pp. 15-19. (date of address 01.03.23)
- Methodological recommendations for the preparation of state programs of the subjects of the Russian Federation and municipal programs for the formation of a modern urban environment within the framework of the implementation of the priority project "Formation of a comfortable urban environment" for 2018-2022, approved by the Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation dated 06.04.2017 No. 691/etc. The official website of the Ministry of Construction of Russia [Electronic document]. Access mode: <https://minstroyrf.ru> (accessed: 01.03.23).
- Kher Kau J. The hidden wealth of cities. World Bank Publications, 2020. [Kher Kau J. The hidden wealth of cities. World Bank Publications, 2020] Access mode: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33186/211449ov.pdf?sequence=4&isAllowed=y> (accessed: 03/21/2023)
- Rogers R. Mountain for a small planet. London, 1997 [Rogers R. Cities for a small planet / R. Rogers. — London : Faber&Faber, 1997. -p.33/p.686.] Access mode: <https://present5.com/для-маленькой-планеты-Ричарда-Роджерса-города-1/> (publication date: 03/21/2023)
- The population of Crimea according to Rosstat. Access mode: <https://rosinfostat.ru/naselenie-kryma-podannym-rosstat/#i> - (accessed 03.02.2023)
- The Urban Environment Quality Index is a tool for assessing the quality of the material urban environment and the conditions for its formation. Access mode: <https://xn----dtbccdtsypabxk.xn--plai/#/> (accessed 03.02.2023)
- Square named after the 200th anniversary of Simferopol (named after Dybenko, forged Figures Park) Access mode: [https://jalita.com/guidebook/simferopol/street/skver\\_dybenko.shtml](https://jalita.com/guidebook/simferopol/street/skver_dybenko.shtml) (accessed 04.02.2023)

9. Cosmonautics Square. Digital Simferopol Access mode: <http://www.simferopol.crimea.com/> (accessed 04.02.2023)
10. Gagarin Park Access mode: <http://park-simferopol.ru/> (accessed 04.02.2023)
11. Semina V.Yu. "The problem of public spaces: how to create, how to manage and how to apply" / Режим доступа: <https://urtmag.ru/public/609/> (accessed 04.02.2023)
12. Architectural bureau "qb architecture". Portfolio of urban development projects Access mode: <https://qbarch.com> (accessed 03.02.2023)
13. Batalina T.S. Analysis of the features of the formation of public space // Business and design review. 2017. Vol. 1. No. 1(5). p. 11. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-osobennostey-formirovaniya-obschestvennogo-prostranstva> (accessed 01.03.23)
14. Votinov M. A. — Features of the formation of public spaces in the urban environment // Bulletin of V.G.Shukhov BSTU—2014—No. 4. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-formirovaniya-obschestvennyh-prostranstv-v-gorodskoy-srede> (accessed 01.03.23)
15. Etereyskaya I.N. Principles of ecological and landscape design of urban public spaces: on the example of Volgograd: dis. ... cand. architect. Volgograd, 2004.
16. Wirth L. Urbanism as a way of life. Social sciences and humanities. Domestic and Foreign Literature. Ser. 11, Sociology: Abstract Journal, 1997, No. 3, 169-196.
17. Lastochkina O.S. Placemaking approach for the development of public spaces in modern cities (review of foreign and Russian experience). Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/pleysmeyking-podhod-dlya-razvitiya-obschestvennyh-prostranstv-sovremennyh-gorodov-obzor-zarubezhnogo-i-rossiyskogo-opyta> (accessed 01.03.23)
18. Kapustin P.V., Zadvoryanskaya T.I., Solovets E.V., Kozlov A.G. Tasks and forms of socially oriented architectural design. Architectural research. 2017.
19. Groys B. Public space: from emptiness to Paradox. M.: Strelka Press, 2012
20. Ikonnikov, A.V. Space and form in architecture and urban planning: monograph /A.V. Ikonnikov. - M. : URSS, 2006 . Access mode :[http://arch-grafika.ru/news/ikonnikov\\_a\\_v\\_prostranstvo\\_i\\_forma\\_v\\_arkhitekture\\_i\\_gradostroitelstve/2018-05-29-2676](http://arch-grafika.ru/news/ikonnikov_a_v_prostranstvo_i_forma_v_arkhitekture_i_gradostroitelstve/2018-05-29-2676) (accessed 03.02.2023)
21. Akunina Yu. A, Vanina O. V. Designing creative public spaces: a socio-cultural approach // Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts. 2019. No. 3 (89). pp. 167-174. DOI: 10.24411/1997-0803-2019-10317. Access mode: <http://park-simferopol.ru/> (accessed 06.02.2023)
22. Kadyrov T.E. Public spaces: phenomena, trends and processes // Izvestiya KazGASU. – 2014. – № 4 (30). – Pp. 115-119. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschestvennye-prostranstva-fenomeny-tendentsii-i-protsessy> (accessed 08.02.2023)
23. Jacobs J. The economy of cities. Novosibirsk: Cultural Heritage, 2008.
24. Electronic resource. Access mode: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ploshchad\\_kuybyshev\\_\(Simferopol\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ploshchad_kuybyshev_(Simferopol)) (accessed 12.02.2023)

THE ROLE OF PUBLIC SPACES IN THE STRUCTURE OF A MODERN CITY (BY THE EXAMPLE OF SIMFEROPOL)

Kuchina M.A.<sup>1</sup>, Gorbacheva G.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute "Academy of Construction and Architecture"  
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya street, 181,  
E-mail: <sup>1</sup>milaina\_al@mail.ru; <sup>2</sup>arhi\_tektor@mail.ru

**Abstract.** The article examines the importance of public spaces in the formation of a modern urban environment that meets the modern needs of society. The authors analyze the current state of public places and the current problems associated with both local specifics and global trends. The importance of socio-cultural, recreational and entertainment functions of public spaces for the urban population is revealed. The author uses methods of comparative analysis, synthesis and generalization of information, a tabular way of presenting statistical data. The quality of the city's urban environment is assessed. The conclusion is made about the need for the development of public spaces, the main requirements are noted, which make it possible to determine promising directions in the design of such objects. Public spaces are extremely important for the social life of society, family leisure, recreation, interaction and personal development of a person, contribute to the influx of private investment, create new jobs, organize leisure activities of local residents and tourists, i.e., stimulate the development of the territory. A number of project proposals for improving the existing public spaces of the city of Simferopol are analyzed.

**Subject of research.** Modern requirements for public spaces of the city.

**Materials and methods.** In the process of studying the materials on the topic of the publication, methods were applied: theoretical scientific analysis and synthesis, practical method, in particular, a review and analysis of literary sources on the problems of functioning and the role of public spaces, the study of statistical indicators of Simferopol, field studies of public spaces of the city.

**Results.** The analysis of public spaces and their shortcomings is carried out, the problems associated with local spicification are considered, global trends in the design of public spaces are studied, the importance of public spaces in the formation of the urban environment is assessed, the main consumer requirements for public spaces are determined.

**Conclusions:** Public spaces are a complex structure containing social, cultural and economic processes, which is their main function, and without the project application of public requests, and without the modernization of these places to modern consumer requirements, their function will not be realized. A modern developed system of public spaces, with a variety of functions presented in it, will make the city attractive not only for the population, but also for visitors to the city, since the quality of public space determines the quality of life in the city.

**Key words:** public spaces; urban environment; comfort of the urban environment; development of the territory; modern city.



**Раздел 2. Строительство**

УДК 691.2

**TO THE CALCULATION OF A FIBER CONCRETE BLOCK AS A BEAM ON AN ELASTIC BASIS AS PART OF LOCALLY REINFORCED NODES OF TRUSSES MADE OF SQUARE HOLLOW SECTIONS**L. Geermanov<sup>1</sup>., A. Pazhwak<sup>2</sup>, S.A. Azimi<sup>3</sup>.

Kazan State University of Engineering and Architecture  
 420043, Republic of Tatarstan, Kazan, Zelenaya str., 1.  
 Email: <sup>1</sup>leenuur@gmail.com; <sup>2</sup>pazhwak\_2008@yahoo.com;  
<sup>3</sup>sayedalii@gmail.com

**Abstract.** The article is devoted to the analytical and numerical study of truss nodes made of a square hollow section with local concrete filling. A numerical analysis of a fiber-concrete element in the form of a beam on an elastic base as a local reinforcement of a truss node made of square hollow profiles under the action of a concentrated load from a neighboring rack is carried out.

**Subject of research:** The subject of the study is the local filling with concrete as reinforced knots of trusses made of SHS of K-type connection, and the calculation of the load-carrying capacity of truss knots made of HSP under the influence of several concentrated compressive loads from the brace elements.

**Materials and methods.** The method of internal study based on the numerical experiment and computer simulation SP "ANSYS Workbench" local strengthening of the node of trusses made of SHS K-shaped connection type, locally filled with concrete.

**Results:** Simple and reliable methods of strengthening nodes made of square hollow profiles by filling with concrete are presented, as well as the corresponding methods of their calculation. The connections of the truss nodes, made of square hollow profiles of the K-shaped type of connection with a direct connection, give high quality with minimal labor and metal consumption.

**Conclusion:** The load-carrying capacity of truss nodes made of square hollow sections can be increased by local filling of the inner cavity of the chord with concrete, which allows to unload the shelf, to which the lattice element and the side walls of the chord adjoin.

**Key words:** Square hollow section, Bending stiffness, Numerical study, Steel pipe with concrete filling, calculation method.

**1. Introduction**

Nowadays steel trusses made of square hollow sections (SHS) are widely used in various fields of construction: especially in load-bearing roofs and ceilings of industrial and civil buildings and bridges. Connections of brace and chord of trusses made of SHS in the joints are carried out by means of direct joining of one element to another or by means of nodular fittings. Their advantages include cost-effectiveness, absence of bevels and the largest radius of inertia.

K-shaped type of connection, in which braces are attached directly to the chord element of the trusses made of SHS, has a characteristic pattern of destruction in the form of local buckling of the wall or shelves of the chord under the action of compressive force of brace elements. In this case, it is possible to change the dimensions of the cross-section elements of the node. In the existing Russian normative documents, there are no data on calculation and design of reinforcement of truss nodes made of SHS. In this connection, it is important to develop simple and reliable methods of strengthening these nodes, as well as appropriate methods of their calculation. In this paper, we consider the reinforcement of the concrete truss nodes made of particleboard.

Truss knots from SHS are reinforced by filling with concrete or fiber concrete to significantly increase its bearing capacity and rigidity. The behavior of the resulting concrete-filled truss units from SHS is significantly improved due to the increase in strength due to the retention of the steel truss and the prevention

of internal collapse by the shelf or wall. Concrete is able to meet the growing demands for fast-moving large-span spatial structures under adverse loads. In recent years, extensive studies of truss units made of SHS with concrete filling have been carried out and an increase in stability, durability and high technical and economic indicators have been achieved under different loading conditions [1]. If the deformation of the shelf of the chord is limited by the concrete, the bearing capacity of the connection can be increased; however, there are few studies on this topic [2-3].

In the works of Parker et al. [5-6] show a significant increase in bearing capacity and bending stiffness due to concrete filling in the chords of K-type tubular trusses. In the study [7] it is stated that the brace elements under tension and compression should be calculated separately and that the determining limit state for the stretched brace element will be the premature local flowability of the brace at junction from the action of tensile and shear stresses.

In [7-8], the results of tests of truss frame nodes made of SHS with adjoining to the chord of compressed and stretched braces of K-shaped nodes are given. The nodes with the direct adjacency of struts to the chord and the nodes with different types of reinforcement made in such a way as to transfer the load from braces to most part of the chord cross-section perimeter in the node were investigated locally. If the width of the braces element is increased, the deformability of a SHS truss node decreases, and the strength and load-bearing capacity increases.

According to numerical studies, reinforcement with concrete allows increasing the technical and economic performance of trusses made of SHS, so improving the method of calculation of nodes of SHS trusses, locally reinforced with concrete, is an urgent scientific task [4].

The object of the study are K-shaped nodes of roof trusses and slabs made of SHS, which are reinforced by local filling of the chord cavity with concrete.

The subject of the study is the load-carrying capacity of such units.

The purpose of this work is to develop a methodology for calculating a concrete block filling the girder cavity on the basis of idealized calculation schemes of analytical dependencies to determine its carrying capacity under compressive loading in the nodes of SHS trusses. To achieve the goal, the following tasks were formulated:

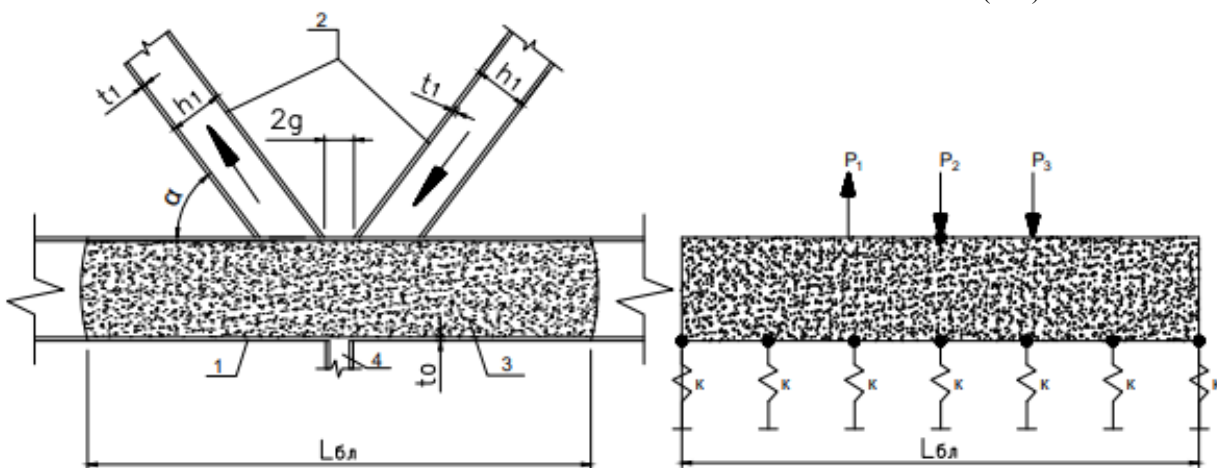
- Propose a methodology for calculating a concrete block, taking into account the beam analogy.
- Determine the design scheme of the concrete block as a beam on an elastic basis, most closely reflecting its carrying capacity as part of the design model of the node, including struts and truss chords.

- Determine the methodology for calculating a fiber concrete block as a local reinforcement of a truss made of SHS.

## 2. Materials and methods

The subject of the study is the local filling with concrete as reinforced knots of trusses made of SHS of K-type connection, performed according to [8], and the calculation of the load-carrying capacity of truss knots made of HSP under the influence of several concentrated compressive loads from the brace elements. The method of internal study based on the numerical experiment and computer simulation SP "ANSYS Workbench" local strengthening of the node of trusses made of SHS K-shaped connection type, locally filled with concrete, is applied [12] Figure 1.

Materials of truss nodes made of square hollow sections: chord and brace - steel C245 according to GOST 27772-2015 with design resistance 240 MPa, local filling - concrete with elastic modulus at least 30000 MPa. Dimensions of the truss unit made of SHS: cross-sections of the chord  $140 \times 140 \times 4$  (mm), cross-sections of the braces  $60 \times 60 \times 3$  (mm).



**Fig. 1** - Calculation scheme of a truss node made of square hollow sections, locally reinforced with fiber concrete  
**Рис. 1** - Расчетная схема узла фермы, выполненного из квадратных полых профилей, локально армированных фибробетоном

In this study, a methodology for calculating the fiber concrete block [4], reinforcing a truss node made of square hollow sections, which is shown in Figure 1 [5], where:

- 1- truss chords (upper chord),
- 2 –braces,
- 3- the hole for concreting the nodes, in which the filler bag and pipe plug are inserted and then welded to the truss chords,
- 4- the concrete block after the curing process,
- L - length of the concrete block,
- h0 - height of the girder section,
- t0 - chord thickness,
- h1 - height of the strut section,
- t1 - brace thickness,

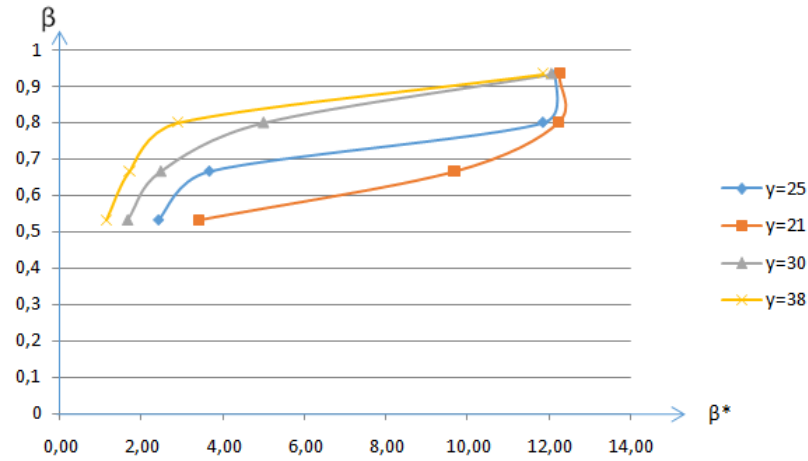
$\alpha$  - angle of abutment of the brace,

A numerical study of a truss node made of SHS reinforced locally with a fiber concrete block with the cross-section of a chord  $140 \times 140$  mm, length 560 mm, which is made of concrete with the elasticity module  $E = 30000$  MPa and the calculated compression resistance  $R_b = 14.5$  MPa [3]. It is necessary to determine the dependences of the carrying capacity of the considered nodes on the corresponding geometrical and physical-mechanical parameters [3].

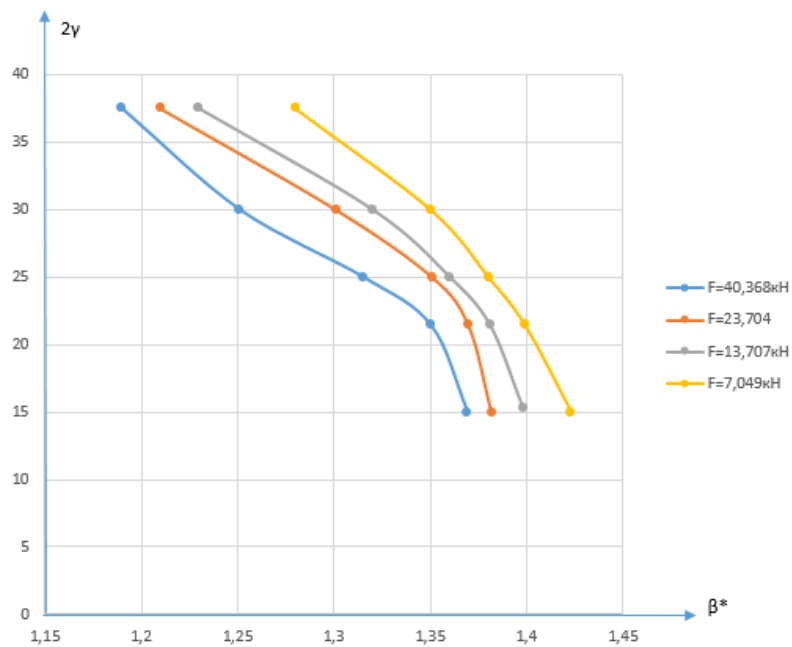
On the basis of a numerical study using phenomenological approaches, plots (Figs. 2-3) of the dependence of brace width to chord width  $\beta$ , the coefficient of relative bending stiffness  $\beta^*$  [5] are made.

**Table 1.** Geometric dimensions of chords and braces of SHS trusses for parametric study  
**Таблица 1.** Геометрические размеры поясов и раскосов ферм СВС для параметрического исследования

№	chord		brace		$\gamma$	$\beta$	$\alpha$
	$b_0$ (мм)	$t_0$ (мм)	$b_1$ (мм)	$t_1$ (мм)			
1	140	4	70	3	38	0.466	23
2	140	5	90	4	30	0.600	22
3	140	6	110	5	25	0.733	21
4	140	7	140	6	21	0.933	23



**Fig. 2 -** Diagram of dependence of brace width to chord width  $\beta$ , coefficient of relative bending stiffness  $\beta^*$   
**Рис. 2 -** Диаграмма зависимости ширины распорки от ширины хорды  $\beta$ , коэффициент относительной жесткости при изгибе  $\beta^*$



**Fig. 3 -** Diagram of dependence of chord width to chord thickness  $2\gamma$ , coefficient of relative bending stiffness  $\beta^*$   
**Рис. 3 -** Диаграмма зависимости ширины хорды от толщины хорды  $2\gamma$ , коэффициент относительной жесткости при изгибе  $\beta^*$

The above graphs (Fig. 2-3) show that the bearing capacity and strength of truss nodes made of bent-welded sections depend on the width of the strut and its thickness [3].

1. A similar approach to determining the value of the coefficient  $\beta^*$ , which depends on the relative value of the bending stiffness of the fiber concrete element as a local reinforcement of a truss node made of SHS, taking into account the concentrated load, bending moment determined in the SP "ANSYS Workbench" and mathematical function  $\eta_i = e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$  is calculated by the formula:

$$\beta^* = \frac{P}{4M} \cdot e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) \quad (1)$$

$$\beta^* = \frac{147}{(4 \cdot 30,88)} \cdot 1 = 1.19 \text{ м}^{-1}$$

2. Using formula (3), the moment of inertia of the fiber concrete block as a beam on an elastic base is determined by the formula:

$$I_x = I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (2)$$

$$I_x = I_y = \frac{15 \cdot 15^3}{12} = 4218 \text{ см}^4$$

where  $h$  is the section height of the block;  
 $b$  - width of the block;

Based on the value of the moment of inertia, we calculate the bending stiffness of the fiber concrete block used as a local reinforcement of the SHS truss node by the following expression:

$$EI = 3000000 \text{ Н / см}^2 \cdot 4218 \text{ см}^4 =$$

$$= 3 \cdot 10^7 \text{ кН / м}^2 \cdot 4.218 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4 =$$

$$= 1260 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$$

3. Based on the above values of the fiber concrete block, determine the bedding factor by the formula:

$$\kappa = 4IE\beta^{*4} \quad (3)$$

$$\kappa = 4 \cdot 1260 \cdot 1.19^4 = 10106 \text{ кПа}$$

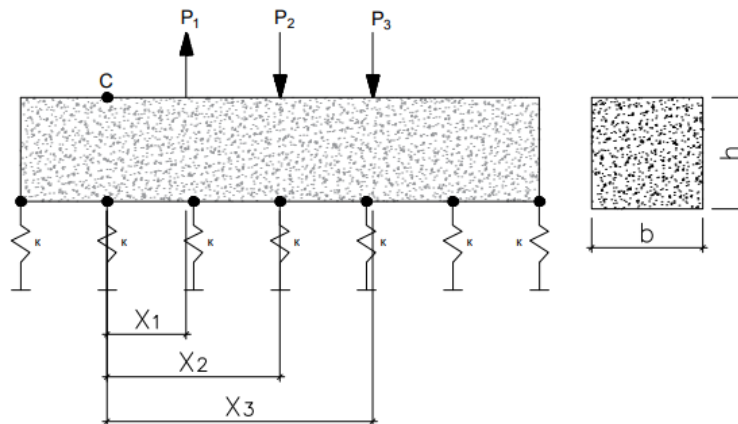


Fig. 4 - Fibroconcrete block loaded by a system of concentrated forces

Рис. 4 - Фибробетонный блок, нагруженный системой сосредоточенных усилий

The fiber concrete block is considered as a beam on an elastic base, loaded by several concentrated forces Fig. 4. It is necessary to determine the bending moment taking into account the concentrated force and the distance from each load, as indicated in [6]. From this value it is required to calculate the total bending moment at point C from the action of these forces [5-5]. Let us use the principle of independence of the action of forces.

Using formula (4), we determine the bending moment taking into account the concentrated load  $P_1$  and the mathematical function to the coefficient of relative bending stiffness at point C:

$$M_1 = \frac{1}{4\beta^*} P_1 \cdot e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) \quad (4)$$

$$M_1 = \frac{1}{4 \cdot 1.19} 19.5 \cdot 0.81 = 3.318 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Calculate the bending moment at the point, taking into account the concentrated load  $P_2$  by the formula:

$$M_2 = \frac{1}{4\beta^*} P_2 \cdot e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) \quad (5)$$

$$M_2 = \frac{1}{4 \cdot 1.19} 147 \cdot 0.6398 = 19.7585 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Using formula (6), determine the bending moment, taking into account the concentrated force  $P_3$  at point C:

$$M_3 = \frac{1}{4\beta^*} P_3 \cdot e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) \quad (6)$$

$$M_3 = \frac{1}{4 \cdot 1.19} 147 \cdot 0.4688 = 14.477 \text{ кН} \cdot \text{М}$$

Based on formulas (1, 2, 3), calculate the total moment by the formula:

$$M_c = \frac{1}{4\beta^*} [P_1 \cdot \eta_1(x_1) + P_2 \cdot \eta_2(x_2) + P_2 \cdot \eta_2(x_3)] \quad (7)$$

$$M_c = 3.18 + 19.7585 + 14.477 = 37.416 \text{ кН} \cdot \text{М}$$

where  $M_c$  is the bending moment at point C;

$P$  - concentrated force;

$X$  - distance from the force  $P$  to point C;

$\eta$  - mathematical function;

$\beta$  - coefficient of relative bending stiffness;

Fibroconcrete block is loaded with several concentrated loads from struts, the application points of which are located at a distance  $x_1, x_2, x_3$  mm from the support of the fibroconcrete block reinforcing a truss

assembly made of square hollow sections. Loading was performed in stages, the values were taken to be 147 and 19.5 kN [3].

The use of modern software packages makes it possible to carry out numerous variation studies combining different loads and variation of strength and deformation characteristics of materials (structural concrete, high-strength concrete for reinforced concrete beams), as well as to compare the results obtained with the SP "ANSYS" with analytical calculation results [15]. In this study, one of the most modern universal SP "ANSYS" was used [5].

### 3. Results

Analytical and numerical calculations of the fiber concrete block as a beam on an elastic base were carried out in accordance with [7]. To analyze the fiber concrete block, different cross-sections for the strut and the chord of SHS trusses were considered [9].

The results of calculations of the bending moment  $M_c$  of the fiber concrete block as a local reinforcement of the SHS truss node, taking into account the concentrated loads and mathematical functions, as specified in [6], are shown in Table 2.

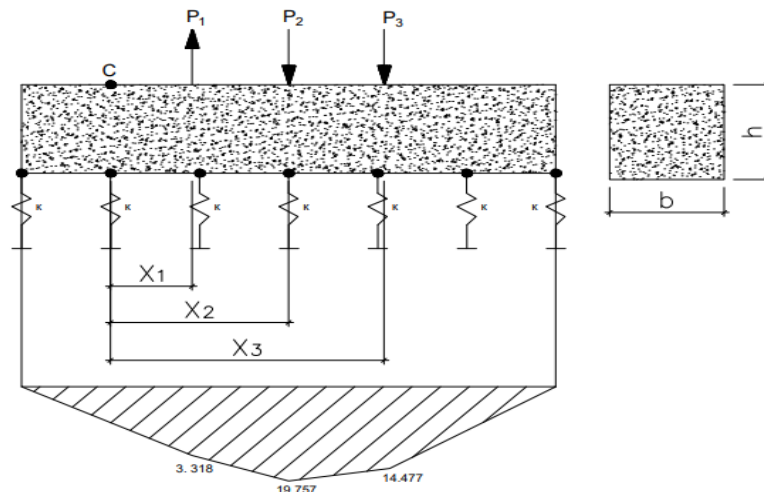
**Table 2.** Results of analytical calculations of the fiber concrete block as a beam on an elastic base

**Таблица 2.** Результаты аналитических расчетов фибробетонного блока в виде балки на упругом основании

№ сечения	X, М	$\beta X$	$\eta_i$	P, кН	M, кН*М
1	0,085	0.101	0.8100	19.5	3.318
2	0.187	0.2225	0.6398	147	19.758
3	0.287	0.3415	0.4688	147	14.477
					$M_c = \sum M = 37.416$

Based on the results of numerical calculations of the fiber concrete element as a beam on an elastic base, the bending moment diagrams are compiled taking into account the concentrated forces, mathematical functions and the bending stiffness factor  $\beta^*$  [5] and presented in Fig. 5.

Using formula (5), we determine the bending moment in the fiber concrete block, taking into account the concentrated load and mathematical functions, the coefficient of relative bending stiffness [7] (Fig. 6):



**Fig. 5 -** Bending moment diagram in a fiber concrete block as a beam on an elastic base

**Рис. 5 -** Диаграмма изгибающего момента в фибробетонном блоке в виде балки на упругом основании

Based on the results of numerical studies of a fiberconcrete block reinforcing a SHS truss assembly, using the phenomenological approach, a graph of the

dependence of the bending stiffness coefficient  $\beta$  on the correction factor  $\beta^*$  (figure 6) was made [11].

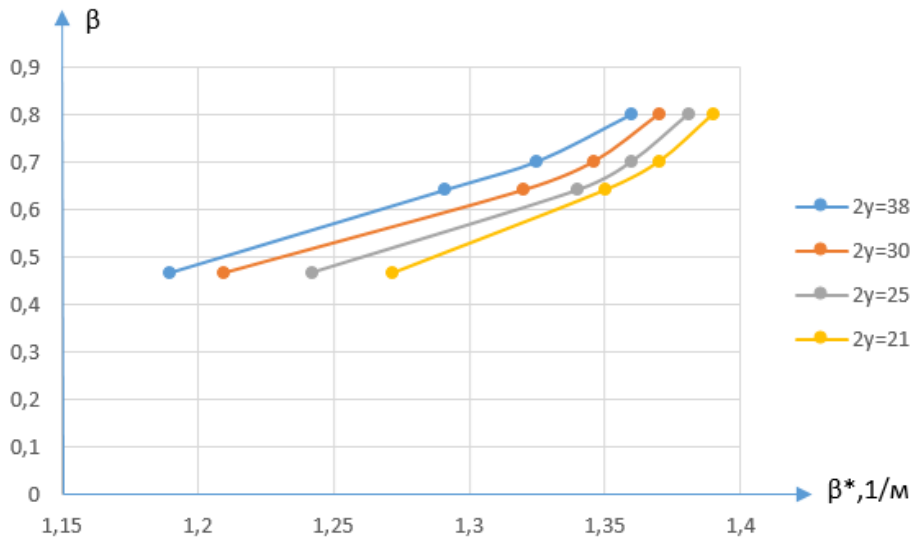


Figure 6 - Diagram as a function of strut width to girder width  $\beta$ , coefficient of relative bending stiffness  $\beta^*$  with regard to girder width to its thickness  $2\gamma$

Рисунок 6 - Диаграмма зависимости ширины стойки от ширины балки  $\beta$ , коэффициент относительной жесткости при изгибе  $\beta^*$  в отношении ширины балки к ее толщине  $2\gamma$

On the basis of the obtained results of numerical studies, graphs of relations between the values of strut width to chord width  $\beta$  and the bending stiffness coefficient  $\beta^*$  have been plotted [3]. Thus, it should be noted that the bearing capacity and strength of a fiber concrete block as a beam on an elastic base as a local

reinforcement of a truss node made of SHS depend on the width of the strut and its thickness [7].

Based on the results of numerical calculations of the fiber concrete block, as a beam on an elastic base, using the phenomenological approach, graphs (Fig. 7) of the dependence of the bedding factor on the bending stiffness factor  $\beta^*$  [12].

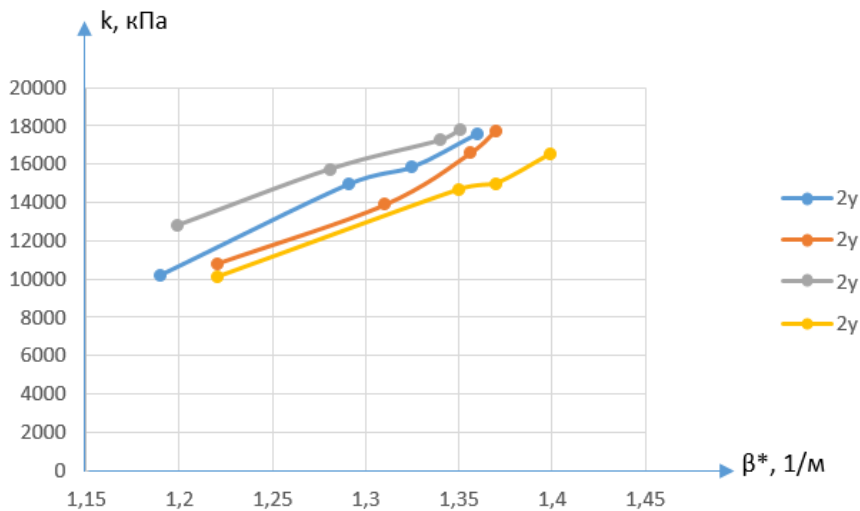


Fig. 7 - Diagram of dependence of bedding coefficient  $k$  and coefficient of relative bending stiffness  $\beta^*$

Рис. 7 - Диаграмма зависимости коэффициента залегания  $k$  и коэффициента относительной жесткости при изгибе  $\beta^*$

According to the results of numerical studies, graphical and analytical dependences of the change in strength characteristics of fiber concrete block under the loading by concentrated forces were obtained [7].

The numerical model of the fiber concrete block, as a beam on an elastic base, of the analyzed node more accurately reflects its behavior during load transfer. The analytical model contains some simplifications and

generalizations, the purpose of which is to develop an algorithm for designing and calculating nodes under different geometric and physical-mechanical characteristics [12].

Numerical calculations of fiber concrete blocks, as a beam on an elastic base, were performed using the SP "ANSYS". [8]. Fibroconcrete block under the action of concentrated load was used as reinforcement of truss

nodes made of square hollow sections [8]. To conduct the study, numerical models of truss nodes made of square hollow sections with fiber concrete block reinforcement were created (Fig. 1).

To calculate a fiber concrete block as part of the local reinforcement of the nodes of structures of trusses made of bent-welded profiles, as a beam on elastic foundations, firstly, its calculation model is established and the conditions of its contact with the foundation are considered, and then the calculation is performed [13].

#### 4. Discussion

Analysis of the numerical study at the considered values of the parameters showed the following:

1. The performed analytical studies made it possible to determine the method of calculation of fiber concrete element as the work of a beam on an elastic basis [11]. This selects an arbitrary point on the basis of this point performs the calculation of the block as part of the node of a truss made of square hollow sections.

2. The equations based on which it is possible to determine bending moments at arbitrary points of fiber concrete block as a beam on an elastic basis are obtained.

3. Equations were obtained, on the basis of which we can analyze the bedding coefficients of fiber concrete block as a beam on an elastic base  $k = 4EJ \cdot \beta^{*4}$ .

4. The methods of calculation of a fiber concrete block based on the theory of a beam on an elastic base, which is important in construction practice, have been developed.

In spite of the absence of a full-fledged normative and technical base for the methods of calculation of fiber concrete block as a beam on an elastic base as reinforced nodes of square hollow sections trusses, the finite-element model developed in PC "Ansys Workbench" allows one to reliably determine the bending moment [13]. Based on it, it is possible to determine the bedding factor  $k$  and the bending stiffness factor  $\beta^*$  of the block.

Based on the results of numerical studies, a methodology for calculating a fiber concrete block locally reinforcing a truss unit made of square hollow sections as a beam on an elastic base is proposed. Next, an experimental study should be performed to implement the methodology in construction.

#### 5. Conclusion

The following conclusions can be drawn from the results of the work:

1. The calculation scheme of a fiber concrete block as a beam on an elastic base, which most closely reflects its work as part of the calculation model of a node including struts and truss chords made of square hollow sections, is determined.

2. The applicability of the beam analogy to the computational scheme of a fiber concrete block as a beam on an elastic base is established.

3. The method of calculation of fiber concrete block as a beam on an elastic basis taking into account the

beam analogy as a part of a truss node made of bent profiles has been proposed.

4. The bending moment calculation procedure of fiber concrete block as a beam on an elastic base has been determined.

5. The method of calculation of the bending stiffness coefficient,  $\beta^* = 1.291 \text{ m}^{-1}, 1.324 \text{ m}^{-1}, 1.346 \text{ m}^{-1}, 1.373 \text{ m}^{-1}$  of fiber concrete block as a local reinforcement of truss nodes made of square hollow sections has been determined.

6. The method of calculation of stiffness coefficient,  $k = 10819 \text{ kPa}, 13891 \text{ kPa}, 16577 \text{ kPa}, 17767 \text{ kPa}$  of fiber concrete block as a beam on an elastic base as a local reinforcement of a truss node made of square hollow sections is defined.

#### References

1. Ran F, Yu Chen, Shengwei Ga, Wei Zh. Numerical investigation of concrete-filled multi-planar CHS Inverse-Triangular tubular truss// Thin-Walled Structures. 2015. №94. P. 23-37. DOI.org/10.1016/j.tws.2015.03.030.
2. Wenyuan K, WenboZh, LiboCh, Qinglong L, Yao Zh, Yu Ch. Flexural performance of steel fiber reinforced concrete filled stainless steel tubular trusses// Composite Structures. 2022. DOI.org/10.1016/j.compstruct.2022.116266.
3. Yoshinaga S, Tetsuya H, Akira I, Atsushi I, Kaoru M. Experiments on concrete filled and reinforced tubular K-joints of truss girder// Journal of Constructional Steel Research. 2014 № 60. P. 683 – 699. DOI:10.1016/S0143-974X(03)00136-6.
4. Sha-Sh, JuCh, Fei Xu. Mechanical behavior and design of concrete-filled K and KK CHS connections// Journal of Constructional Steel Research. 2022. № 188. DOI: Org/10. 1016/j.jcsr. 2021. 107000.
5. Wenwei Y, Jiankang L, Ruhao Y. Experimental Study on the Static Behavior of Reinforced Warren Circular Hollow Section (CHS) Tubular Trusses// Applie sciences. 2018. pp. 1-22. DOI:10.3390/app8112237.
6. Korobko V. I, Yurov A. P, Morozov S. A. Construction Mechanics. Moscow: Stroyizdat. - 2007. - 66c.
7. Wenwei Y, Ruhao Y, Yaqi Su, GuoqingZh, Bo Hu. Experimental Study on Hysteretic Behavior of the Overlapped K-Joints with Concrete Filled in Chord// Applie sciences. 2019. № 9. P. 2-17. DOI:10.3390/app9071456.
8. Saleh S, Saqif M. A, Ramiz F. omparison of behavior between hollow and composite K joints under sustained loading and corrosion// Materials science and engineering. 2019. DOI:10.1088/1757-899X/513/1/012039.
9. Dengyiding J, Chao H, LumingSh, Lin-Hai H. Numerical performance of blind-bolted demountable square CFST K-joints// Journal of Building Engineering. 2021. № 33. P. 35- 44. DOI.org/10.1016/j.job.2020.101646.
10. Haohui X, Prishilla K, Milan V, Mechanical behaviour of welded high strength steel rectangular

hollow section joints// Engineering Failure Analysis. 2021. № 125. DOI.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105410.

11. Gimranov L. R, Pazhwak A., To the determination of the stress-strain state of a concrete block as part of a reinforced node truss from square hollow sections// International Journal of Advanced Academic Studies.2022. №4. P.135-139. E-ISSN: 2706-8927.

12. Packer J. A, Wardenier J, Zhao X. L, Vegte G. J, Kurobane Y. Design guide for Rectangular hollow section (RHS) joints under predominantly static loading//CIDECT. 2009. ISBN 978-3-938817-04-9.

13. Wenwei Y, Ruhao Y, Yaqi S, Guoqing Z, Bo H. Experimental Study on Hysteretic Behavior of the Overlapped K-Joints with Concrete Filled in Chord// Appl. Sci. 2019. Vol. 9. DOI:10.3390/app9071456.

## К РАСЧЕТУ ФИБРОБЕТОННОГО БЛОКА В ВИДЕ БАЛКИ НА УПРУГОЙ ОСНОВЕ В СОСТАВЕ ЛОКАЛЬНО УСИЛЕННЫХ УЗЛОВ ФЕРМ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ КВАДРАТНЫХ ПУСТОТЕЛЫХ ПРОФИЛЕЙ

Л. Гирманов<sup>1</sup>, А. Пажвак<sup>2</sup>, С. А. Азими<sup>3</sup>

Казанский государственный инженерно-архитектурный университет  
420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1.

Email: <sup>1</sup>leenuur@gmail.com; <sup>2</sup>pazhwak\_2008@yahoo.com; <sup>3</sup>sayedalii@gmail.com

**Аннотация.** Статья посвящена аналитическому и численному исследованию узлов фермы, выполненных из квадратного пустотелого сечения с локальным бетонным заполнением. Проведен численный анализ фибробетонного элемента в виде балки на упругом основании в качестве локального усиления узла фермы, выполненного из квадратных полых профилей, под действием сосредоточенной нагрузки от соседней стойки.

**Предмет исследования:** Предметом исследования является локальное заполнение бетоном армированных узлов ферм из СВС соединения К-типа, и расчет несущей способности узлов ферм из ВШП под воздействием нескольких сосредоточенных сжимающих нагрузок от элементов раскоса.

**Материалы и методы:** Применен метод внутреннего исследования, основанный на численном эксперименте и компьютерном моделировании SP "ANSYS Workbench" локального усиления узла ферм из СВС К-образного типа соединения, локально заполненного бетоном.

**Результаты:** Представлены простые и надежные методы усиления узлов, выполненных из квадратных пустотелых профилей путем заполнения бетоном. а также соответствующие методы их расчета. Соединения узлов фермы, выполненные из квадратных полых профилей К-образного типа соединения с прямым примыканием, дают высокое качество при минимальных трудозатратах и металлоемкости.

**Выводы:** Несущая способность узлов фермы, выполненных из квадратных полых профилей, может быть увеличена за счет локального заполнения внутренней полости хорды бетоном, что позволяет разгрузить полку, к которой примыкают решетчатый элемент и боковые стенки хорды.

**Ключевые слова:** Квадратное полое сечение, жесткость при изгибе, численное исследование, стальная труба с бетонным заполнением, метод расчета.

УДК 691.3

## МИКРОСТРУКТУРА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОНА НА КАРБОНАТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

Когай Э.А., Макарова Е.С., Федоркин С.И.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, Россия  
email: kogay\_emil@mail.ru

**Аннотация:** В статье приведены результаты электронномикроскопического и рентгеноструктурного исследований микроструктуры мелкозернистого базальтофибробетона на карбонатных заполнителях крымских месторождений.

**Предмет исследования:** мелкозернистый базальтофибробетон на карбонатных заполнителях.

**Материалы и выводы:** В качестве материалов для проведения исследований выбраны карбонатные породы – известняки месторождений Крыма, различающиеся по генезису: мраморовидные, нуммулитовые, известняк-ракушечник; портландцемент ЦЕМ 142,5Н (ПЦ 500 ДО) и базальтовые волокна РБР-18-Т10/12. Структуру исследуемых систем изучали с помощью электронной сканирующей микроскопии на микроскопе РЭМ-106, рентгеноструктурный анализ выполнен на дифрактометре ДРОН – 2,0.

**Результаты:** Исследования, проведенные с помощью электронного микроскопа РЕМ - 106, SELMI при 2000-кратном увеличении, показали, что область контакта между фиброй и матрицей при разных заполнителях характеризуется плотным соприкосновением поверхностей и отсутствием трещин и зазоров. На поверхности самих волокон наблюдается новообразование, представляющие собой кристаллы портландцемента, а частицы известнякового наполнителя сцементированы кристаллическим кальцитом  $\text{CaCO}_3$ . Рентгенофазовый анализ показал, что фазовый состав опытных образцов представлен в основном как негидратированными минералами портландцемента  $\text{C}_3\text{S}$  ( $d=1,765$ ),  $\text{C}_2\text{S}$  ( $d=2,883$ ),  $\text{C}_4\text{AF}$  ( $d=2,053$ ),  $\text{C}_3\text{A}$  ( $d=2,702$ ), так и гидратными минералами цементного камня (портландит  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , этtringит  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$ , двухкальциевый гидросиликат  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и др.)

**Выводы:** Электронно-микроскопические исследования поверхности базальтового волокна показали отсутствие или минимальную деградацию волокон, работающих в агрессивной среде ПЦ. Рентгенофазовым анализом установлены особенности фазового состава ПЦ-камня с базальтовым волокном. Изучена контактная зона цементного камня с базальтовым волокном и карбонатным заполнителем и показано влияние микроструктуры на увеличение сцепления между компонентами базальтофибробетона.

**Ключевые слова:** базальтофибробетон, микроструктура, цементный камень, контактная зона, поверхность базальтовых волокон.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Развитие науки о бетоне в настоящее время заключается в использовании процессов управляемого структурообразования, направленных на получение материалов с заданными свойствами, благодаря более глубокому изучению их микроструктуры.

Из многочисленных достижений науки о бетонах наиболее значительными оказались те, которые углубили представления о процессах, происходящих на микроуровне и способствующих улучшению основных характеристик бетона – прочности, деформативности и долговечности. Среди них – научное обоснование процессов гидратации цемента и формирования его структуры в присутствии дисперсно-армирующих волокон. Прочность контактной зоны и сцепления зерен заполнителя цементным камнем играют исключительно важную роль в формировании структуры и свойств бетонов. Применение базальтового волокна позволяет модифицировать структуру цементного камня на микроуровне с целью придания бетону свойств, обеспечивающих высокую эксплуатационную надежность конструкции.

В настоящее время в Крыму эксплуатируется более 100 карьеров по добыче известнякового камня и стеновых блоков для строительства жилых и общественных зданий, а также других объектов различного назначения [1]. По некоторым данным, ежегодно образуется 1 млн. м<sup>3</sup> известняковых отходов. Вопросы использования отходов известняка в качестве заполнителя для дисперсно-армированного бетона, а также, изучение его микроструктуры, на наш взгляд, изучены недостаточно и вызывают необходимость дополнительных исследований.

### АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Высокая адгезия цементного вяжущего и заполнителя определяется многими факторами, которые в совокупности влияют на строение и свойства контактной зоны и величину сцепления. Относительная роль каждого фактора оценивается различными учеными по-разному.

По мнению И. Фаррана [2], между цементным камнем и заполнителем существуют три вида связи: а) механическое сцепление за счет неровностей поверхности заполнителя; б) ионная связь за счет прорастания решеток цементного камня и заполнителей; в) капиллярная связь, обусловленная наличием жидкой фазы на границе цементный

камень-заполнитель. Если устранить механическое сцепление (путем полировки поверхности), то останется сцепление второго (ионная связь) и третьего (капиллярная связь) родов. Сцепление с известняком и кальцитом осуществляется, по мнению Фаррана, в результате взаимного структурного прорастания цементного камня и заполнителей, что было подтверждено структурным анализом контактной зоны. Петрографический анализ показал, что в случае применения карбонатных пород в зоне контакта образуются помимо обычных кристаллогидратов, новообразования типа  $3\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $n\text{H}_2\text{O}$ .

Исследования В.Ф. Журавлева и Н.П. Штейера [3] показали, что величина сцепления между вяжущим и заполнителем обуславливается не только механическими факторами, но и физико-химическими процессами и образованием в контактной зоне кристаллогидратов.

В опытах А.К. Шрейбера, Г.И. Горчакова и Л.И. Абрамова [4] сцепление цементного раствора с камнем также возрастало с увеличением пористости камня. Прочность сцепления с известняком в 1,5-1,7 раза выше, чем с гранитом.

В.И. Буй пришел к заключению, что отсос воды заполнителями приводит к повышению адгезионных сил. Определенное влияние на сцепление заполнителей с цементным камнем оказывают также объемные изменения цементного теста при твердении. Усадочные деформации приводят к ослаблению сцепления камня с заполнителями, поэтому поглощение влаги из цементного теста сухими пористыми заполнителями в первый период времени является благоприятным фактором, так как снижает фактическое водоцементное отношение, а следовательно – усадочные деформации цементного камня.

Результаты опытов И.И. Егорова [5], Н.Г. Ковалева [6], И.Ф. Фильченкова [7], Р.Л. Маиляна [8] и других, свидетельствует о том, что сцепление цементного камня с карбонатными заполнителями значительно лучше, чем с высокопрочными заполнителями из изверженных пород.

Целью настоящей статьи является исследование микроструктуры мелкозернистого базальтофибробетона на карбонатных заполнителях.

## СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве материалов для проведения исследований выбраны карбонатные породы – известняки месторождений Крыма, различающиеся по генезису: мраморовидные, нуммулитовые и известняк-ракушечник.

Физико-механические характеристики и химический состав нуммулитового известняка месторождения Скалистое, известняка-

ракушечника Бешараньского месторождения и мраморовидного известняка карьера Мраморный приведены в нашей работе [1].

В качестве вяжущего применяли портландцемент Новороссийского цементного завода ЦЕМ 142,5Н (ПЦ 500 ДО). Исследования проводили на базальтовых волокнах РБР-18-Г10/12.

Максимальная крупность зерен карбонатного заполнителя не превышала 5мм. Из полученного фиброраствора способом виброформования изготавливали образцы-балочки размером 4x4x16см.

Структуру исследуемых систем изучали с помощью электронной сканирующей микроскопии на микроскопе РЕМ-106, SELMI.

Рентгеноструктурный анализ выполнен на дифрактометре ДРОН – 2,0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

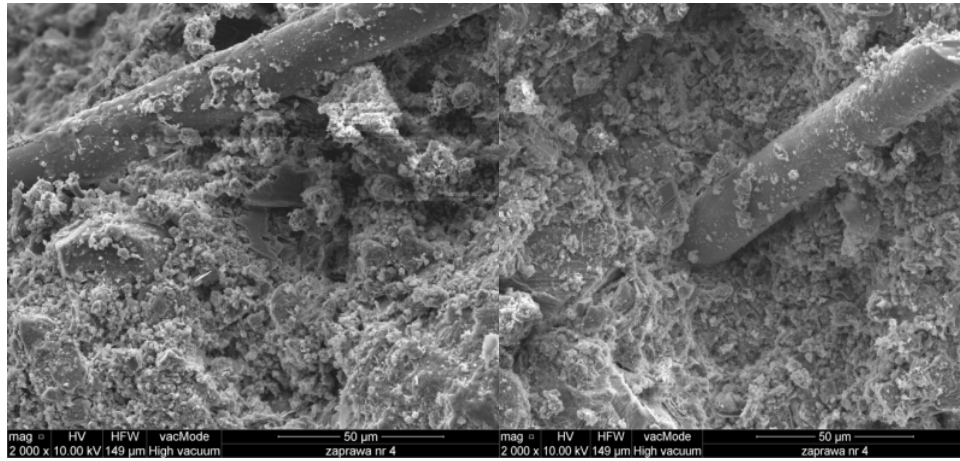
Исследования, проведенные с помощью электронного микроскопа РЕМ - 106, SELMI при 2000-кратном увеличении, показали, что область контакта между фиброй и матрицей при разных заполнителях характеризуется плотным соприкосновением поверхностей и отсутствием трещин и зазоров (рис.1).

На поверхности самих волокон наблюдаются новообразования, представляющие собой кристаллы портландцемента (рис. 2), а частицы известнякового наполнителя сцементированы кристаллическим кальцитом  $\text{CaCO}_3$ .

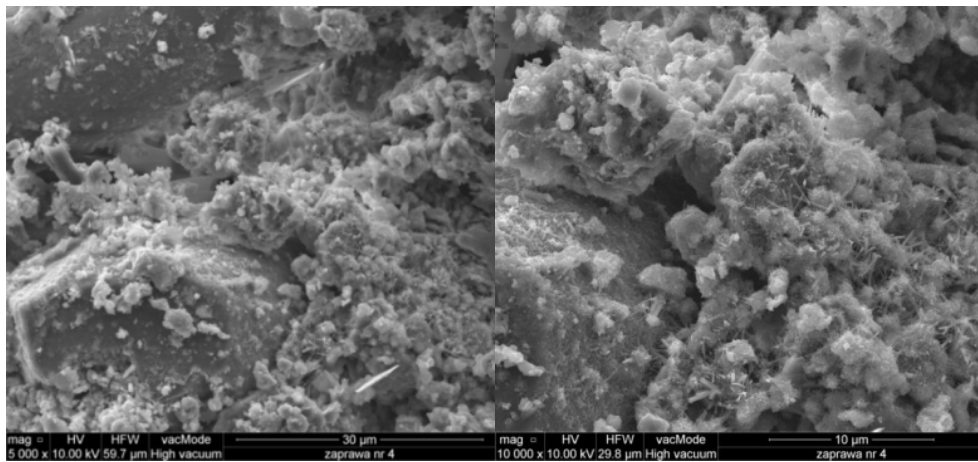
В контактной зоне наполнителя с цементным камнем и волокном, видно, что цементный камень заполняет неровности поверхности зерна известняка-ракушечника, и, тем самым, увеличивает сцепление между составляющими.

На микрофотографии поверхности скола цементного камня с мраморовидным наполнителем и базальтовым волокном (рис. 3) просматривается плотное взаимное прорастание кристаллов зерен заполнителя и новообразований на поверхности базальтового волокна, что обеспечивает прочный контакт между ними.

Плотно расположенные кристаллические отложения на базальтовом волокне имеют пентагондодекаэдровую форму (рис. 4). Данный кристаллический сросток цементного камня возник за счет микроскопических кристаллических сростков, которые или объединяются в единый кристаллический сросток, или остаются в структуре цементного камня в виде микроскопических включений, разобращенных тоберморитовым гелем. В тоберморитовом геле дисперсной фазой являются субмикрораспределенные гидросиликаты кальция, образующиеся при гидратации силикатных фаз портландцементного клинкера.



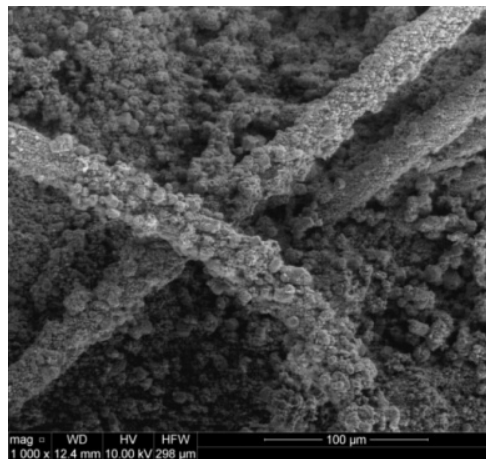
**Рис.1.** Поверхность скола цементного камня на известняках-ракушечниках с базальтовым волокном, ×2000  
**Fig.1.** Chipping surface of cement stone on limestone shells with basalt fiber, ×2000



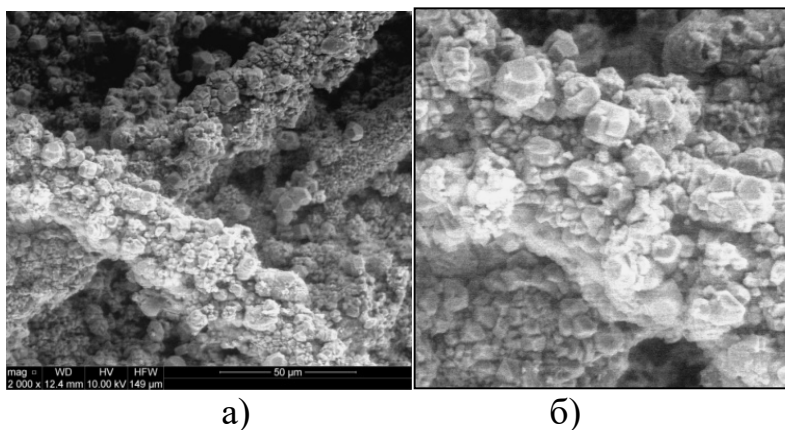
а)

б)

**Рис. 2.** Контактная зона цементного камня, известняка-ракушечника и базальтового волокна: а) –×5 000, б) –×10 000  
**Fig. 2.** Contact zone of cement stone, shell limestone and basalt fiber: а) –×5,000, б) –×10,000

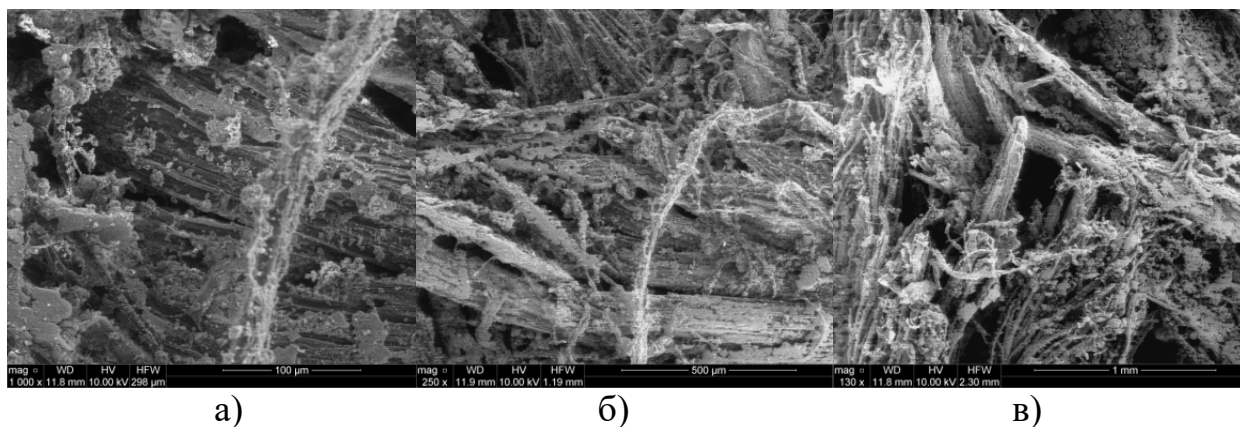


**Рис. 3.** Поверхность скола цементного камня на мраморовидном заполнителе с базальтовым волокном, ×1000  
**Fig. 3.** The surface of the chipped cement stone on a marble-like aggregate with basalt fiber, ×1000



**Рис.4.** Поверхность базальтового волокна, x2000:  
а) – кристаллические отложения на базальтовом волокне; б) – пентагондodeкаэдровая форма кристаллов.

**Fig.4.** Surface of basalt fiber, x2000:  
a) – crystalline deposits on basalt fiber; b) – pentagon dodecahedral shape of crystals.



**Рис.5.** Поверхность скола цементного камня на нуммулитовом заполнителе с базальтовым волокном:

а) –×1000, б) –×250, в) –×130.  
**Fig.5.** The chipping surface of cement stone on nummulite aggregate with basalt fiber:  
a) –×1000, b) –×250, c) –×130.

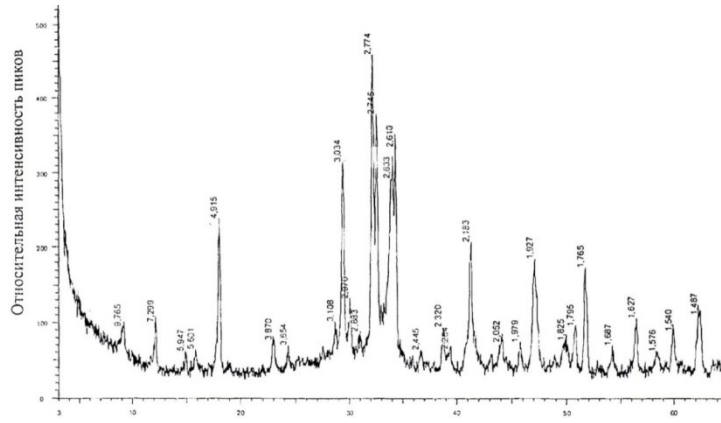
Увеличение прочности цементного камня происходит за счет влияния базальтового волокна на концентрацию напряжений в местах ослабленных структурными дефектами, и порами.

Идентификацию новообразований, возникающих в цементном камне с базальтовым волокном, проводили с помощью рентгенофазового анализа. Исследованию подвергались образцы портландцементного камня без добавки волокон и с базальтовым волокном в возрасте 1 и 28 сут. твердения. Рентгенограммы представлены на рис. 6 и 7.

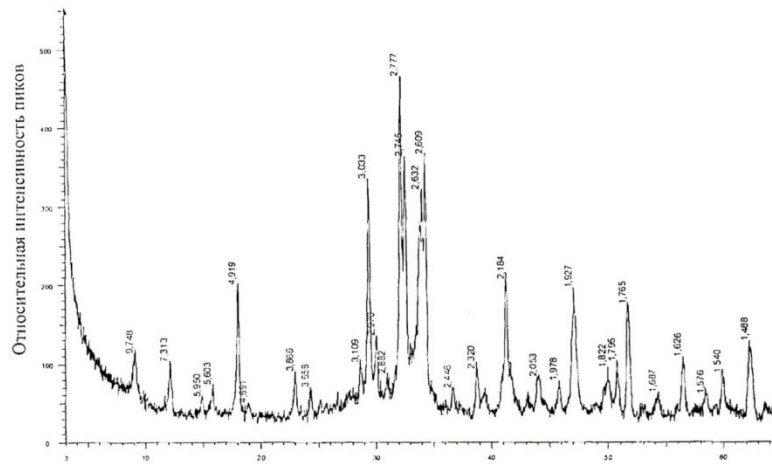
Рентгенофазовый анализ показал, что фазовый состав опытных образцов представлен в основном как негидратированными минералами портландцемента  $C_3S$  ( $d=1,765$ ),  $C_2S$  ( $d=2,883$ ),  $C_4AF$  ( $d=2,053$ ),  $C_3A$  ( $d=2,702$ ), так и гидратными минералами цементного камня

(портландит  $Ca(OH)_2$ , этtringит  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ , двухкальциевый гидросиликат  $Ca_2SiO_4 \cdot nH_2O$  и др.)

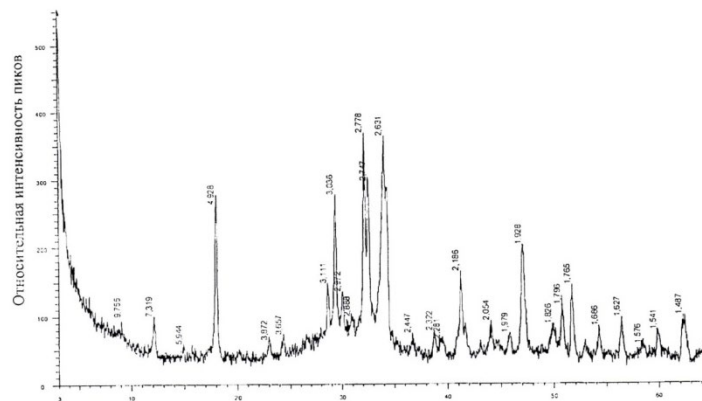
Рентгенограммы цементного камня с базальтовыми волокнами отличаются от рентгенограмм образцов цементного камня меньшей интенсивностью дифракционных максимумов портландцемента и более интенсивными дифракционными максимумами ПЦ минералами алита с белитом ( $C_3S + C_2S$ ). В среднем интенсивность пиков  $Ca(OH)_2$  портландцементного камня с базальтовым волокном по сравнению с цементным камнем без базальтовых волокон снижается в 1,2 раза, а интенсивность пиков  $C_3S + C_2S$  возрастает в 1,5 раза, что свидетельствует о влиянии добавки базальтовых волокон на замедление процессов гидратации портландцемента.



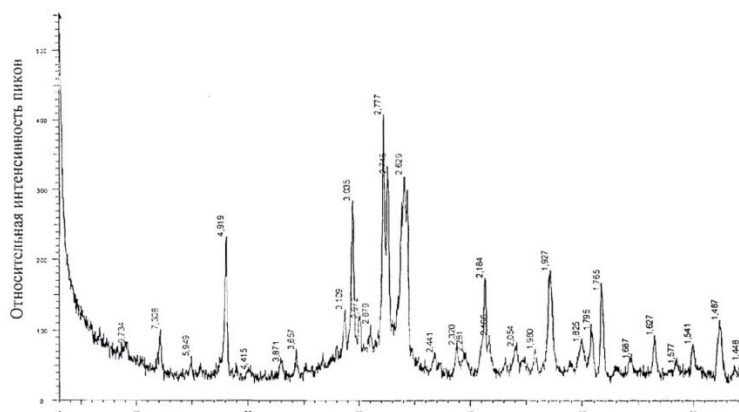
**Рис. 6.** Рентгенограмма продуктов гидратации портландцементного камня в возрасте 1 сут.  
**Fig. 6.** Radiograph of hydration products of Portland cement stone at the age of 1 day.



**Рис. 7.** Рентгенограмма продуктов гидратации портландцементного камня с базальтовыми волокнами в возрасте 1 сут.  
**Fig. 7.** X-ray of hydration products of Portland cement stone with basalt fibers at the age of 1 day.



**Рис. 8.** Рентгенограмма продуктов гидратации портландцементного камня в возрасте 28 сут.  
**Fig. 8.** Radiograph of hydration products of Portland cement stone at the age of 28 days.



**Рис. 9.** Рентгенограмма продуктов гидратации портландцементного камня с базальтовыми волокнами в возрасте 28 сут.  
**Fig. 9.** Radiograph of hydration products of Portland cement stone with basalt fibers at the age of 28 days.

## ВЫВОДЫ

1. Электронномикроскопические исследования поверхности базальтового волокна показали отсутствие или минимальную деградацию волокон работающих в агрессивной среде портландцемента. Установлено, что за счет частичного разрушения волокна с образованием раковин на его поверхности, прочность сцепления камня и волокна увеличивается.

2. Рентгенофазовым анализом установлены особенности фазового состава портландцементного камня с базальтовым волокном. Показано, что материал дисперсных волокон вступает во взаимодействие с продуктами гидратации цемента так, что базальтовое волокно, как на первые, так и на 28 сутки поглощает портландит. В среднем интенсивность пиков  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  портландцементного камня с базальтовым волокном относительно состава без базальтового волокна снизилась в 1,2 раза, а интенсивность пиков  $\text{C}_3\text{S} + \text{C}_2\text{S}$  возросла в 1,5 раза, что свидетельствует о влиянии добавки базальтовых волокон на замедление процессов гидратации портландцементных минералов.

## ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Крыма: Справочник / авт. – сост. Н.В. Любомирский, С.И. Федоркин. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2021. – 540 с.
2. Farrain I. Contribution minéralogique à l'étude de l'adhérence entre les constituants hydratés des ciments et les matériaux enrobés / I. Farrain // «Revue des matériaux de construction et travaux publics», 1956. – N490, 491, 492.
3. Журавлев В.Ф. Сцепление цементного камня с разными материалами / В.Ф. Журавлев. Н.П. Штейнер // «Цемент», 1952. – №1.
4. Шрейберг А.К. Влияние породы и состояния камня на его сцепление с бетоном / А.К. Шрейберг,

Г.И. Горчаков, Л.И. Абрамов // Изв. ВНИИГ, т.71. Л. – М., – 1962.

5. Егоров И.И. О сцеплении цементного камня с поверхностью щебня и гравия / И.И. Егоров // Вестник Военно-инженерной академии им. Куйбышева, вып. 65 М., 1952.

6. Ковалев И.И. Исследование прочностных свойств жесткого бетона для аэродромных покрытий. Автореф. Канд. Дисс. Л., 1958.

7. Фильченко И.Ф. Влияние качества щебня из карбонатных пород на свойства бетона. Автореф. Канд. Дисс. М., 1965.

8. Маилян Р.Л. Бетон на карбонатных заполнителях / Р.Л. Маилян // Изд-во Ростовского ун-та. – Ростов-на-Дону. – 1967. – 271 с.

## REFERENCES

1. Mineral resource base of the construction industry of the Crimea: Reference book / author – comp. N.V. Lyubomirsky, S.I. Fedorkin. – Simferopol: "Ariall", 2021. – 540 p.
2. Farrain I. Contribution minéralogique à l'étude de l'adhérence entre les constituants hydratés des ciments et les matériaux enrobés / I. Farrain // "Revue des matériaux de construction et travaux publics", 1956. – N490, 491, 492.
3. Zhuravlev V.F. Adhesion of cement stone with different materials / V.F. Zhuravlev, N.P. Steiner // "Cement", 1952. – No. 1.
4. Schreyberg A.K. The influence of the rock and the state of the stone on its adhesion to concrete / A.K. Schreyberg, G.I. Gorchakov, L.I. Abramov // Izv. VNIIG, vol. 71. L. – M., – 1962.
5. Egorov I.I. On the adhesion of cement stone to the surface of crushed stone and gravel / I.I. Egorov // Bulletin of the Military Engineering Academy. Kuibysheva, issue 65 M., 1952.
6. Kovalev I.I. Investigation of the strength properties of rigid concrete for airfield coatings. Autoref. Cand. Diss. L., 1958.

7. Filchenko I.F. The influence of the quality of crushed stone from carbonate rocks on the properties of concrete. Autoref. Cand. Diss. M., 1965.

8. Mailyan R.L. Concrete on carbonate aggregates / R.L. Mailyan // Publishing House of the Rostov University. – Rostov-on-Don. – 1967. – 271s.

## MICROSTRUCTURE OF FINE-GRAINED BASALT FIBER CONCRETE ON CARBONATE FILLERS

Kogai E.A., Makarova E.S., Fedorkin S.I.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Kievskaya str., 181, Russia  
email: kogay\_emil@mail.ru

**Abstract:** The article presents the results of electron microscopic and X-ray structural studies of the microstructure of fine-grained basalt fiber concrete on carbonate aggregates of Crimean deposits.

**Subject of research:** fine-grained basalt fiber concrete on carbonate aggregates.

**Materials and conclusions:** Carbonate rocks – limestones of Crimean deposits, differing in genesis: marble-like, nummulite, limestone-shell rock; Portland cement CEM 142.5H (PC 500 TO) and basalt fibers RBR-18-T10/12 were selected as materials for research. The structure of the studied systems was studied using electron scanning microscopy on a SEM-106 microscope, X-ray diffraction analysis was performed on a DRON -2.0 diffractometer.

**Results:** Studies conducted using the electron microscope REM - 106, SELMI at 2000x magnification, showed that the area of contact between the fiber and the matrix with different fillers is characterized by dense contact of surfaces and the absence of cracks and gaps. Neoplasms representing Portland cement crystals are observed on the surface of the fibers themselves, and limestone filler particles are cemented with crystalline calcite  $\text{CaCO}_3$ . X-ray phase analysis showed that the phase composition of the prototypes is mainly represented by non-hydrated Portland cement minerals C3S ( $d=1.765$ ), C2S ( $d=2.883$ ), C4AF ( $d=2.053$ ), C3A ( $d=2.702$ ), and hydrated cement stone minerals (Portlandite $(\text{OH})_2$ , ettringite  $\text{CaO AL}_2\text{O}_3 3\text{CaSO}_4 3\text{H}_2\text{O}$ , bicalcium hydrosilicate  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 n\text{H}_2\text{O}$ , etc.)

**Conclusions:** Electron microscopic studies of the basalt fiber surface have shown the absence or minimal degradation of fibers operating in an aggressive PC environment. X-ray phase analysis has established the features of the phase composition of a PC stone with basalt fiber. The contact zone of cement stone with basalt fiber and carbonate aggregate was studied and the effect of microstructure on the increase in adhesion between the components of basalt fiber concrete was shown.

**Key words:** basalt fiber concrete, microstructure, cement stone, contact zone, surface of basalt fibers.



## **Раздел 3. Инженерное обеспечение**

УДК 655.557: 655.7

### **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНИИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Урецкий<sup>1</sup> Е. А., Николенко<sup>2</sup> И.В., Мороз<sup>3</sup> В. В., Акулич<sup>4</sup> Т.И.

- <sup>1</sup>. Республиканское унитарное предприятие (РУП) Белорусский государственный проектный институт «БелГПИ» г. Витебск, ул. Пушкина, 6 Республика Беларусь. 210602 e-mail: euretsky@yandex.by.  
<sup>2</sup>. Институт «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» 295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 181 e-mail: energia-09@mail.ru  
<sup>3,4</sup> Учреждение образования «Брестский государственный технический университет» 224017 Республика Беларусь г. Брест, ул. Московская, 267 e-mail: <sup>3</sup>vovavall@mail.ru; <sup>4</sup>tigol1976@mail.ru;

**Аннотация.** Разработана и исследована внедреная на предприятии ОАО «Брестский электромеханический завод» (БЭМЗ) линия доочистки сточных вод производств защитных покрытий (ПЗП) и печатных плат (ППП). Эксплуатация линии доочистки подтвердила ее работоспособность, невысокую энергоемкость, низкие затраты воды на собственные нужды, показано, что схема ступенчатого повторного использования сточных вод позволяет варьировать степень доочистки в зависимости от требований производства к качеству технической воды и от состава стоков, поступающих на очистку. При этом степень возврата воды в производство достигает 85...90%.

**Предмет исследования.** Сточные воды производств защитных покрытий и печатных плат

**Материалы и методы исследования.** В работе проведены исследования элементов линии доочистки сточных вод ПЗП и ППП на очистных сооружениях базового предприятия и на основании их разработана и внедрена опытно – производственная линия доочистки сточных вод. При проведении исследований на опытной установке была осуществлена проверка полученных выводов, использованных для разработки технологий доочистки различных видов сточных вод ПЗП и ППП а также совершенствованию технологического оборудования и утилизации осадка в производстве строительных материалов.

**Результаты.** Внедрение ресурсосберегающей технологии доочистки сточных вод производств защитных покрытий и печатных плат позволило сократить до минимума количество технологического оборудования и более чем на порядок уменьшить потребность в покупных реагентах, а также более чем вдвое снизить потребность в производственных площадях для его размещения.

**Выводы:** Установлено что выбор схемы доочистки воды ПЗП и ППП зависит от качества исходного состава сточных вод и требований кочищенной воде. При этом при выборе наиболее приемлемого вариантов схем доочистки сточных вод ПЗП и ППП для конкретного потребителя. необходимо выделение потоков наименее загрязнённых сточных вод и возврат их после очистки на нужды технического водоснабжения. На основе исследований элементов линии доочистки сточных вод ПЗП и ППП на очистных сооружениях ОАО «БЭМЗ» внедрена опытно – производственная линия доочистки сточных вод. Полученные результаты исследований позволяют использовать при создании ступенчатых оборотных систем водоснабжения промышленных предприятий.

**Ключевые слова.** рН, реагенты, осветитель, зернистые фильтры; сорбционные фильтры ионообменные фильтры, электродиализ

### **ВВЕДЕНИЕ**

Снижение мировых запасов пресной воды стремительно превращает ее в дефицитный природный ресурс. Недостаток водных ресурсов, а также проблемы охраны окружающей среды делают вопросы, которые связаны с водопользованием особо актуальными. Факторами, которые вызывают негативное влияние на рациональность использования и создание дефицита водных ресурсов, являются мировой рост их потребления, нерациональное использование и загрязнение, а также применение устаревших технологий водопользования. Основной промышленного водоснабжения является гарантированное обеспечение технологических процессов предприятия водой удовлетворяющей всем требованиям по объемам и по качеству.

Многочисленная очистка и повторное использование воды в промышленности является

наиболее эффективным и экономичным способом соблюдения требований по предотвращению загрязнения окружающей среды, а также основой создания малоотходных и безотходных технологических процессов. Поэтому разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий очистки сточных вод различных отраслей промышленности, обеспечивающих комплексное и рациональное использование сырьевых ресурсов, исключающих образование отходов и загрязнения окружающей среды – одно из важнейших направлений повышения эффективности водопользования [1, 2, 3, 4]. Это в полной мере относится и к предприятиям приборо- и машиностроения, основное количество сильнозагрязнённых сточных вод которых образуется в производстве защитных покрытий (ПЗП) и производстве печатных плат (ППП) [5, 6].

Без разработки и внедрения высокоэффективных ресурсосберегающих технологий доочистки

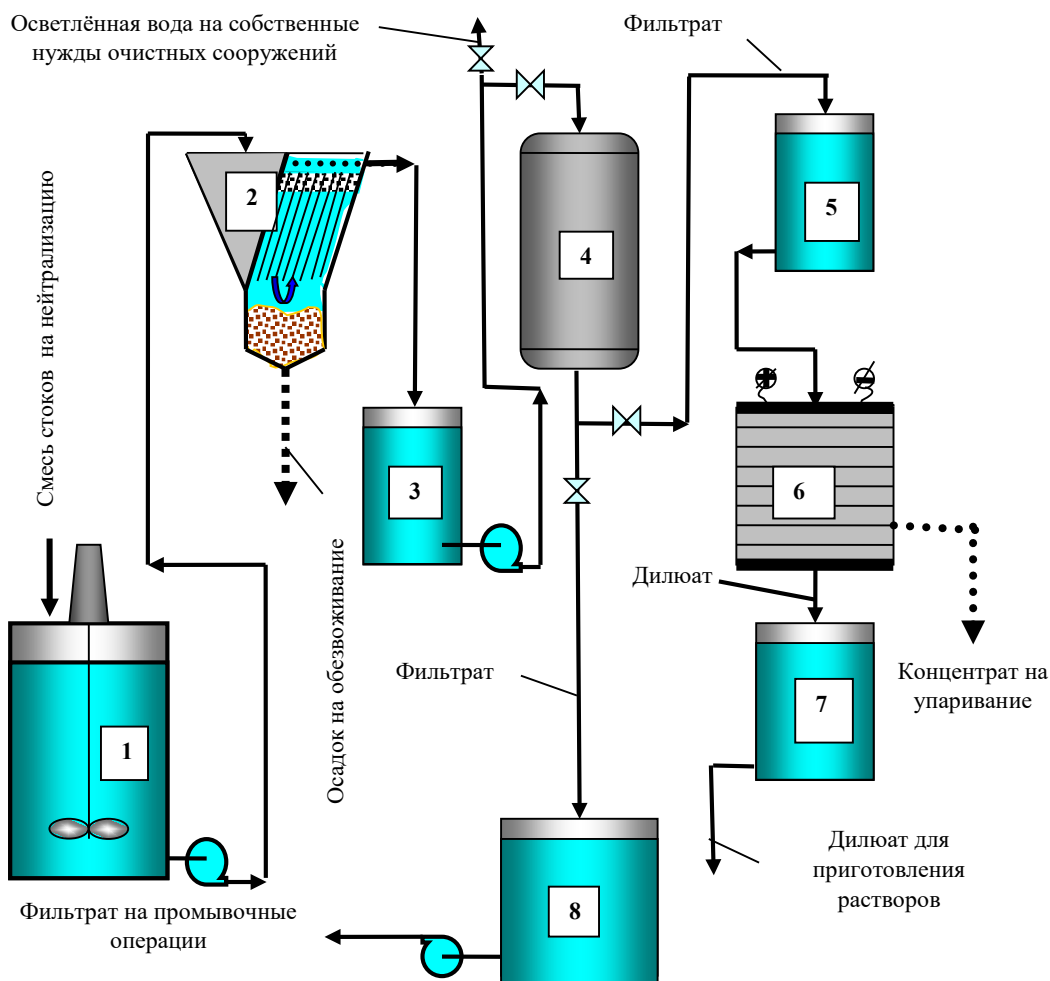
сточных вод с возвратом их на повторное использование создание таких систем невозможно. Целью статьи является разработка и исследование схемы доочистки сточных вод производств защитных покрытий и печатных плат смонтированной на предприятии ОАО «Брестский электромеханический завод» (ОАО БЭМЗ)

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Создание систем оборотного водоснабжения на промышленном предприятии является наиболее эффективным и экономичным способом соблюдения требований по предотвращению загрязнения окружающей среды. Оборотные циклы промышленного водоснабжения технически возможны и эффективны, и в настоящее время имеют большое экономическое и экологическое значение. Законодательными нормами устанавливаются требования по стандартам качества очищенной воды, которые должны обеспечить промышленные предприятия, прежде чем выпускать сточные воды в окружающую среду. Нарушение этих норм и правил приводит к жестким штрафным санкциям, которые в конечном итоге ложатся на себестоимость продукции предприятия. Поэтому рециркуляция промышленного цикла водопользования имеет все больший экономический и экологический смысл, так как промышленные сточные воды должны рассматриваться как дополнительный ресурс для его продуктивного использования. Способ и схема доочистки воды зависит в основном от качества исходного состава сточных вод и требований к очищенной воде. Имеет также значение расход воды, наличие свободных площадей и энергоресурсов [1-6]. При невысоком содержании загрязняющих компонентов в исходном составе сточных вод, умеренных требований к технической воде и ограниченных её расходах схема доочистки может быть несложной. Сопоставление качества доочищенной воды с ее целевым использованием открывает совершенно новый способ мышления и управления водопользования, который превращает промышленные сточные воды из проблемы утилизации в ценный дополнительный источник водоснабжения, а также экономический стимул для внедрения ресурсосберегающих технологий в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий

Схемы доочистки сточных вод производств защитных покрытий и печатных плат могут быть различными как по структуре, так и по аппаратному исполнению. Основной задачей выбора схемы является определение наиболее приемлемого варианта схемы для конкретного потребителя доочищенной воды, с учетом обеспечения комплексного и рационального использования водных ресурсов конкретного предприятия. Для многих технологических процессов в некоторые показатели качества воды, соответствующие требованиям нормативных документов, например, цветность 30<sup>0</sup> градусов и жёсткость 3,5 мг-экв/л совершенно неприемлемы, в то время как стандартное содержание взвеси до 1,0 мг/л и колииндекс 3 - явно избыточное требование. Поэтому создание систем ступенчатого водоиспользования, при которой сточная вода подготавливается в соответствии с технологическими требованиями для ряда технологических процессов, более гибка и экономична и несмотря на кажущуюся сложность, она может оказаться единственно возможной. Особенно экономичным такое решение представляется в сочетании с малоотходной ресурсосберегающей технологией реагентной обработки стоков от гальванического производства, покраски и производства печатных плат с частичным водооборотом.

Схема экспериментальной линии доочистки сточных вод ПЗП и ППП, которая была внедрена на ОАО «БЭМЗ» показана на рис. 1 [7, 9]. Исходным аппаратом схемы является реактор-нейтрализатор сточных вод, в который подается смесь всех видов стоков на нейтрализацию. Очистка полученных стоков производится поэтапно в тонкослойном модуле со встроенными зернистыми хлопьеобразователями, напорного каркасно-засыпном фильтре, а также в стандартной электродиализной установки ЭДУ 400х2. Предложенное решение позволяет провести осветление сточной воды, прошедшей предварительную реагентную обработку в необходимом объеме для повторного использования, Часть этого потока после соответствующей предподготовки подвергается деминерализации и возвращается по байпасной схеме в оборотный цикл. В принципе деминерализованная вода после дополнительной глубокой деминерализации пригодна и для приготовления технологических растворов.



**Рис. 1.** Схема экспериментальной линии доочистки сточных вод ПЗП и ППП на ОАО «БЭМЗ»

1- Реактор-нейтрализатор всех видов сточных вод; 2 - Тонкослойный модуль с зернистым хлопьеобразователем; 3 - Бак осветлённой сточной воды; 4- Напорный каркасно-засыпной фильтр; 5 - Бак фильтрата; 6 - Электродиализная установка ЭДУ 400x2; 7 - Бак дилуата; 8 - Бак смеси фильтрата и дилуата.

**Drawing. 1.** Scheme of the experimental line for post-treatment of wastewater. Production of Protective Coatings and Production of Printed Circuit Boards at JSC "BEMZ"

1- Reactor-neutralizer of all types of wastewater; 2 - Thin-layer module with granular flocculant; 3 - Tank of clarified waste water; 4- Pressure frame-fill filter; 5 - Filtrate tank; 6 - Electro dialysis unit EDU 400x2; 7 - Diluate tank; 8 - Tank for a mixture of filtrate and diluate.

Помимо сходства обработанных сточных вод с природными скоагулированными водами имеется и отличие, заключающееся в том, что концентрация твердой фазы и структура составляющих ее агрегатов меняется многократно в зависимости от условий водоотведения на технологических участках. Эти соображения определили необходимость использования зернистых хлопьеобразователей, в соответствии с а. с. №3862844, непосредственно перед тонкослойным отстойником с нисходяще-восходящим движением воды, как показано на схеме, изображенной на рис.2. Для повышения эффекта осветления в широком диапазоне дисперсности, на выходе из восходящего полочного модуля устроен фильтр с

плавающей загрузкой. Как показал опыт эксплуатации этого модуля эффект осветления сточных вод по взвешенным веществам составил 96%. Время “зарядки” крупнозернистого хлопьеобразователя (КЗХ) не менее 16 ч. Предварительная обработка зёрен КЗХ 2%-ным раствором ПАА позволила сократить это время и улучшить хлопьеобразование, особенно на начальной фазе работы. Поскольку полочные отстойники относятся к высокопроизводительным сооружениям, то накопление осадка в них идёт быстрее, чем в обычных и это надо учитывать при расчёте иловой части и определении межпродувочного периода.

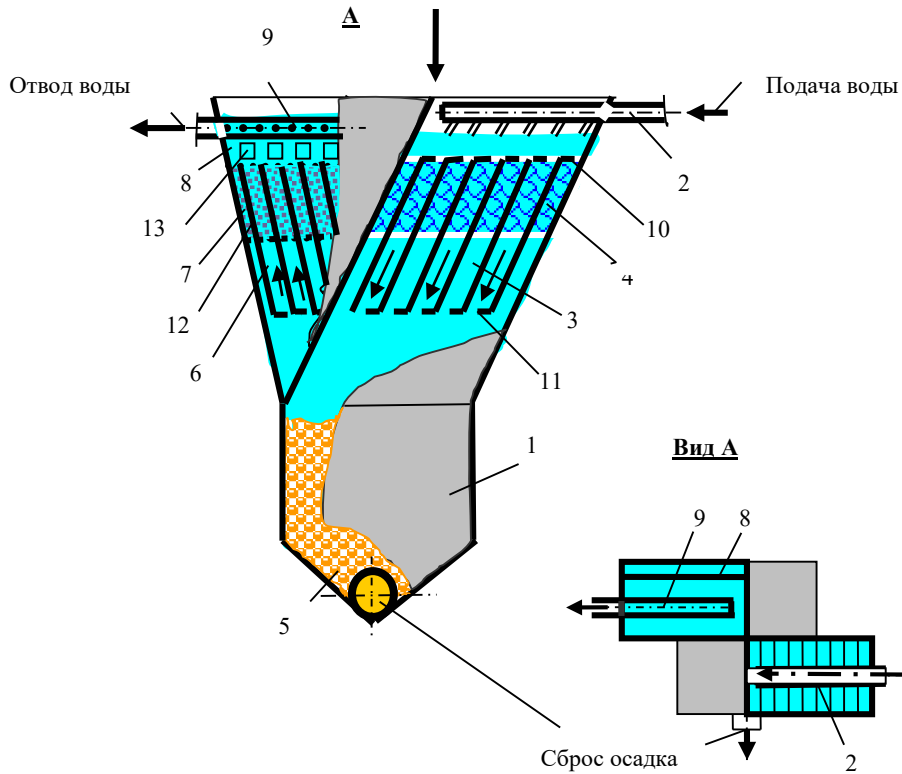


Рис. 2. Схема тонкослойного отстойника.

1- Корпус; 2- Распределительная система для подачи грязной воды; 3 – Прямоточный модуль; 4 – Крупнозернистая загрузка; 5 – Осадкоуплотнитель; 6 – Тонкослойный модуль; 7 – Мелкозернистая загрузка; 8 – вертикальная перегородка; 9 – Сборная система для отвода осветлённой воды; 10,11 – Противоположно-направленные на верхних и нижних концах козырьки для фиксации крупнозернистой загрузки; 12 – Сетка для ограничения уровней мелкозернистой загрузки; 13 – Окна в перегородке; 14 L- образные пластины модуля.

**Drawing. 2.** Scheme of a thin-layer settling tank. Author's certificate №3862844

1- Housing; 2- Distribution system for dirty water supply; 3 - Direct-flow module; 4 - Coarse-grained loading; 5 - Sediment thickener; 6 - Thin-layer module; 7 - Fine-grained loading; 8 - vertical partition; 9 - Collection system for the removal of clarified water; 10,11 - Oppositely directed at the upper and lower ends of the visors for fixing the coarse-grained load; 12 - Grid to limit the levels of fine-grained loading; 13 - Windows in the partition; 14 - L-shaped module plates

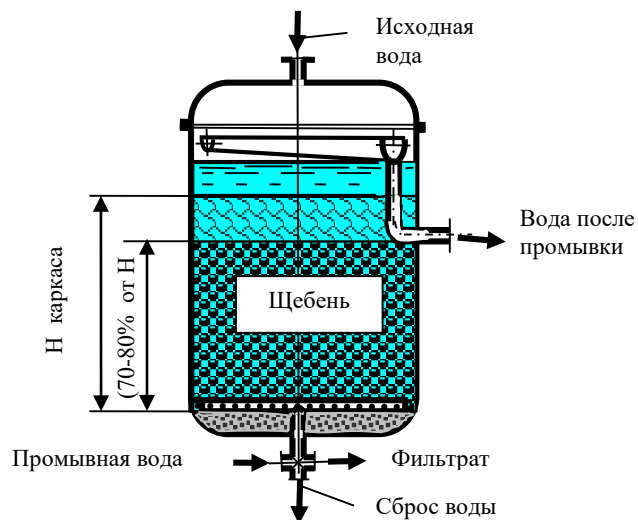


Рис. 3 Экспериментальный напорный каркасно-засыпной фильтр (КЗФ)  
**Drawing. 3** Experimental pressure frame-fill filter (KZF)

Первая ступень осветления не гарантирует от проскока взвеси до 30 мг/л. дальнейшее осветление осуществляется на зернистых механических фильтрах. При этом при выборе конструкции фильтра следует отдавать предпочтение устройствам, обеспечивающим чистоту распределительных систем, хорошую регенерацию загрузки, её умеренные утраты при энергичной промывке, достаточную грязеёмкость. Кроме того, желательно для загрузки фильтра использовать малододефицитные материалы, во всяком случае их расход при стартовой загрузке и сократить утрату в период эксплуатации. Всем этим требованиям отвечают какасно-засыпные фильтры, один из которых напорный был применён в линии доочистки сточных вод, который показан на рис.3 [10, 11].

В качестве мелкозернистой загрузки был применён кварцевый песок размером 0,8...1 мм, крупнозернистый щебень с величиной зёрен 40...50 мм. Общая высота загрузки II слоя крупнозернистой загрузки 1,5 м. Межзерновое пространство заполнялось песком на 60...70% общей высоты слоя. Как показали результаты исследований эффект осветления на этом фильтре был не ниже 90%, при скорости фильтрования 6...8 ч, удельном расходе промывной воды менее 5%. В результате, качество сточных вод после двух ступеней осветления в основном удовлетворяло паспортным требованиям для исходной воды перед обессоливанием.

Обессоливание осветлённых сточных вод на опытной линии производилось методом электродиализа. Электродиализ давно признан эффективным методом опреснения соленых вод. Преимущества его перед рядом других методов заключаются в том, что он не требует изменения агрегатного состояния воды, осуществляется при невысоких температурах и давлении, потреблении энергии пропорционально солесодержанию. Последнее особенно рационально для деминерализации пресных вод (до 1000 мг/дм<sup>3</sup>). При таком солесодержании срок службы мембран возрастает благодаря малой плотности тока, выход по току более 80%, примерный расход электроэнергии 1...2 квт.час с учетом затрат на прокачку рассола и дилуата через установку. Расход воды на собственные нужды не превышает 15%. Следует отметить, что серийные аппараты электродиализа достаточно хорошо автоматизированы и практически не требуют дополнительных реагентов в процессе эксплуатации. Опыт показал, что обслуживающий персонал быстро осваивает эти аппараты.

Все эти соображения определили выбор аппарата в схеме доочистки. Сложность заключалась в том, что стандартные аппараты разработаны для условий получения небольших объемов деминерализованной воды (до 50%) при неограниченных возможностях сброса промывных вод и концентрата. После изменения обвязки стандартного аппарата удалось сократить объем

концентрата до 10%, исключить потери воды на промывку, т.е. решить задачу, обратную той, которая ставилась при конструировании установки.

Деминерализация сточных вод после их глубокого осветления (отстаивание + фильтрация) может производиться мембранными и ионообменными методами. Температурные воздействия (дистилляция и вымораживание) неэкономичны в связи с затратами больших количеств энергии, а экстракционные методы неприемлемы по экологическим соображениям. Ионообмен может обеспечить более высокую степень деминерализации, чем мембранные методы [7-9]. Поэтому, распространённым проектным решением обессоливания сточных вод является их обработка ионообменными методами. Стоимость такой обработки на порядок выше стоимости реагентной очистки сточных вод. Высоки расходы реагентов на регенерацию смол, затраты воды на собственные нужды приближаются к качеству обессоленной воды. Определённым выходом можно считать применение мембранных методов, в частности, метода электродиализа.

Преимущество его перед другими методами заключается в том, что он не приводит к изменению агрегатного состояния воды. Осуществляется при обычных температурах и невысоком давлении, потребление энергии пропорционально солесодержанию в исходной воде. При низком солесодержании (до 1000 мг/дм<sup>3</sup>) срок службы мембран возрастает благодаря малой плотности тока. Небольшой расход электроэнергии до 1 квт.час. Расход воды на собственные нужды (промывка приэлектродных пространств) также незначительный. Кроме того, серийные аппараты автоматизированы, и обслуживающий персонал быстро осваивает их эксплуатацию. Расход дополнительных реагентов сведён к минимуму [7-9].

Сложность заключается в том, что стандартные установки разработаны для получения небольших объемов деминерализованной воды для питьевого водоснабжения, а слабо концентрированный рассол обычно сбрасывается в водоёмы. Поэтому на предприятии ОАО БЭМЗ была поставлена задача проверить возможность доочистки глубоко осветлённых промышленных сточных вод (отстаивание + фильтрация) производством защитных покрытий и печатных плат методом электродиализа. В результате, обработанные сточные воды гальванического, покрасочного и производства печатных плат на этом предприятии после их глубокого осветления (отстаивание + фильтрация) имели солесодержание до 1 г/дм<sup>3</sup>.

#### **Проточный и ступенчатый – проточный режимы доочистки сточной воды**

Для исследований был принят проточный режим, как режим, позволяющий достигнуть максимальной степени обессоливания исходной жидкости. В таблице 1 приведены результаты рядового опыта на этом режиме. Объём

информации виден из таблицы. Фиксировались величина силы тока и напряжение, а также степень опреснения. По результатам нескольких десятков опытов составлена таблице 2 с усреднёнными показателями по основным параметрам. Из таблиц видно, что за один проход электропроводность дилуата, уменьшается в 8 - 10 раз, снижается

жесткость, содержание сульфатов, хлоридов, металлов и органики, pH дилуата уменьшается примерно на единицу. Установлено, что объём дилуата не превышает 40...50 % от количества воды, подаваемой на обработку. Кроме того, до 20 % воды расходуется на промывку ризлектродного пространства.

**Таблица 1.** Типовая таблица результатов исследования работы ЭДУ на проточном режиме  
**Table 1.** Typical table of the results of the study of the operation of the EDU in the flow mode

Проба	pH	Электропроводность μS·см <sup>-1</sup>	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Железо, мг/дм <sup>3</sup>	Медь, мг/дм <sup>3</sup>	Хром, мг/дм <sup>3</sup>	Жёсткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Окисляемость, мг/дм <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	Объём, м <sup>3</sup>
Исходная	8,90	964	1,2	0,32	1,25	0,02	6,10	16,00	182,0	63,4	4,63
Дилуат	6,80	94	0	0,07	0,12	отс	1,26	4,00	9,6	11,4	1,66
Концентрат	7,98	1620	0	0,17	0,50	отс	12,1	13,9	225,7	171	2,55
Промывка дилуата	8,80	958	1,0	0,32	1,15	0,01	0,0	16,00	165,0	57,3	0,22
Промывка концентрата	8,30	1073	1,0	0,32	1,82	0,02	6,2	16,80	185,0	68,7	0,25

**Таблица 2.** Усреднённые результаты исследований работы ЭДУ на проточном режиме  
**Table 2.** Averaged results of studies of EDF operation in flow mode

Проба	pH	Электропро- водность, μS·см <sup>-1</sup>	Железо мг/дм <sup>3</sup>	Жёсткость , мг-экв/дм <sup>3</sup>	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Объём, %
Исходная	8,42	1100	0,43	6,60	185,0	256,9	-
Дилуат	6,97	147	0,14	1,38	24,0	32,8	41
Концентрат	8,10	1960	0,27	12,4	276,2	430,3	39

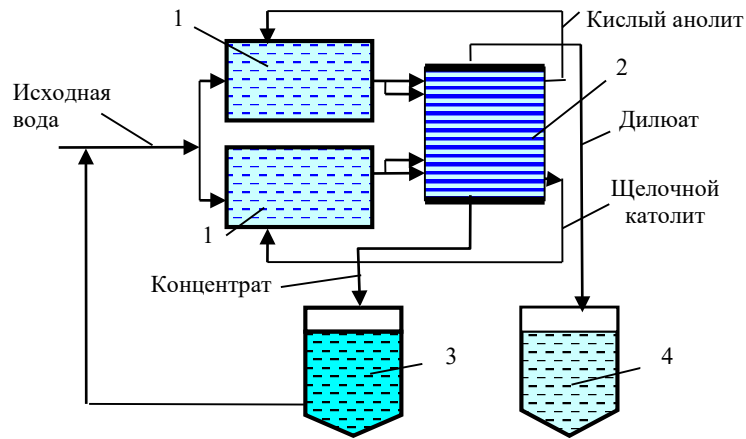
Такое положение не приемлемо в условиях обработки промышленных сточных вод с целью их максимального использования. Испытание установки в циркуляционном режиме показало, что одновременно с увеличением концентрации рассола повышается концентрация солей в дилуате. Явление также нежелательное в рамках поставленной задачи.

Была предпринята попытка перекомпоновки коммуникаций ЭДУ с целью уменьшения затрат воды на собственные нужды и создания условий для ступенчатого концентрирования рассола до необходимой концентрации, как показано на рис. 4.

Поскольку использование щелочного католита и кислого анолита проблематично, принято решение возвращать этот вид стоков в промежуточные баки.

В таблице 3 приведены результаты рядового опыта, а в таблице 4 - усреднённые показатели по основным параметрам.

Трёхкратное концентрирование рассола позволило в 3,6 раза увеличить его электропроводность, в 2,6 раза – жесткость, в 2,3 раза – содержание сульфатов и хлоридов. К концу процесса объём концентрата не превышал 10 % от первоначального объёма сточных вод. Электропроводность дилуата после второй ступени выросла вдвое, а после третьей ступени более чем втрое. Содержание металлов в дилуате сократилось в 2 - 3 раза. Представляется целесообразным для повторного использования применять дилуат после первой и второй ступени. Дилуат третьей ступени может быть использован для промывки фильтра, а затем направлен в исходные сточные воды, как представлено на схеме изображенной на рис. 5.

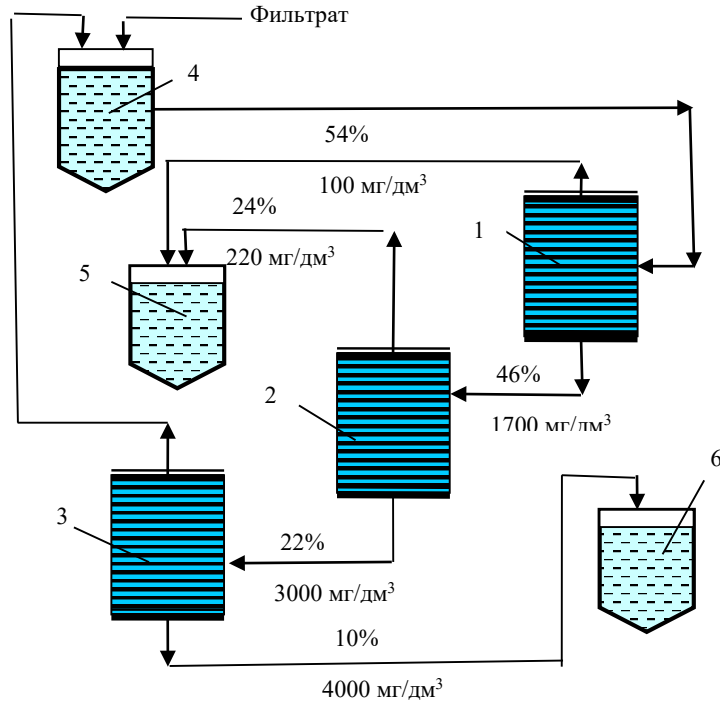


**Рис. 4. Проточно-ступенчатый режим**

1 – промежуточные баки; 2 – электродиализатор; 3 – сборник концентрата; 4 – сборник дилуата

**Drawing. 4. Flow-step mode**

1 - intermediate tanks; 2 – electrodesalinator; 3 – concentrate collector; 4 - diluate collector



**Рис. 5. Ступенчатая схема концентрирования рассола и накопления дилуата для повторного использования**

1 – 3 – диализатор третьей ступени; 4 – приёмная ёмкость исходной воды; диализатор первой ступени;

2 – диализатор второй ступени; 5 - приёмная ёмкость дилуата; 6 – приёмная ёмкость концентрата

**Figure 5. Stepped scheme of brine concentration and diluate accumulation for reuse**

1 - 3 - third stage dialyzer; 4 - receiving tank of source water; first stage dialyzer;

2 - dialyzer of the second stage; 5 - diluate receiving tank; 6 – concentrate receiving tank

**Таблица 3.** Типовая таблица результатов исследования работы ЭДУ на ступенчатом режиме  
**Table 3.** Typical table of the results of the study of the operation of the EDU in a stepped mode

Степень обработки	Проба	pH	Электропроводность, $\mu\text{S}\text{cm}^{-1}$	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Железо, мг/дм <sup>3</sup>	Мель, мг/дм <sup>3</sup>	Хром, мг/дм <sup>3</sup>	Жёсткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Окисляемость, мг/дм <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	Объём, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Исходная	8,43	856	5,0	0,34	0,78	0,12	5,80	5,92	146,0	114,2	6,07
	Диллоат	7,15	86	1,0	0,13	отс	отс	0,60	1,44	16,0	6,022	2,42
	Концентрат	8,50	1429	3,5	0,17	0,6	0,02	12,2	5,92	109,4	174,5	2,53
	Промывка диллоата	8,75	324	4,0	0,34	0,68	0,09	5,82	5,90	78,0	108,5	0,50
	Промывка концентрата	7,76	897	5,0	0,34	1,38	0,12	6,0	6,67	148,0	119,7	0,62
2	Исходная	8,50	1429	3,5	0,2	0,6	0,02	12,2	5,92	209,4	174,5	2,15
	Диллоат	7,20	187	2,0	0,11	0,06	отс	1,32	2,08	32,7	11,3	0,59
	Концентрат	8,29	2038	3,0	0,20	1,80	0,02	21,3	6,24	584,0	275,8	1,09
	Промывка диллоата	7,70	1287	3,5	0,20	0,9	0,03	9,90	5,61	153,9	131,3	0,23
	Промывка концентрата	8,00	1332	3,5	0,67	1,5	0,05	9,80	6,37	120,2	138,4	0,24

**Таблица 4.** Усреднённые результаты исследований работы ЭДУ на ступенчатом режиме  
**Table 4.** Averaged results of studies of EDF operation in stepwise mode

Проба	Степень обработки	pH	Электропроводность, $\mu\text{S}\text{cm}^{-1}$	Железо, мг/дм <sup>3</sup>	Жёсткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Объём, %
1	2		3	4	5	6	7	8
Исходная	I	8,42	1100	0,43	6,60	185,1	256,9	
	II	8,10	1960	0,27	12,4	276,2	490,3	
	III	8,20	2734	0,25	16,2	383,5	552,0	
Диллоат	I	6,97	147	0,14	1,38	24,0	32,6	54,0
	II	7,02	300	0,13	2,98	56,3	11,2143,7	53,0
	III	7,24	517	0,21	3,30	85,4		51,0
Концентрат	I	8,10	1960	0,27	12,4	276,2	430,3	46,0
	II	8,20	2734	0,25	16,2	383,5	552,0	47,0
	III	8,20	3700	0,22	21,6	464,8	619,3	49,0

**Таблица 5.** Сравнение результатов работы ЭДУ на прямом и обратном режимах  
**Table 5.** Comparison of the results of EDU operation in direct and reverse modes

Степень обработки	Проба	pH	Электропроводность, $\mu\text{См}^{-1}$	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Железо, мг/дм <sup>3</sup>	Мель, мг/дм <sup>3</sup>	Хром, мг/дм <sup>3</sup>	Жёсткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Окисляемость, мг/дм <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>
Прямой ток											
I	Дилуат	7,25	174	0,42	0,14	0,21	отс 0,02 0,02	1,23	3,1	27,4	12,8
II		7,24	380	0,70	0,13	0,49		4,21	5,78	162,5	87,6
III		7,53	750	0,54	0,18	0,26		4,90	6,54	183,5	104,1
I	Концентрат	8,50	1993	1,50	0,25	0,98	0,04	10,51	10,2	413,5	234,5
II		2800	2,53	0,30	1,31	0,025	18,8	11,0	554,5	420,4	
Обратный ток											
I	Дилуат	7,19	216	0,90	0,16	0,13	0,02	1,41	4,42	41,3	25,7
II		7,50	390	0,32	0,12	0,20	0,002	2,15	2,75	90,3	47,8
II		7,53	750	0,54	0,18	0,26	0,02	4,90	6,54	183,5	104,1
I	Концентрат	8,20	1800	1,50	0,30	1,10	0,033	11,09	8,19	435,1	262,3
II		8,17	2570	0,86	0,23	1,17	0,02	11,70	9,10	439,5	348,9

**Результаты исследований процесса электролиза**

Помимо характеристик работы двух основных режимов использования аппарата, получены данные, представляющие интерес для проектирования и эксплуатации установок:

**Концентрация загрязнений на входе в ЭДУ.** Ранее была показана необходимость глубокой очистки жидкости, поступающей в аппарат, от взвеси, металлов, органики. Несмотря на это, эксперименты проводились при заметном нарушении этих ограничений. Сделано это для того, чтобы за относительно короткий период исследований накопить данные, равноценные длительной эксплуатации.

Появилась возможность оценить распределение загрязнений в потоках ЭДУ, их концентрацию на диафрагмах, степень необратимости влияния на процессы и т.д.

Специальными расчётами установлено, что за один из периодов работы длительностью 65 часов через ЭДУ прошло около 160 м<sup>3</sup> исходного стока. С потоком поступало 254 г Си, 59,6 г. Fe, 17,6 г Сг. Оставалось в аппарате соответственно 120,2 г; 28,2

г.; 10,4 г. Ощутимых изменений степени обессоливания их за этот период не произошло

**Оценка работы ЭДУ на прямом и обратном токе.** Изменение полярности электродов при регулярной переполосовке существенного влияния на степень обессоливания не оказывает. Об этом свидетельствуют данные таблицы 12.37, в которой приведено сравнение работы ЭДУ на прямом и обратном токе.

Сравнение результатов работы ЭДУ на прямом и обратном режимах показана в таблице 5.

**Эффект обессоливания при ступенчатой работе.** Среднее значение эффекта обессоливания на I, II, III ступенях соответственно 85, 81 и 83 %. Практически он оставался постоянным.

В таблице 6 приведены результаты эксплуатации линии доочистки в сопоставлении с качеством технической и водопроводной воды, используемой на базовом объекте. По основным показателям фильтрат соответствует технической воде.

**Таблица 6.** Результаты работы линии доочистки  
**Table 6.** The results of the post-treatment line

Место отбора проб	pH	Взвешенные вещества, мг/л	Сухой остаток, мг/л	Общее содержание, мг/л	Окисляемость, мг/л	Щёлочность, мг/л	Хром, мг/л	Железо, мг/л
Рактор	9,00	324,0	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	2,0	13,5
Остойник	8,85	21,0	882,0	1100,0	7,4	3,1	3,1	1,44
Фильтр	8,76	5,0	863,0	1000,0	7,2	3,0	0,02	0,42
Дилуат*)	7,44	1,2	220,0	160,0	6,4	2,2	0,01	0,02
Техническая вода	8,1	8,2	202,0	240,0	5,6	4,0	отс	0,22
Водопродная вода	6,9	4,82	261,0	320,0	4,8	4,6	отс	0,14

\*) - после однократной обработки на ЭДУ

## ВЫВОДЫ

1. Создание систем оборотного водоснабжения на промышленном предприятии является наиболее эффективным и экономичным способом соблюдения требований по предотвращению загрязнения окружающей среды, а также очищенные промышленные сточные воды являются дополнительным ресурсом для его продуктивного использования.

2. Исследования и эксплуатация линии ступенчатой доочистки подтвердила ее работоспособность, невысокую энергоемкость, низкие затраты воды на собственные нужды, а также весьма незначительный расход кислоты при обработке пакетов.

3. Показано, что схема ступенчатого повторного использования стоков с безопасным выводом солей позволяет варьировать степень доочистки в зависимости от требований различных технологических процессов производства к качеству технической воды и от состава стоков, поступающих на очистку. При этом степень возврата воды в производство составит 85...90%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дегремон. Технический справочник по обработке воды: в 2т: пер. с фр. – СПб. Новый журнал, 2007.
2. Очистка промышленных сточных вод: пер. с нем. – СПб: Новый журнал, 2012.384 с.
3. Справочник по современным методам и технологиям очистки природных и сточных вод, и оборудованию / ДАНСЕЕ, отдел по Восточной Европе. - Копенгаген. - 2001. - 253 с.
4. Й. Лондонг. К.-Х. Розенвинкель. DWA. Очистка промышленных сточных вод: пер. с нем.- СПб: Новый журнал, 2012, 384 стр.
5. Долина Л.Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов: Монография. – Дн-вск.: Континент. – 2008. – 254 с.
6. Е.А. Урецкий, И.В. Николенко, В. В. Мороз. Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий утилизации твердых и жидких отходов сточных вод производств защитных покрытий и печатных плат. Монография. – М.: Русайнс. - 2022,- 168 с.
7. Урецкий Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий. Монография. - Брест, изд-во БГТУ, 2007, -396 с.
8. Урецкий Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий Монография: изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014 -360 стр. С илл.
9. Урецкий Е.А., Гогина Е.С., Мороз. Оптимизация существующих и разработка новых ресурсосберегающих технологий в водном хозяйстве предприятий приборо- и машиностроения В.В. Монография. – М.: Изд-во АСВ, 2022. – 624 с. ISBN 978–5–4323

10. Отчёт. Теоретические исследования сорбционной и фильтрационной очистки сточных вод гальванического производства от растворённых и взвешенных веществ в рамках договора о творческом сотрудничестве ОАО «БЭМЗ» и АН СССР ГеоХИМ им. В.И. Вернадского, Москва, Брест. 1984 г.

11. Митин Б.А. Особенности конструирования и эксплуатации фильтров для очистки промышленных стоков. Реф. сб., ГПИ Сантехпроект №2 М. 1975г.

## REFERENCES

1. Degremon. Technical guide to water treatment: in 2 volumes: per. from fr. - St. Petersburg. New magazine, 2007.
2. Purification of industrial waste water: per. with him. - St. Petersburg: New Journal, 2012.384 p.
3. Handbook of modern methods and technologies for natural and waste water treatment and equipment / DANCEE, Department for Eastern Europe. - Copenhagen. - 2001. - 253 p.
4. J. Londong. K.-H. Rosenwinkel. DWA. Purification of industrial waste water: per. from German - St. Petersburg: New Journal, 2012, 384 pages.
5. Dolina L.F. Modern equipment and technologies for wastewater treatment from heavy metal salts: Monograph. – Dn-vsk.: Kontinent. – 2008. – 254 p.
6. E.A. Uretsky, I.V. Nikolenko, V.V. Moroz. Development and implementation of resource-saving technologies for the disposal of solid and liquid waste from wastewater production of protective coatings and printed circuit boards. Monografiya. – M.: Rusains. - 2022,- 168 p.
7. Uretsky E.A. Resource-saving technologies in the water management of industrial enterprises. Monograph. - Brest, publishing house of BSTU, 2007, - 396 p.
8. Uretsky E.A. Resource-saving technologies in the water management of industrial enterprises Monograph: LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014 -360 p. C ill.
9. Uretsky E.A., Gogina E.S., Frost. Optimization of existing and development of new resource-saving technologies in the water sector of enterprises of instrumentation and mechanical engineering V.V. Monograph. - M.: Publishing house ASV, 2022. - 624 p. ISBN 978-5-4323.
10. Report. Theoretical studies of sorption and filtration treatment of wastewater from galvanic production from dissolved and suspended substances in the framework of the agreement on creative cooperation between JSC «BEMZ» and the USSR Academy of Sciences GeoKhim im. IN AND. Vernadsky, Moscow, Brest. 1984
11. Mitin B.A. Features of the design and operation of filters for industrial wastewater treatment. Ref. Sat., GPI Santekhproekt No. 2 M. 1975

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE LINE OF WASTE WATER PURIFICATION  
PRODUCTION OF PROTECTIVE COATINGS AND PRINTED BOARDS

Uretsky<sup>1</sup> E.A., Nikolenko<sup>2</sup> I.V., Moroz<sup>3</sup> V.V., Akulich<sup>4</sup> T.I.

<sup>1</sup>Republican Unitary Enterprise (RUE) Belarusian State Design Institute "BelGPI"  
Vitebsk, Pushkin, 6 Republic of Belarus. 210602 e-mail: euretsky@yandex.by.

<sup>2</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,  
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation, e-mail: energia-09@mail.ru

<sup>3</sup>Educational Institution "Brest State Technical University" 224017 Republic of Belarus, Brest, st. Moscovskaya, 267  
e-mail: vovavall@mail.ru, +375297202402

<sup>4</sup>Educational Institution "Brest State Technical University" 224017 Republic of Belarus, Brest, st. Moscow, 267 e-mail:  
tigol1976@mail.ru, +37529724 6651

**Abstract.** A line for post-treatment of wastewater from the production of protective coatings (PPC) and printed circuit boards (PCB) introduced at the base enterprise JSC "BEMZ" was developed and studied. The operation of the post-treatment line has confirmed its performance, low power consumption, low water consumption for own needs. It is shown that the scheme of stepwise reuse of wastewater makes it possible to vary the degree of post-treatment depending on the production requirements for the quality of process water and the composition of the wastewater entering the treatment. In this case, the degree of return of water in production will be 85-90%.

**Subject of study.** Wastewater from the production of protective coatings and printed circuit boards

Materials and research methods. In the work, studies of the elements of the wastewater treatment line PPC and PPP at the treatment facilities of the base enterprise were carried out and, on the basis of them, a pilot production line for wastewater treatment was developed and implemented. When conducting research on a pilot plant, the obtained conclusions were verified, which were used to develop technologies for the post-treatment of various types of wastewater from the PPC and PPP, as well as the improvement of process equipment and sludge disposal in the production of building materials.

**Results.** The introduction of a resource-saving technology for post-treatment of wastewater from the production of protective coatings and printed circuit boards made it possible to reduce the amount of process equipment to a minimum and reduce the need for purchased reagents by more than an order of magnitude, as well as more than halve the need for production space for its placement.

**Conclusions:** It has been established that the choice of a scheme for post-treatment of water for the production of protective coatings and printed circuit boards depends mainly on the quality of the initial composition of wastewater and the requirements for treated water. At the same time, when choosing the most appropriate options for post-treatment of wastewater PZP and PPP for a particular consumer, it is necessary to separate the flows of the least polluted wastewater and return them after treatment to the needs of technical water supply.

Studies of the elements of the line for post-treatment of wastewater PPC and PPP at treatment facilities were carried out JSC "BEMZ" and on the basis of them developed and implemented a pilot production line for wastewater treatment. The obtained research results were transferred to design institutes for the creation of circulating water supply systems for subordinate enterprises

**Key words:** PPC, pH, reagents, illuminator, granular filters; sorption filters ion exchange filters, electro dialysis



УДК 514.83

## ОБЛАСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ ПОЛЯ В НОРМАЛЬНЫХ КОНИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ

Неснов Д.В.

Самарский государственный технический университет  
443100 ул. Молодогвардейская, 244,  
soft73@mail.ru

**Аннотация.** Теория поля широко представлена в сферической и цилиндрической системах координат, так как хорошо изучен математический аппарат данных систем координат. Источники поля с более сложными структурами требуют новых подходов к их изучению. Целью данного исследования является определение корректной координации пространства нормальными коническими координатами. Это необходимо в последующих исследованиях, задачей которых будет упрощение выражений характеристик поля введением специальной координации пространства, которые отражают форму источника или (и) стока поля. Например, поле с прямолинейным источником удобнее относить к цилиндрическим координатам, а поле с точечным источником - к сферическим координатам. В основном двумя классическими криволинейными системами и ограничивается применение теории поля в исследовании физических процессов методами прикладной геометрии, хотя известно их изложение в произвольных криволинейных координатах. Будем различать глобальные и локальные системы координат. Глобальную систему, как и координаты точки в этой системе, обозначим через  $x, y, z$ . Она неизменна. Локальную систему, как и координаты точки в этой системе, обозначим через  $t, u, v$ . Локальная система переменная. В каждой точке пространства, принадлежащей области существования системы, локальная система координат определена.

**Предмет исследования:** предметом исследования является область определения элементов теории поля в конических координатах.

**Материалы и методы:** основным базисом работы служат исследования общей теории поля в криволинейных координатах. Основными методами исследования являются аналитические с привлечением графических методов.

**Результаты:** в работе впервые описаны варианты правильной координации пространства при применении нормальной конической системы координат. Дан пример? на основе которого рассмотрен математический аппарат визуализации моделируемых молей.

**Выводы:** получены функции зависимости прямоугольных декартовых координат от нормальных конических координат для обеих полостей конуса-определителя.

**Ключевые слова:** конические координаты, координация пространства, теория поля.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ работ в области исследования физических полей методом геометрического моделирования приводит к двум выводам:

- если физическое поле имеет несложную структуру, например, световое поле, а точнее, его лучевая составляющая, то эти исследования проводились чисто графическими методами, не все и не всегда интерпретировались аналитически с целью получения компьютерной реализации;

- поля более сложной структуры нуждались в привлечении математического аппарата теории поля, который описывает характеристики поля дифференциальными уравнениями в частных производных. Поскольку такие уравнения (по крайней мере их часть) и их системы не могут быть проинтегрированы в конечном виде, их развязывают приближенными методами прикладной математики или прикладной геометрии.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Работа базируется на:

- положениях классической общей теории поля в криволинейных координатах [1-7];
- теории параметризации геометрических фигур и условий [8-11];

- а также современных представлениях и исследованиях теории поля [12-19].

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным методом исследования был аналитический метод. Для визуализации полей и удобства изучения был применен графический метод.

При применении аналитического метода описания скалярных и векторных полей могут возникнуть несовпадения поверхностей уровня с координатными поверхностями применяемой системы координации пространства, а так же проблема однозначности определения координат выбранной точки пространства.

Идеей работы является определение области существования введенной системы нормальных конических координат, которую еще можно называть областью правильной координации нормальными коническими координатами. Это необходимо для корректного применения формул теории поля изложенных в работе [19].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Нормальные конические координаты были введены в работе [18], теория поля в нормальных конических координатах изложена в статье [19]. Так же были получены зависимости нормальных конических от прямоугольных декартовых координат.

$$\begin{aligned} x &= (u \cdot \sin \alpha + v \cdot \cos \alpha) \cos t; & y &= (u \cdot \sin \alpha + v \cdot \cos \alpha) \sin t; \\ z &= u \cdot \cos \alpha - v \cdot \sin \alpha. \end{aligned} \quad (1)$$

Координатные поверхности нормальной конической системы:

$t = \text{const}$  - полуплоскость, которая проходит через ось конуса;

$u = \text{const}$  - коническая поверхность, соосная с опорным конусом, образующие которой перпендикулярны образующим опорного конуса;

$v = \text{const}$  - коническая поверхность, соосная с опорным конусом, образующие которой параллельны образующим опорного конуса.

Координатные линии нормальной конической системы:

$t$  - линия - окружность пересечения конусов  $u = \text{const}$  и  $v = \text{const}$ ;

$u$  - линия - прямая пересечения полуплоскости  $t = \text{const}$  и конуса  $v = \text{const}$ ;

$v$  - линия - прямая пересечения полуплоскости  $t = \text{const}$  и конуса  $u = \text{const}$ .

В теории поля применяют подвижный триэдр, орт которого имеет направление роста координат локальной системы отнесения. На рисунке 1 показан триэдр, орты которого  $e_u$ ,  $e_v$  и  $e_t$  построены в точке  $M$ . С целью предотвращения всевозможных особенностей и связанных с ними недоразумений будем рассматривать только правые системы как глобальных, так и локальных координат.

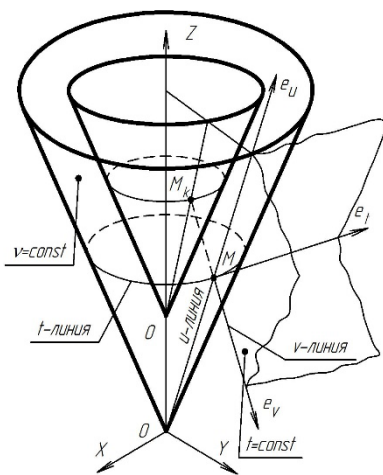


Рис. 1. Подвижный триэдр  
Fig.1. Movable trihedron

Определим область существования введенной системы нормальных конических координат, которую еще можно называть областью правильной

координации нормальными коническими координатами.

Поскольку на рисунке 1 координация точки  $M$  осуществлялась относительно луча образующей конуса, (в дальнейшем его будем называть конусом - определителем системы нормальных конических координат, а угол  $\alpha$  - параметром системы), расположенного в полуплоскости. Далее переход от плоской системы к пространственной осуществлялся вращением этой полуплоскости вокруг оси  $Oz$ , область существования системы нормальных конических координат:

$$0 \leq t < 2\pi, \quad 0 < u < \infty, \quad -u \operatorname{tg} \alpha < v < \infty. \quad (2)$$

Эти формулы выражают область пространства, внешнюю по отношению к конусу  $u=0$  (точнее, к его нижней полости). Вершина этого конуса в начале координат (рис. 1), а образующая перпендикулярна образующей конуса - определителя системы, она наклонена к оси  $Oz$  под углом  $\frac{\pi}{2} + \alpha$ . Кроме того, из

этой области следует исключить точки, принадлежащие оси  $Oz$ .

Именно в этом месте возникает вопрос, весьма важный для дальнейших исследований: на каких принципах распространить область правильной координации нормальными коническими координатами на все пространство?

Сформулируем требования к специальной координации пространства:

- специальная параметризация должна быть правильной для всего пространства или, по крайней мере, для его значительной части;

- глобальная и локальная системы должны быть правыми;

- функции (1) зависимостей между глобальными и локальными координатами должны быть однозначными или эквивалентно двузначными.

Понятие эквивалентной двузначности поясним на примере плоских полярных координат (рис. 2). Эта система представляется полюсом  $O$  и полярной осью  $P$ . Произвольная точка  $A$  имеет координаты  $\rho$ ,  $\varphi$ . Точку  $B_1$ , симметричную относительно полюса точке  $A$ , можно определить двумя способами:  $B_1(\rho, \varphi + \pi)$  та  $B_2(-\rho, \varphi)$ . Поскольку эти точки совпадают, двузначность следует определить эквивалентной.

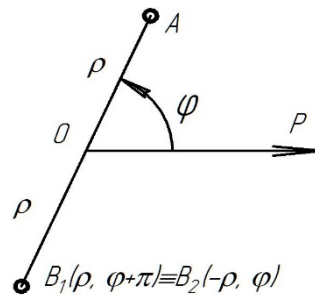


Рис. 2. Эквивалентная двузначность  
Fig.2. Equivalent ambiguity

Рассмотрим известные функции зависимости прямоугольных декартовых координат от полярных

$$x = \rho \cos \varphi, \quad y = \rho \sin \varphi$$

и обратной зависимости

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \varphi = \arctg \frac{y}{x}$$

Эквивалентность двузначности обеспечивается эквивалентностью выражения

$$\rho = \pm \sqrt{x^2 + y^2}.$$

Поскольку  $\rho$  - вектор, то  $-\rho$  - равный ему по модулю и противоположно направленный вектор. Относительно другой функции  $\varphi = \arctg \frac{y}{x}$ , она

также двузначная при условии координации плоскости ( $0 \leq \varphi < 2\pi$ ):  $\arctg \frac{y}{x} = \varphi = \varphi + \pi$ .

Важно то, чтобы глобальные координаты  $x, y$  были определены однозначно, независимо от выбора пары локальных координат.

Что взять за основу, чтобы распространить на все пространство область правильной параметризации функциями (1) при условии выполнения остальных сформулированных требований?

Как первый вариант рассмотрим идею распространения на нижнюю полость конуса - определителя условия о совпадении положительного направления координаты  $v$  с направлением внешней нормали, принятой для верхней полости конуса - определителя. В этом случае (рис. 3) выполняется второе требование: глобальная и локальная системы правые. Но этот вариант имеет недостатки: лучи одной и той же образующей конуса  $v=0$  принадлежат различным координатным полуплоскостям. Верхний луч плоскости  $t=0$ , нижний -  $t=\pi$ . Сохранение постоянного направлении  $v$  вдоль образующей конуса - определителя существует только по линии действия и только для правой верхней и нижней левой части сечения конуса - определителя. С другой стороны в плоскости  $t=\text{const}$  расположены различные образующие конуса - определителя, которые пересекаются. В подобластях пространства  $u>0$  и  $u<0$  этой полуплоскости, направления координаты  $v$  не совпадают. Как следствие, возле точек, в которых поле меняет знак  $u$ , будем иметь разрыв, если  $v$  при этом также имеет нулевое значение, но после прохождения через начало координат знак не меняется при  $u=0, v \neq 0$ . Это следствие того, что координатной поверхностью  $v=\text{const}$  такой поверхности, были бы два полуконуса, пересекающихся в плоскости  $xOy$  при  $v>0$ .

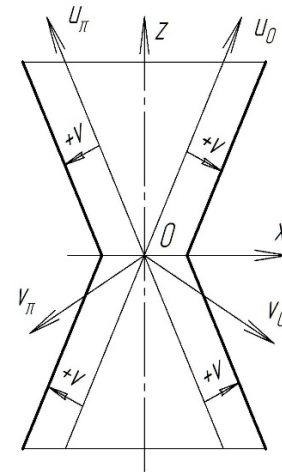


Рис. 3. Первый вариант координации пространства  
Fig.3. The first option for coordinating space

Наконец, в таком варианте потребовало бы обоснования устранения двузначности при отнесении точек, внешних относительно координатного конуса  $u=0$ : их можно отнести как к верхней, так и в нижней полостей конуса и от этого зависело бы направление координаты  $v$ .

Таким образом, этот вариант распространения области правильной координации пространства для изучения полей следует признать неприменимым.

Предложим другой вариант, в котором положительное значение координаты  $v$  будем отсчитывать во внешнюю сторону верхней, и внутрь нижней полости конуса-определителя. Подойдем к рассмотрению этого варианта с позиций преобразований.

Покажем сечение конуса-определителя плоскостью  $zOx$  (рис. 4). Зафиксируем относительно этого сечения две плоские системы координат с общим началом в вершине  $O$  конуса - определителя:  $xOz$  и  $v_0Ov_\pi$ . Ось  $Oz$  совпадает с осью конуса-определителя, ось  $Ov_\pi$  - с его образующей. Возьмем произвольную точку  $M_0$ , координаты которой в системе  $v_0Ov_\pi$  ( $v_m, u_m$ ).

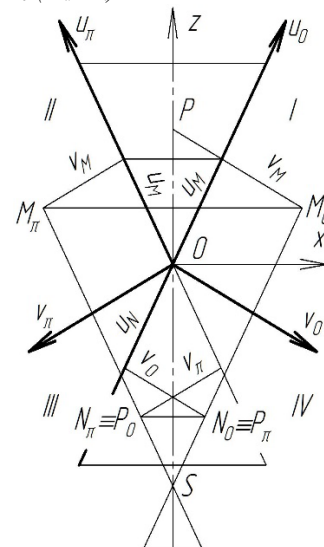


Рис. 4. Второй вариант координации пространства  
Fig.4. The second option for coordinating space

Представляя оси  $0x_0$  и  $0v_0$  правыми, каждая в своей системе, имеем правую систему  $v_00u_0$ , повернутую на угол  $-\alpha$  относительно правой же системы  $x_0z_0$ .

Знаку "минус" соответствует отсчет угла  $\alpha$  от оси  $0x$  до оси  $0v_0$  в направлении по ходу часовой стрелки.

Зависимость между координатами  $v$ ,  $u$  произвольной точки  $M$  и координатами  $x$ ,  $y$  этой же точки

$$\begin{aligned} x &= v \cos(-\alpha) - u \sin(-\alpha), \\ v &= x \cos(-\alpha) + z \sin(-\alpha), \\ z &= v \sin(-\alpha) + u \cos(-\alpha), \\ u &= -x \sin(-\alpha) + z \cos(-\alpha). \end{aligned}$$

Поскольку  $\sin(-\alpha)=-\sin\alpha$ ,  $\cos(-\alpha)=\cos\alpha$ , остальные функции после перестановки слагаемых приобретают вид

$$\begin{aligned} x &= u \sin\alpha + v \cos\alpha, \\ v &= x \cos\alpha - z \sin\alpha, \\ z &= u \cos\alpha - v \sin\alpha, \\ u &= x \sin\alpha + z \cos\alpha. \end{aligned} \quad (3)$$

Вращение обоих плоских координатных систем вместе с точкой  $M$  вокруг оси  $0z$  обладает следующими свойствами:

- координата  $z$  точки  $M$  в процессе вращения не меняется;
- не меняются также координаты  $v$  и  $u$  точки  $M$ , поскольку эта точка вращается вместе с системой  $v_00u_0$ ;
- в процессе вращения, направление движения какой-либо точки, расположенной справа от оси  $0z$ , перпендикулярна плоскости чертежа относительно наблюдателя. Для точек, расположенных слева от оси  $0z$ , это направление также перпендикулярно плоскости чертежа относительно наблюдателя;
- координировать точки будем относительно плоской системы  $v_0u_0$ , а не относительно нижней полости конуса, как это было в случае с верхней полостью.

Желая получить в качестве координатного конуса  $v=\text{const}$  две полости конуса, эквидистантных конусу-определителю, будем в первоначальном состоянии координировать положение точек относительно системы  $v_00u_0$ . Поскольку зависимости между нормальными коническими и декартовыми прямоугольными координатами можно получить при условии вращения системы  $v_00u_0$  вокруг оси  $0z$ , необходимо так назначить параметр вращения, чтобы одному и тому же значению этого параметра отвечали оба луча образующей, которая принадлежит верхней и нижней полостям конуса-определителя, учитывая то, что они принадлежат разным координатным полуплоскостям.

Таким образом, параметр вращения должен учитывать разницу, равную  $\pi$ , при изменении знака координаты  $x$ , которая имеет выражение через  $v$  и  $u$

$$x = u \sin\alpha + v \cos\alpha. \quad (4)$$

Вернемся к рис. 4. Для точек, расположенных в первой и в третьей четверти системы  $v_00u_0$  знак выражения  $x$  меняться не будет. Он может варьироваться лишь для точек, принадлежащих второй и четвертой четвертям, поскольку ось  $0v$  проходит именно через эти четверти. Изменение знака  $x$  эквивалентно смене знака выражений  $u \sin\alpha + v \cos\alpha$  или  $u \operatorname{tg}\alpha + v$  ( $\cos\alpha > 0$ ).

Учитывая всё сказанное, параметр вращения должен иметь вид

$$t + \frac{[1 - \operatorname{sign}(u \operatorname{tg}\alpha + v)]\pi}{2}.$$

Его сущность заключается в том, что для точек полупространства  $x > 0$  ( $u \sin\alpha + v \cos\alpha > 0$ , или  $u \operatorname{tg}\alpha + v > 0$ ) второе слагаемое равно нулю. Для точек  $x < 0$  ( $u \operatorname{tg}\alpha + v < 0$ ) к значению  $t$  будет прибавляться  $\pi$ .

С другой стороны значению  $t=0$  соответствует как луч образующей  $u > 0$ , так и другой луч той же образующей конуса - определителя  $u < 0$ .

Проверим выполнение других условий. Точке  $M_0$  соответствуют координаты  $v_m, u_m, t=0$ . Точке  $M_\pi$ , полученной поворотом точки  $M_0$  вместе с системой  $v_00u_0$  вокруг оси  $0z$  на угол  $\pi$ , соответствуют координаты в системе  $v_\pi 0u_\pi$   $v_m, u_m, t=\pi$ . Координаты  $v_m, u_m$  остались неизменными.

Точке  $N_0$ , симметричной точке  $M_0$  относительно оси  $v_0$ , соответствуют координаты  $v_N = v_m, u_N = -u_m, t=0$ . В результате поворота на угол  $\pi$  она окажется в положении  $N_\pi$ . Координаты  $N_\pi$  в системе  $v_\pi 0u_\pi$  такие же, как и координаты  $N_0$  в системе  $v_00u_0$ .

Наконец, пусть точка  $P_0 \equiv N_\pi$ . К какой из полуосей  $-u_0$  или  $-u_\pi$  ее отнести?

Значение параметра вращения  $t$  для этой точки, поскольку  $x_{P_0} < 0, u_{P_0} \operatorname{tg}\alpha + v_{P_0} < 0,$

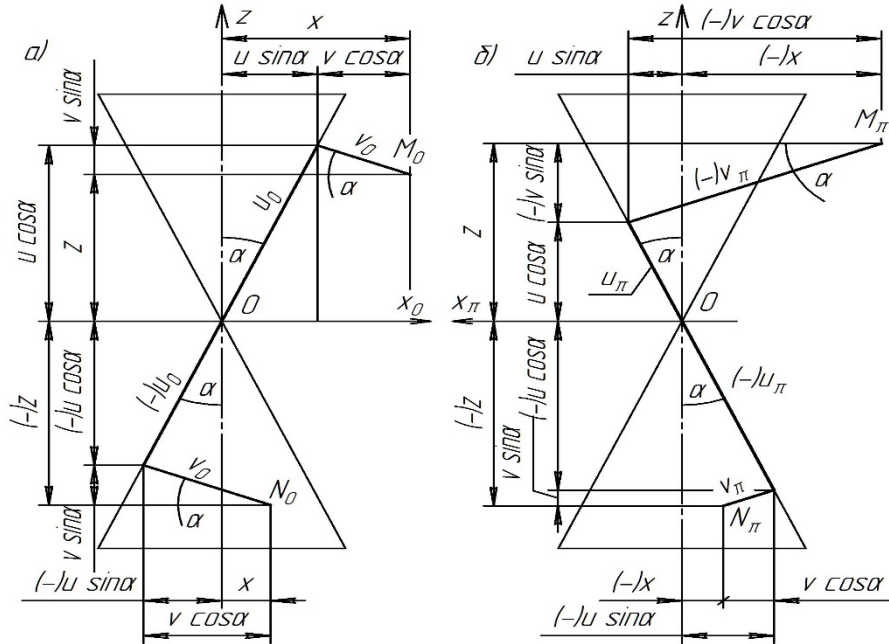
$$\operatorname{sign}(u_{P_0} \operatorname{tg}\alpha + v_{P_0}) = -1, t = \pi.$$

Следовательно, она должна быть отнесена к полуоси  $-u_\pi$ . Из рис. 4 видно, что  $P_\pi$  совпадает с точкой  $N_0$ .

Таким образом, функции (1) зависимости прямоугольных декартовых координат от нормальных конических координат в случае их распространения на нижнюю полость конуса-определителя с учетом уточнения выражения параметра вращения принимают вид

$$\begin{aligned}
 x &= (u \cdot \sin \alpha + v \cdot \cos \alpha) \cos \left[ t + \frac{(1 - \text{sign}(u \tan \alpha + v))\pi}{2} \right]; \\
 y &= (u \cdot \sin \alpha + v \cdot \cos \alpha) \sin \left[ t + \frac{(1 - \text{sign}(u \tan \alpha + v))\pi}{2} \right]; \\
 z &= u \cdot \cos \alpha - v \cdot \sin \alpha.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Установим достоверность функций (5) конструктивным способом и покажем, что



**Рис. 5.** Параметризация пространства нормальными коническими координатами  
**Fig.5.** Parameterization of space by normal conic coordinates

На рис. 5б показано ту же точку  $M_\pi$ , но координированной относительно образующей  $t=\pi$ . Ось  $\theta x$ , которая возвращается вместе с системой  $z\theta xy$  вокруг оси  $\theta z$ , в этом случае направлена влево. Корректность функций (5) также подтверждается рисунком 5, если принять во внимание другие множители в выражениях  $x$  и  $y$ , которые имеют отрицательные значения.

Перейдем к установлению функций обратной зависимости.

Очевидно, для распространения этих функций и на нижнюю полость конуса-определителя, необходимо назначить знак  $x$  выражения. Таким образом, эти функции приобретают вид:

$$\begin{aligned}
 x=0, y>0 &\Rightarrow t=\frac{\pi}{2}; \\
 x=0, y<0 &\Rightarrow t=\frac{3\pi}{2}; \\
 x>0, y>0 &\Rightarrow t=\arctg \frac{y}{x}; \\
 x<0 &\Rightarrow t=\arctg \frac{y}{x} + \pi; \\
 x>0, y<0 &\Rightarrow t=\arctg \frac{y}{x} + 2\pi; \\
 u &= \text{sign}(x) \sqrt{x^2 + y^2} \sin \alpha + z \cdot \cos \alpha; \\
 v &= \text{sign}(x) \sqrt{x^2 + y^2} \cos \alpha - z \cdot \sin \alpha.
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Конструктивная проверка достоверности функций (6) представлена на рис. 6, который демонстрирует также возможную, эквивалентную (6) координацию пространства нормальными коническими координатами, которая осуществляется отнесением точки к той образующей конуса - определителя, которая принадлежит противоположной координатной полуплоскости  $t = \text{const}$ .

Покажем на конкретном примере область применения приведенного математического аппарата геометрического моделирования поля в нормальных конических координатах.

Пример. Определить и построить чертеж поверхности уровня, проходящего через точку  $M(x=3, y=-1, z=2)$ , скалярного поля, представленного в нормальных конических координатах функцией

$$F = e^{\frac{u}{3}} + 0,5 \sin 3t - v \quad (7)$$

Привести чертеж еще поверхностей уровня с шагом  $\Delta C=1$ , предшествующей поверхности, проходящей через точку  $M$ , и следующей за ней.

Параметр  $\alpha = \frac{\pi}{4}$  конуса-определителя системы.

Решение. По формулам (6) вычисляем конические нормальные координаты точки  $M(x=3, y=-1, z=2)$ .

$$t = \arctg\left(-\frac{1}{3}\right) + 2\pi = 5,9375;$$

$$u = \sqrt{3^2 + 1^2} \sin \frac{\pi}{4} + 2 \cos \frac{\pi}{4} = 3,65;$$

$$v = \sqrt{3^2 + 1^2} \cos \frac{\pi}{4} - 2 \sin \frac{\pi}{4} = 0,82.$$

Вычисляем значение параметра  $C_M$  семьи поверхностей уровня при прохождении поверхности через точку  $M$ .

$$C_M = e^{\frac{3,65}{3}} + 0,5 \sin(3 \cdot 5,9375) - 0,82 = 2,1047$$

Отталкиваясь от выражения  $F(t, u, v)=c$  ( $c=\text{const}$ ), решим его относительно  $v$  и представим уравнение семьи поверхностей уровня в виде

$$v = e^{\frac{u}{3}} + 0,5 \sin 3t - C_M + i\Delta C \quad (8)$$

$\Delta C = 1$  – шаг  $i = -1, 0, 1$  – параметр семьи, включающей при  $i=0$  поверхность, проходящую через точку  $M$ .

На рис. 7 показаны искомые поверхности уровня, построенные по уравнению (8). Каждая из поверхностей по отдельности показана на рис. 8.

Интервалы каждой из поверхностей  $0 \leq t \leq 2\pi, 3 \leq u \leq 5$

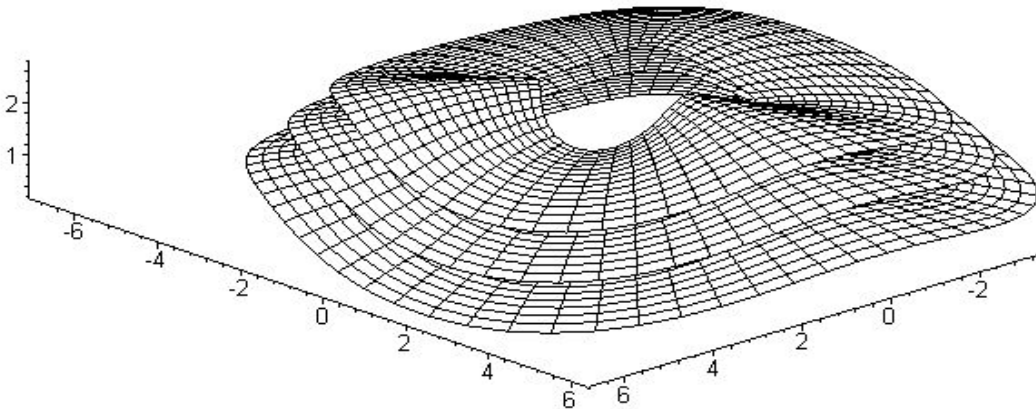


Рис. 7. Поверхности уровня  $v = e^{\frac{u}{3}} + 0,5 \sin 3t - C + i\Delta C$  скалярного поля  $F = e^{\frac{u}{3}} + 0,5 \sin 3t - v$  с параметрами  $\Delta C=1; i=-1, 1, 1; \alpha = \frac{\pi}{4}; C=2,1047, u=3...5, t=0...2\pi$

Fig. 7. Surfaces of the level  $v = e^{\frac{u}{3}} + 0,5 \sin 3t - C + i\Delta C$  of a scalar field  $F = e^{\frac{u}{3}} + 0,5 \sin 3t - v$  with parameters  $\Delta C=1; i=-1, 1, 1; \alpha = \frac{\pi}{4}; C=2,1047, u=3...5, t=0...2\pi$

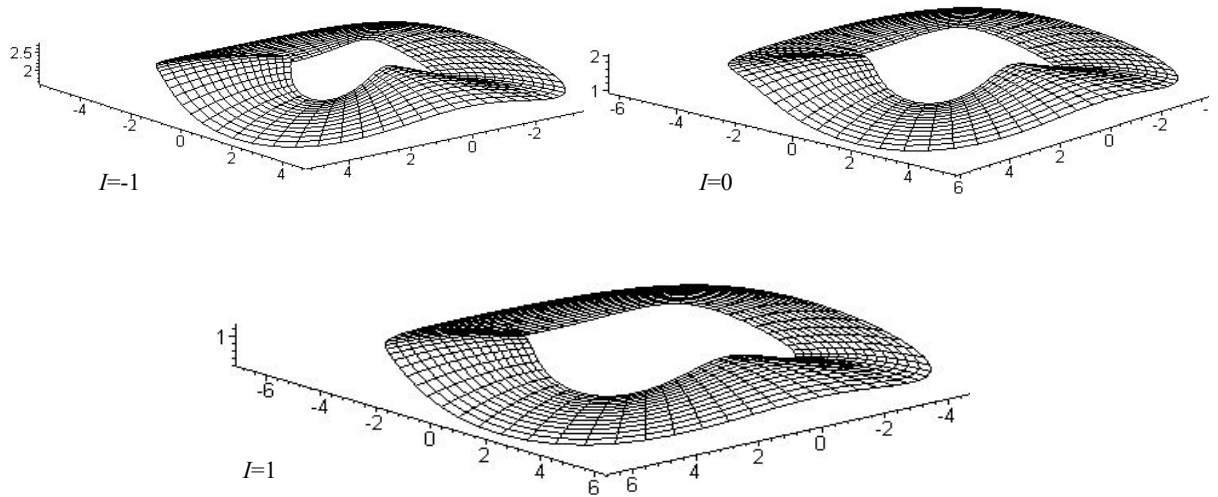


Рис. 8. Поверхности уровня при  $i=1, 0, -1$

Fig. 8. Surfaces of the level at  $i=1, 0, -1$

Завершая, сделаем три замечания:

1. Функции (5) и (6) содержат  $x, y, z$ , которые следует рассматривать как координаты глобальной неподвижной системы. Рисунок 6 можно трактовать как сечения конуса-определителя любой осевой плоскостью. Точки и оси подвижных систем  $zOx$  и

$vOu$  обозначены индексами  $0$  и  $\pi$  в зависимости от их расположения в той, или иной координатной полуплоскости  $t=\text{const}$ , составляющих плоскость сечения.

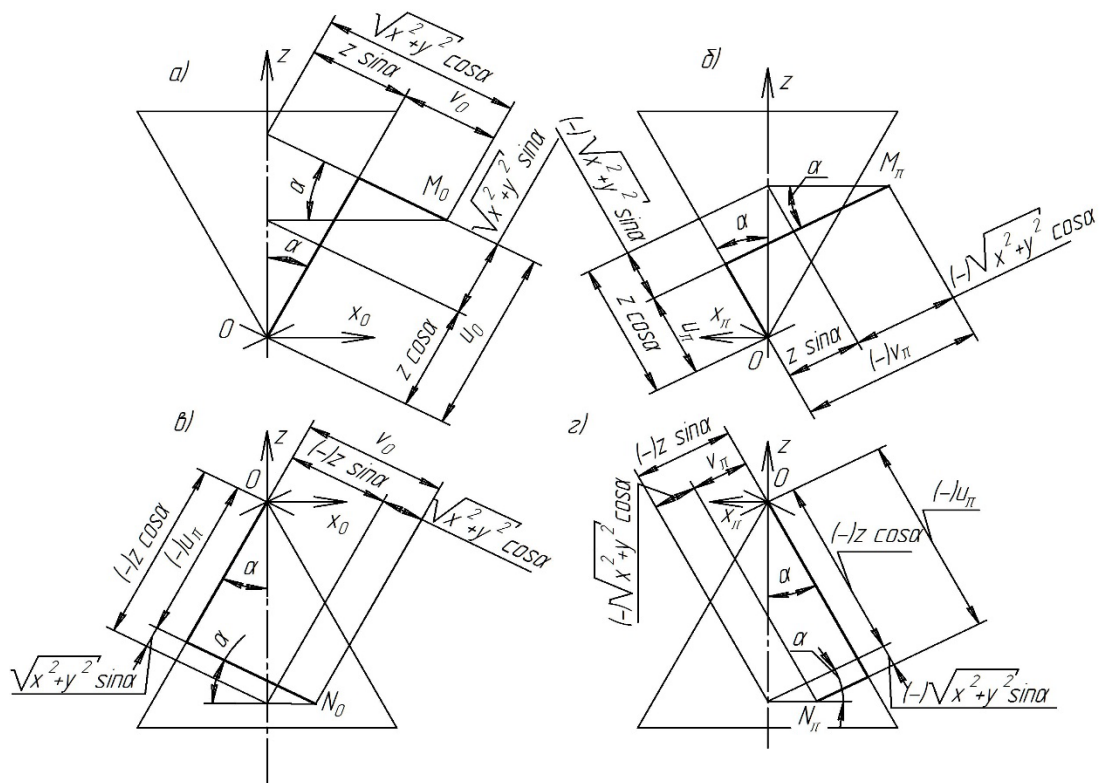


Рис. 6. Проверка достоверности функций

Fig.6. Function validation

2. Полученная координация пространства нормальными коническими координатами правая

для верхней полости конуса-определителя ( $u>0$ ), левая для нижней ( $u<0$ ). Можно получить правую

ориентацию координатной системы для нижней полости, но она неизбежно будет левой для верхней. Такое положение вытекает из необходимости иметь постоянное направление роста  $u$  вдоль обеих лучей одной и той же образующей конуса-определителя и противоположное направление роста  $t$  для этих лучей, поскольку они принадлежат разным координатным полуплоскостям  $t=\text{const}$  осевой плоскости.

3. При  $\alpha=0$  система нормальных конических координат превращаются в правую систему цилиндрических координат с радиальной координатой  $v$ , осевой  $u$ , угловой  $t$ .

При  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  система нормальных конических координат превращается в левую систему цилиндрических координат с радиальной координатой  $u$ , осевой  $v$ , угловой  $t$ .

## ВЫВОДЫ

1. В научных работах в области прикладной геометрии изучение физических процессов и явлений осуществлялось либо моделированием физического поля исключительно геометрическими методами, либо привлечением математического аппарата теории поля и геометрического моделирования решения тех его уравнений в частных производных, решение которых другими средствами не найдено.

2. Наиболее распространенными адаптациями теории поля в криволинейных координатах являются адаптации к их представлению в цилиндрической системе при прямолинейном источнике, в сферической системе при точечном источнике, в эллипсоидальной системе - при двухточечном источнике.

3. Изначально важно было правильно скоординировать пространство в выбранной конической системе координат для того, чтобы в дальнейшем получить верные дифференциально-геометрические характеристики скалярных и векторных полей изложенных в статье [19].

4. Важность правильной координации пространства заключается еще и в том, чтобы исключить двусмысленность при отнесении точек к конусам-определителям, что в свою очередь ведет к возникновению разрывов и пересечений полей уровня при их визуализации средствами компьютерной графики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альпин Л.М. Теория поля. - М.: Недра, 1966. - 348 с.
2. Булах Е.Г., Шуман В.Н. Основы векторного анализа и теории поля. - Киев: Наукова думка, 1998. - 300 с.
3. Гольдфайн И.А. Векторный анализ и теория поля. - Москва: Физматгиздат, 1962. - 132 с.
4. Гольдфайн И.А. Векторный анализ и теория поля. - М.: Наука, 1968. - 128 с.
5. Дубнов Я.С. Основы векторного исчисления. - М.: Л.: ГИТТЛ, 1950. - Ч. 1. - 368 с., 1952. - Ч. 2. - 416 с.
6. Мінаєв О.А., Ілюкович Б.М., Ізмайлова М.К. Механіка суцільних середовищ. - К.: Вища школа, 1995. - 272 с.
7. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. - М.: Издательство АН СССР, 1961. - 430 с.
8. Джапаридзе И.С. О погружении геометрических соответствий в модели многомерных пространств // Прикладная геометрия и инженерная графика. - Киев: «Будівельник». - 1968. - Вып.6.- С.13-17.
9. Котов И.И., Николаевский Г.К., Рыжов Н.Н., Халдеев И.М. Прикладная геометрия поверхностей // Сб. работ конференции «Вопросы начертательной геометрии и ее приложения». - Харьков: - ХАДИ. - 1963 - Вып.3. - С. 15-19.
10. Pidgorny O.L. From the Theory of the Maps to Geometrical Modeling of Objects, Phenomena and Processes // The Applied Geometry and Engineering Graphics - Kiev: - 2002. - Issue №70. - P. 32-38.
11. Рыжов Н.Н. Общие вопросы задания и параметризации поверхностей // Тезисы докладов Второй всесоюзной геометрической конференции. - Харьков: - 1964. - С. 22-24.
12. L. D. Landau, E. M. Lifshitz, The classical theory of fields (Elsevier, New York, 2013)
13. P. Francesco, P. Mathieu, D. Senechal, Conformal field theory (Springer-Verlag, New York, 2012)
14. J. Quartieri, L. Sirignano, C. Guarnaccia, WSEAS Int. conf. (EMESEG'08), Heraklion, Greece (2008)
15. A. A. Tsinaeva, M. N. Nikitin, Procedia Eng. **150**, 2340-2344 (2016), DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.321
16. M. N. Nikitin, J. of Physics: Conf. series **891**, 12039 (2017), DOI: 10.1088/1742- 6596/891/1/012039
17. D.V. Nesnov, Field theory in normal toroidal coordinates, MATEC Web of Conferences, Vol. **193**, 003022 (2018)
18. Неснов Д. В. Нормальные конические координаты. Международная заочная научно-практическая конференция «Наука и образование в жизни современного общества» Тамбов, 2016 г. С. 189-192.
19. Неснов Д. В. Элементы теории поля в конических координатах. Строительство и техногенная безопасность №28(80)-2023.

Издательство: ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» - 99 с.

## REFERENCES

1. Alpin L.M. Field theory. - М.: Nedra, 1966. -- 348 p. (In Russian)
2. Bulakh E.G., Schuman V.N. Fundamentals of vector analysis and field theory. - Kiev: Naukova Dumka, 1998. -- 300 p. (In Russian)
3. Goldfayn I.A. Vector analysis and field theory. - Moscow: Fizmatizdat, 1962. -- 132 p. (In Russian)
4. Goldfayn I.A. Vector analysis and field theory. - М.: Nauka, 1968. -- 128 p. (In Russian)
5. Dubnov Ya.S. Fundamentals of vector calculus. - М.: Л.: GITTL, 1950. - Part 1. - 368 p., 1952. - Part 2. - 416 p. (In Russian)
6. Mineva O.A., Ilyukovich B.M., Ismaylova M.K. The mechanism of social means. - К.: Vishka school, 1995. -- 272 p. (In Russian)
7. Kochin N.E. Vector calculus and the beginnings of tensor calculus. - М.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1961. -- 430 p. (In Russian)
8. Japaridze I.S. On the immersion of geometric correspondences in the model of multidimensional spaces // Applied Geometry and Engineering Graphics. - Kiev: Budivel'nik. - 1968. - Issue 6. - pp.13-17. (In Russian)
9. Kotov I.I., Nikolaevsky G.K., Ryzhov N.N., Khaldeev I.M. Applied geometry of surfaces // Sat. Conference "Descriptive geometry and its applications." - Kharkov: - HADI. - 1963 - Issue 3. - pp. 15-19. (In Russian)
10. Pidgorny O.L. From the Theory of the Maps to Geometrical Modeling of Objects, Phenomena and Processes // The Applied Geometry and Engineering Graphics – Kiev: - 2002. - Issue №70. – pp. 32-38. (In Ukraine)
11. Ryzhov N.N. General questions of assignment and parameterization of surfaces // Abstracts of the Second All-Union Geometric Conference. - Kharkov: - 1964. - pp. 22-24. (In Russian)
12. L. D. Landau, E. M. Lifshitz, The classical theory of fields (Elsevier, New York, 2013)
13. P. Francesco, P. Mathieu, D. Senechal, Conformal field theory (Springer-Verlag, New York, 2012)
14. J. Quartieri, L. Sirignano, C. Guarnaccia, WSEAS Int. conf. (EMESEG'08), Heraklion, Greece (2008)
15. A. A. Tsinaeva, M. N. Nikitin, Procedia Eng. 150, 2340-2344 (2016), DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.321
16. M. N. Nikitin, J. of Physics: Conf. series 891, 12039 (2017), DOI: 10.1088/1742-6596/891/1/012039
17. D.V. Nesnov, Field theory in normal toroidal coordinates, MATEC Web of Conferences, Vol. **193**, 003022 (2018)
18. D. V. Nesnov, Normal conical coordinates. International Correspondence Scientific and Practical Conference "Science and Education in the Life of Modern Society" Tambov, 2016, pp. 189-192.
19. D. V. Nesnov Elements of field theory in conic coordinates. Construction and technogenic safety No. 28 (80) -2023. Publisher: FGAOU VO "Vernadsky" - 99 p.

## SCOPE OF FIELD THEORY IN NORMAL CONIC COORDINATES

Nesnov D.V.

Samara State Technical University, 244 Molodogvardeyskaya st., Samara, Russia

**Abstract.** The field theory is widely represented in spherical and cylindrical coordinate systems, since the mathematical apparatus of these coordinate systems is well studied. Field sources with more complex structures require new approaches to their study. The purpose of this study is to determine the correct coordination of space by normal conic coordinates. This is necessary in subsequent studies, the task of which will be to simplify the expressions for the characteristics of the field by introducing a special coordination of space, which reflect the shape of the source and/or sink of the field. For example, a field with a rectilinear source is more convenient to refer to cylindrical coordinates, and a field with a point source - to spherical coordinates. Basically, the use of field theory in the study of physical processes by methods of applied geometry is limited to two classical curvilinear systems, although their presentation in arbitrary curvilinear coordinates is known. We will distinguish between global and local coordinate systems. The global system, as well as the coordinates of a point in this system, will be denoted by  $x, y, z$ . She is unchanging. The local system, as well as the coordinates of a point in this system, will be denoted by  $t, u, v$ . Local system variable. At each point in space belonging to the area of existence of the system, the local coordinate system is defined.

**Subject of research.** The field of definition of elements of field theory in conic coordinates.

**Materials and methods:** The main basis of the work is the study of the general field theory in curvilinear coordinates. The main research methods are analytical with the involvement of graphical methods.

**Results:** The paper describes for the first time the variants of the correct coordination of space when using the normal conic coordinate system. An example is given on the basis of which the mathematical apparatus for visualizing the simulated moles is considered.

**Conclusions:** the dependence functions of rectangular Cartesian coordinates on normal conical coordinates for both cavities of the determinant cone are obtained.

**Key words:** conic coordinates, space coordination, field theory.

УДК 628.23

## ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НОВЫХ ЗДАНИЯХ И ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Пожитков О.Л., Райзер Ю.С., Лапшакова И.В.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
ул. Менделеева, д. 195, 450080 Уфа, Российская Федерация,  
E-mail: ufa2016\_2@mail.ru

**Аннотация:** В статье приводится опыт использования гибридных систем вентиляции, а также рассматривается реконструкция старых систем в жилых домах под гибридные. Целью данного исследования является выявление рентабельности с точки зрения энергоэффективности при модернизации систем естественной вытяжной вентиляции. Исследования и опыт эксплуатации показали, что не всегда такой шаг является обоснованным и энергоэффективным в зданиях типовых проектов 70-90-х годов. Однако современные технологии и материалы позволили закладывать подобные решения в проект в угоду снижения энергопотребления. Также такие системы призваны экономить ценную жилплощадь, не устраивая отдельно механическую и естественную вентиляцию.

**Предмет исследования:** Функциональность гибридной системы вентиляции при оснащении ею старых типовых домов и установке в новых, энергоэффективность данного мероприятия.

**Методы и материалы:** Исследование проводилось на основе исследований Московского научно-исследовательского и проектного института типологии и экспериментального проектирования (МНИИТЭП) и работ И.И. Боровицкого о реконструкции существующих жилых домов, а также экспертных статей в области проектирования вентиляции.

**Результаты:** для создания гибридной вентиляции в жилых зданиях устанавливаются вентиляторы, работающие только при недостаточной тяге. Они могут устанавливаться на тёплых чердаках, обеспечивая движения воздуха во всех сопряжённых вентканалах. Другим способом экономии энергии и поддержания воздухообмена является установка комбинированной приточно-вытяжной системы с радиатором отопления, что пока не так распространено в России.

**Выводы:** В старых домах установка системы требует время, чтобы окупить затраты на её установку, в новых проектах такую технологию можно применять, поскольку она поможет снизить затраты жильцов на отопление и обеспечит нормируемые параметры микроклимата как в тёплый, так и в холодный период.

**Ключевые слова:** гибридная система вентиляции, вытяжная вентиляция, энергосбережение, реконструкция, рациональное использование ресурсов.

### ВВЕДЕНИЕ

Энергосбережение при проектировании и эксплуатации инженерных систем всегда стоит на повестке дня. В условиях непростой экономической обстановки в стране возникает потребность в экономии ресурсов и их рациональном использовании, создавая оптимальные условия проживания. Для этого разрабатываются различные способы повторного использования теплоты в системах отопления и вентиляции, всё чаще устанавливается аппаратура, функционирующая на датчиках, регулирующих количество затрачиваемой энергии и ресурсов и, наконец, реконструкция и модернизация устаревших систем, неэффективно работающих ввиду появления дефектов в ходе эксплуатации или же появления новых технологий.

Одним из методов повышения эффективности работы систем вентиляции и снижения затрат является гибридная система. Цель данного исследования заключается в изучении адекватности гибридной системы вентиляции. Для использования гибридная система вентиляции должна удовлетворять следующим требованиям:

- явление холодной тяги не должно существовать в жилой зоне;
- конденсат не должен образовываться на поверхностях вентиляционных отверстий;
- в каждом помещении должен быть обеспечен приток подпиточного воздуха за счёт

отработанного воздуха из комнаты отдыха и гостиной.

Наиболее эффективный вариант вентиляции – приточно-вытяжной. Однако он имеет достаточно высокую стоимость, поэтому иногда рациональнее выбрать гибридную вентиляцию. Она объединяет естественную и принудительную системы. Её приобретение и установка потребуют меньше денег и усилий.

Есть два способа организовать гибридную вентиляционную систему:

- осуществлять приток воздуха через форточки;
- создать высокое давление в помещении.

Первый вариант используется в загородных домах или дачах, которые находятся в экологически благоприятном районе. Удаление воздуха организовывается принудительно, а приток – через форточки, приточные клапаны и т.д. Второй вариант предусматривает одну мощную централизованную приточную установку или несколько моноблочных компактных приточников, по одному в каждой комнате дома. Такая схема создаёт избыточное давление, вытесняющее отработанный воздух в вытяжные каналы.

Исследование преследует цель рассмотрение рентабельности гибридной вентиляции для дальнейшего развития технологии в строительной отрасли.

## МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследование проводилось на основе исследований Московского научно-исследовательского и проектного института типологии и экспериментального проектирования (МНИИТЭП) и работ И.И. Боровицкого о реконструкции существующих жилых домов, а также экспертных статей в области проектирования вентиляции [1-11].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Гибридная система вентиляции представляет собой схему естественной и механической вентиляции, объединённых в единую сеть, взаимодополняя друг друга. Вентиляционные каналы и компоненты естественной вентиляции снабжаются вентилятором низкого давления системы механической вентиляции, который включается только при необходимости, т.е. работает в дополнение к естественной тяге в случаях, когда это необходимо. Суть такого сопряжения заключается в том, что естественная вытяжка работает при соответствующих значениях температуры наружного воздуха, то есть в холодный и переходный периоды года. Механические устройства для побуждения движения воздуха включаются в работу в периоды, когда относительно высокая температура наружного воздуха не позволяет обеспечить требуемый гравитационный напор. Эти механические устройства дают возможность нормализовать вытяжку в тёплый период года.

Технология не новая, первые экспериментальные проекты жилых домов с гибридной системой вентиляции разрабатывались в Москве в 1970-х годах. Тогда подобное решение оказалось неэффективным вследствие не герметичности типовых вентиляционных блоков, из-за чего образовывались подсосы в канал и повышалась нагрузка на вентилятор, установленный на крыше, что неизбежно вело к повышению уровня шума. К тому же, в то время не было эксплуатирующих организаций подобного оборудования для жилищного сектора [1].

В настоящее время повсеместно используются тонколистовые воздуховоды из оцинкованной стали, что искоренило проблему не герметичности сети. Установка гибридной системы вентиляции в новом здании позволит рационализировать потребление электроэнергии вентиляторами, которые не будут работать в холодный и переходный периоды года, их работу будет выполнять разность давления и температуры, способствующая естественной тяге. Для этого рабочее колесо крышного вентилятора изготавливается особой конфигурации, не препятствующей свободной работе естественной вытяжки, кроме того, могут применяться разного рода эжекционные системы.

Ухудшение работы естественной вентиляции в жилых зданиях связывается с повышенными теплозащитными характеристиками наружных ограждающих конструкций, герметичными стеклопакетами, что значительно снижает трансмиссионные теплопотери. Кроме того, с уменьшением трансмиссионных теплопотерь в общем тепловом балансе здания выросла доля теплопотерь на инфильтрацию и вентиляцию – расхода теплоты на подогрев наружного воздуха. Неудовлетворительная работа естественной вентиляции в многоэтажных жилых домах обусловлена рядом причин, но основными предпосылками являются:

- фактическое отсутствие притока при установке герметичных окон (со стеклопакетами);
- недостаточная вентиляция в квартирах верхних этажей, обусловленная малой высотой вентиляционной шахты;
- прекращение работы вентиляции при повышении температуры наружного воздуха до 5-7 °С и выше;
- нахождение здания в зоне аэродинамической тени.

Тем самым, неудовлетворительная работа естественной вентиляции в многоэтажных жилых домах приводит к двум основным проблемам:

- неудовлетворительное качество микроклимата в квартирах, что вызывает проблемы с самочувствием и здоровьем жителей, а также поражение здания грибком, плесенью, а это, в свою очередь, также ухудшает здоровье жильцов, у жителей таких квартир возникает так называемый «синдром больного здания» (Sick Building Syndrome – SBS);
- при неработающей вентиляции жильцы проветривают квартиры, открывая окна, что приводит к избыточному проветриванию и перерасходу тепловой энергии на подогрев сверхнормативного расхода воздуха, квартиры остужаются, и тем самым эффект энергосбережения от дополнительного утепления зданий, от замены окон фактически сводится к нулю.

Гибридная (естественно-механическая) вентиляция позволяет использовать существующие вентиляционные каналы естественной вытяжки, с которыми сопрягается вентилятор низкого давления. Вентилятор используется исключительно для поддержания естественной тяги, обеспечивая нормативное количество расхода воздуха. Включение может производиться вручную либо автоматически, например, посредством датчика температуры или скорости ветра. Наружный воздух поступает через регулируемые приточные устройства, расположенные в жилых помещениях (спальня, гостиная), и далее движется в сторону подсобных помещений (кухня, ванная, туалет), где удаляется через регулируемые вытяжные устройства, сообщающиеся с вентиляционным каналом, подсоединённым к вентилятору.

Гибридная вентиляция справляется со своей задачей в естественном режиме весь холодный

период до 5 °С и может переключаться на механический режим при более высокой наружной температуре или в определённые часы при необходимости исходя из режима эксплуатации. Например, может обеспечиваться автоматическое включение вентилятора при снижении разрежения ниже допустимого. При выключенном вентиляторе гибридная вентиляция работает как система естественной вентиляции. В любом случае, системы гибридной вентиляции должны быть построены таким образом, чтобы вентиляторы не нарушали естественный гравитационный и ветровой напоры.

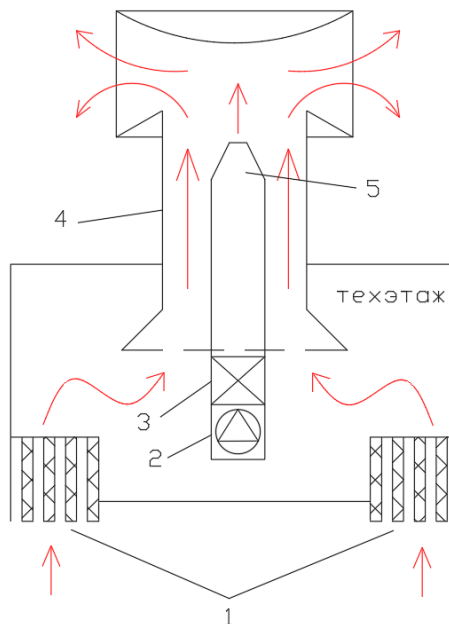
Гибридной вентиляцией можно управлять вручную или с помощью программаторов. Ручное управление основано на том, что установщик выбирает частоту вращения гибридного навесного оборудования. Он выполняет эту операцию на основе измерения расхода воздуха через заданную вытяжную решётку или данных из каталожной карточки устройства. В этом случае частота вращения постоянна на протяжении всей работы навесного оборудования.

Электронные контроллеры также могут использоваться для управления гибридной вентиляцией. Они позволяют подбирать скорость

укоренения в зависимости от внешних условий, а также от конкретных часов и даже дней. Это удобное решение, потому что ночью или когда члены семьи находятся в школе или на работе, эффективность может снизиться. Таким образом мы сокращаем потребление электроэнергии. Также на рынке есть контроллеры, регулирующие работу приставки в зависимости от влажности в помещении.

Элементы гибридной системы вентиляции также могут быть включены в интегрированные системы домашней автоматизации (т.е. в интеллектуальные системы зданий).

Как упоминалось ранее, в старых домах может применяться эжекторная вытяжка с установкой осевого вентилятора в дефлектор на техническом этаже. При этом остаются все промышленные элементы здания (вентблоки, тёплый чердак и общая вытяжная шахта). Управление осевым вентилятором эжектора может быть осуществлено по определённой программе или графику работы дистанционно, из помещения консьержа. Электродвигатель вентилятора должен быть укомплектован регулятором переключения скоростей.



**Рис. 1.** Схема эжекторной вытяжной установки на техническом этаже.

1 – шумоглушители; 2 – осевой вентилятор; 3 – выпрямитель воздуха; 4 – дефлектор; 5 – сопло эжектора.

**Рис. 3.** The scheme of the ejector exhaust unit on the technical floor.

1 – silencers; 2 – axial fan; 3 – air rectifier; 4 – deflector; 5 – ejector nozzle.

В этой конструкции происходит дополнительная эжекция воздуха из объёма тёплого чердака при работающем вентиляторе, а при отключении его обеспечивается естественная тяга посредством гравитационного и ветрового давления с помощью дефлектора. «Тёплым» чердак становится за счёт вытяжного воздуха из квартир, поступающего в него. На общей вытяжной шахте секции дома имеется дефлектор (4) для использования давления ветра и защиты шахты от осадков. Внутри шахты (в стволе дефлектора) установлен патрубков (эжектор

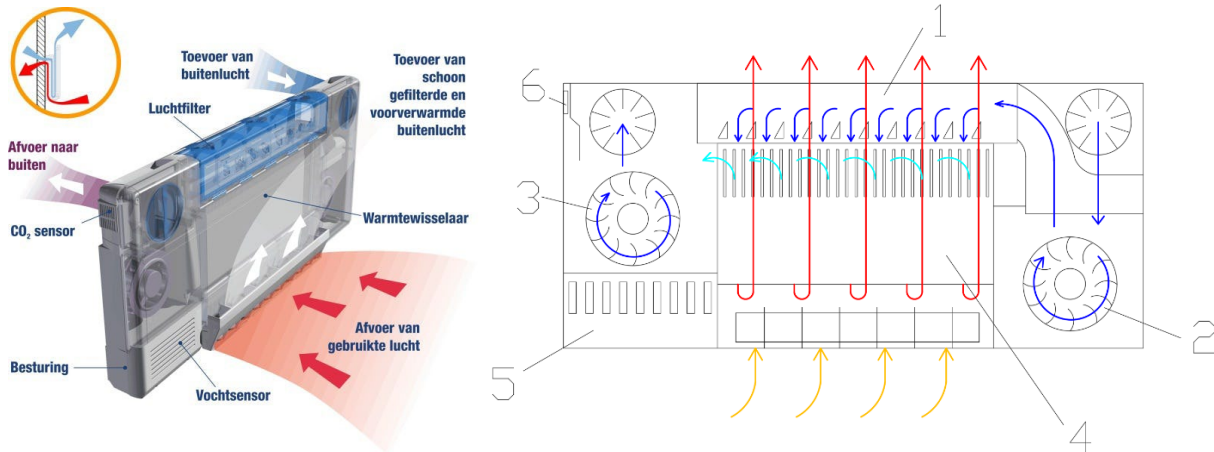
низкого давления) с осевым вентилятором (2). В трубке сделана крестообразная перегородка (3) – выпрямитель потока воздуха после осевого вентилятора для уменьшения потерь в камере смешения, которой является сама шахта.

Энергоэффективность системы вентиляции может быть в большей степени повышена за счёт применения отопительных приборов, совмещающих в себе функции обычного радиатора отопления и системы приточной вентиляции (систему тоже можно назвать гибридной), тем

самым, снижая затраты на прогрев помещения ввиду того, что такая установка будет обеспечивать более интенсивный воздухообмен. Особенно такая технология актуальна в зимнее время, поскольку для обеспечения необходимой циркуляции воздуха требуется открывать окна и проветривать пространство. При этом, оно остывает, следовательно, возрастают нагрузки на отопление. Голландская фирма ClimaRad специализируется на изготовлении таких установок.

Прибор представляет собой компактную приточно-вытяжную установку, помещающуюся в корпусе алюминиевого радиатора. Вход и выход

воздуха предусмотрены через каналы, монтируемые в стене и выходящие на улицу. Холодный воздух с улицы по приточному патрубку поступает в отсек с осевым вентилятором, который гонит его к теплообменнику сверху вниз, а затем через верхнюю решётку выводит его в помещение. Вытяжной же воздух, более холодный, настилается у пола и засасывается в прибор снизу, после чего по отдельному каналу при помощи второго осевого вентилятора удаляется наружу через вытяжной патрубок. Схема работы установки приведена на рисунке 2, общий вид установки – на рисунке 3.



**Рис. 2.** Схемы работы установки ClimaRad.

1 – Секция воздушных фильтров; 2 – приточный вентилятор; 3 – вытяжной вентилятор; 4 – теплообменник; 5 – датчик влажности; 6 – датчик CO<sub>2</sub>.

**Pic. 2.** Schemes of operation of the ClimaRad unit.

1 – Air filter section; 2 – supply fan; 3 – exhaust fan; 4 – heat exchanger; 5 – humidity sensor; 6 – CO<sub>2</sub> sensor.



**Рис. 3.** Внешний вид установки.

**Pic. 3** Exterior of the unit.

Основным преимуществом данной технологии является экономия места, которая обеспечивается в строительных проектах. Ведь при таком решении нет необходимости в вентиляционных каналах и полностью исключается центральная приточно-вытяжная установка. В результате чистая полезная площадь остается прежней. Если рассматривать установку в существующих зданиях, то для её применения нет необходимости в крупномасштабных корректировках архитектурных конструкций.

Такой вариант организации вентиляции подойдёт, скорее, для одной квартиры, ведь, как не трудно догадаться, цена одной такой установки весьма немаленькая. Хотя ограничений никаких нет, нужно лишь финансирование. Всё же в старых типовых домах такое решение будет слишком затратным и не всегда оправданным, поскольку установку необходимо будет обслуживать жильцам. Приходим к выводу, что для российских реалий такой вариант модернизации пока не подходит, но и не сказать про такую возможность нельзя, поскольку это очень интересный вариант

совмещения вентиляции и отопления для жилых помещений.

При капитальном ремонте старых жилых домов может производиться демонтаж вентиляционных блоков с целью установки унифицированных стальных воздуховодов, зашитых в гипсокартон для обеспечения нормативной огнестойкости, и

присоединение их к вытяжному вентилятору, тем самым делая систему гибридной. Для более детального рассмотрения преимуществ и недостатков мероприятий по модернизации вытяжной вентиляции многоквартирного жилого дома приведём сравнительную характеристику в таблице 1.

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика  
**Table 1.** Comparative characteristic

	Стандартная система вентиляции	Гибридизация системы вентиляции
Преимущества	Не нуждается в регулярной проверке и обслуживании в отличие от систем с механическим побуждением	Освобождение полезной площади квартир, повышение обеспеченности оптимальных условий микроклимата, экономия расходов на отопление
Недостатки	Вентиляционные блоки занимают значительную площадь квартир, недостаточная тяга воздуха, легко нарушить воздухообмен путём постороннего вмешательства	Значительный объём работ по перестройке существующих систем, необходимость наличия обслуживающей организации
Итог	Не требует внимания, несовершенство исполнения	Гибридизация стандартной вентиляции позволит экономить энергию на отопление, тратящуюся при проветривании вследствие плохой работы вытяжной вентиляции

Далее приведём сравнительный анализ рентабельности проведения работ по гибридизации вытяжной вентиляции в домах типовых проектов. Для этого составим таблицу 2, в которой отразим

стоимость работ по модернизации системы в соотношении с тарифами на отопление для одного вентиляционного канала, обслуживающего одну квартиру на этаже в 9-этажном доме.

**Таблица 2.** Сравнительная характеристика затрат  
**Table 2.** Comparative characteristics of costs

Установка гибридной системы вытяжной вентиляции	Расходы на отопление многоквартирного дома
1. Материалы - вентилятор 147794,34 руб. - воздуховоды 34300 руб. - гипсокартон 17200 руб. - прочее 20000 руб.	1. Затраты на отопление в 2023 году приблизительно 30000 руб./год
2. Оплата работ (установка вентилятора, аренда крана, оплата труда строителей) 8700 + 3600 + 21600) 33900 руб.	
3. Затраты на установку систем автоматизации 150000	
4. Отчисления в обслуживающую организацию 1000 руб./год	2. Техническое обслуживание системы 10000 руб./год
Итого: 404194 руб.	Итого: 310000 руб.

Таким образом, видно, что первоначальные вложения в реконструкцию больше годовой суммы оплаты отопления, однако установка гибридной системы вытяжной вентиляции окупится уже через год и 4 месяца. В дальнейшем эксплуатация гибридной вентиляции сэкономит 12-17% от затрат на отопление [8]. Данная система позволяет уменьшить затраты на отопление квартиры посредством регулирования количества нагретого воздуха в холодное время года и нормализовать давление в тёплом, обеспечив нормальные показания вытяжки.

## ВЫВОДЫ

При детальном рассмотрении экономической выгоды при осуществлении энергосберегающих мероприятий путём модернизации существующих систем вытяжной вентиляции в гибридную, выяснилось, что для построенных объектов система требует определённого срока окупаемости ввиду затрат на производство работ. Тем не менее, такой метод, вкпе с другими методами повышения энергоэффективности, может дать до 30% экономии средств на отопление.

Говоря о современном домостроении, можно уверенно заявить, что при правильном расчёте и

монтаже гибридной системы вентиляции она внесёт весомый вклад в оценке энергоэффективности дома, что положительно скажется на затратах жильцов при эксплуатации вентиляции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003». М., 2016.
2. Бобровицкий И.И., Шилкин Н.В. Гибридная вентиляция в многоэтажных жилых зданиях. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2010.
3. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
4. Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение и вентиляция. Учебник. - Москва: Машиностроение, 2014. - 320 с.
5. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*
6. Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. М.: Изд-во АСВ, 2015. 204 с.
7. Отопление и вентиляция. Ч. II. Вентиляция / под ред. В.Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1976. - 439 с.
8. Гибридная система вентиляции. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.aereco.ru/ventilyacii/sistemy-ventilyacii/gibridnaya-sistema-ventilyacii/>
9. Возможности энергосбережения в системах с регулируемой естественной вентиляцией. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://stroi-avf.ru/info/articles/vozmozhnosti-energoberezeniya-v-sistemakh-s-reguliruemoy-estestvennoy-ventilyatsiy/>
10. Малахов М. А. Опыт проектирования естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками // АВОК. - 2008. - № 6.

11. Шилкин Н. В., Шонина Н. А., Миллер Ю. В. Галуша А. Н. Оценка времени работы регулируемой вентиляции в жилых зданиях // АВОК. - 2018. - № 3. - С. 28.

## REFERENCES

1. SP 60.13330.2016 "Heating, ventilation and air conditioning. Revised edition of SNiP 41-01-2003". M., 2016.
2. Bobrovitsky I.I., Shilkin N.V. Hybrid ventilation in multi-storey residential buildings. - M.: AVOC-PRESS, 2010.
3. GOST R 51387-99 Energy Saving. Normative and Methodical Support. General Provisions.
4. Engineering systems of buildings and structures. Heat and gas supply and ventilation. Textbook. - Moscow: Mashinostroenie, 2014. - 320 pp.
5. SP 131.13330.2012 Building Climatology. Updated version of SNiP 23-01-99\*.
6. Samarin O.D. Fundamentals of microclimate of buildings. Moscow: Publishing house ASV, 2015. 204 pp.
7. Heating and ventilation. PART II. Ventilation / ed. by V.N. Bogoslovsky. Moscow: Stroyizdat, 1976. - 439 pp.
8. Hybrid ventilation system. - [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.aereco.ru/ventilyacii/sistemy-ventilyacii/gibridnaya-sistema-ventilyacii/>
9. Energy saving opportunities in systems with controlled natural ventilation. - [Electronic resource]. - Access mode: <https://stroi-avf.ru/info/articles/vozmozhnosti-energoberezeniya-v-sistemakh-s-reguliruemoy-estestvennoy-ventilyatsiy/>
10. Malakhov M.A. Design experience of natural-mechanical ventilation in residential buildings with warm attics (in Russian) // AVOK. - 2008. - № 6.
11. Shilkin N. V., Shonina N. A., Miller Yu. N. Estimation of operating time of regulated ventilation in residential buildings // AVOK. - 2018. - № 3. - pp. 28.

## HYBRID VENTILATION SYSTEM: ENERGY-EFFICIENT USE IN NEW BUILDINGS AND RENOVATIONS

Pozhitkov O.L., Raiser J.S., Lapshakova I.V.

FGBOU VO «Ufa State Petroleum Technological University»,  
Mendeleev Str., 195, 450080 Ufa, Russian Federation  
E-mail: ufa2016\_2@mail.ru

**Abstract:** The article presents the experience of using hybrid ventilation systems and considers the reconstruction of old systems in residential buildings to hybrid ones. The purpose of this study is to identify the cost-effectiveness in terms of energy efficiency in the modernization of natural exhaust ventilation systems. Studies and operating experience have shown that such a step is not always reasonable and energy efficient in buildings of typical projects of the 70's - 90's. However, modern technologies and materials have made it possible to put such solutions in the design for the sake of reducing energy consumption. Also, such systems are designed to save valuable living space without arranging separately mechanical and natural ventilation.

**Subject of study:** Functionality of hybrid ventilation system when equipping old typical houses with it and installing it in new ones, energy efficiency of this measure.

**Methods and materials:** The study was based on the research of the Moscow Research and Design Institute of Typology and Experimental Design (MRDITED) and works of I.I. Borovitsky on reconstruction of existing residential buildings, as well as expert articles in the field of ventilation design.

**Results:** To create hybrid ventilation in residential buildings, fans are installed that operate only when there is insufficient draft. They can be installed in warm attics, providing air movement in all connected ducts. Another way to save energy and maintain air exchange is to install a combined supply and exhaust system with a heating radiator, which is not yet so common in Russia.

**Conclusions:** In older buildings, the installation of the system requires time to recoup the cost of its installation, in new projects, this technology can be applied, as it will help reduce the cost of heating residents and provide the normalized parameters of the microclimate in both warm and cold seasons.

**Key words:** hybrid ventilation system, exhaust ventilation, energy saving, reconstruction, rational use of resources.



УДК 624.072.33

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ШЕСТИГРАННОГО СЕЧЕНИЯ

Перминов Д.А.

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
Институт «Академия строительства и архитектуры»  
295493 Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
E-mail: dmitriy714@mail.ru;

**Аннотация:** В статье рассматриваются узлы из гнутых профилей шестигранного сечения. Выполнен анализ распределения напряжений в элементах узла для двух конструктивных решений. Рассмотрен характер разрушения узлов.

**Предмет исследования:** Т-образные узлы, в которых сечение ригеля было значительно меньшим, чем сечение стойки. Было рассмотрено два типа узлов. Первый тип: с примыканием ригеля к сквозной (без выреза) стойке через специальную пластинку. Второй тип: с непосредственным примыканием ригеля к сквозной стойке и усилением узла двумя подкосами.

**Материалы и методы:** Расчет напряженно-деформированного состояния моделей узлов рамного каркаса выполнен с помощью ПК «ЛИРА-САПР», теоретической основой которой является метод конечных элементов, реализованный в форме перемещений.

**Результаты:** По результатам расчета в упругой стадии были получены данные о распределении продольных напряжений в наиболее напряженных сечениях элементов узла.

**Выводы:** Результаты исследования рамных узлов показали, разрушение узлов происходило или из-за образования трещин, или из-за потери местной устойчивости пластинками узлов. Разрушение всех узлов происходило после образования пластических зон, т.е. в упругопластической стадии работы узла. Также исследования узлов позволили оценить эффективность усиления узлов различными конструктивными элементами или их сочетаниями.

**Ключевые слова:** рамные узлы, замкнутый гнутый профиль шестигранного сечения, напряжения.

### ВВЕДЕНИЕ

Непрерывно расширяющееся применение металла в строительных конструкциях связано с внедрением в практику строительства новых конструктивных форм и профилей металла. Рамные конструкции, достаточно широко использующиеся в качестве стальных каркасов зданий и сооружений, традиционно имели в основном двутавровое сечение. В последние годы в практику строительства во всё большей степени внедряются рамные конструкции, выполненные из стержней коробчатого сечения. Намечившаяся тенденция к использованию в таких конструкциях, замкнутых гнутосварных профилей объясняется их преимуществами не только перед традиционными горячекатаными, но и перед цилиндрическими трубчатыми профилями.

Основными преимуществами применения конструкций из замкнутых гнутых профилей, являются следующие: более рациональное распределение металла по сечению, связанное с характерным для замкнутых гнутых профилей наибольшим коэффициентом рациональности формы сечения и наименьшей удельной толщиной стенки; возможность более рационального, чем в открытых профилях, использования высокопрочных сталей; повышенная стойкость против коррозии; возможность встраивать конструкции из замкнутых гнутых профилей в качестве элементов современного интерьера благодаря их привлекательному внешнему виду; возможность изготовления профилей нетрадиционной конфигурации; по сравнению с цилиндрическими трубами прямоугольные замкнутые гнутые профили проще в обработке и при

компоновке узлов конструкций, их жесткость на кручение выше.

Вместе с тем, работа узлов стержневых конструкций из замкнутых гнутых профилей, особенно рамных узлов, изучена недостаточно.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Сквозные строительные конструкции, стержни которых выполнены из замкнутых гнутых профилей, принципиально ничем не отличаются от традиционных конструкций из горячекатаных профилей. Однако у них есть ряд особенностей, вытекающих из их геометрических характеристик и связанных прежде всего с их тонкостенностью.

Необходимость изучения действительной работы таких узлов привела к тому, что выполнено значительное количество исследований по изучению узлов из замкнутых гнутых профилей, в том числе работы И.В. Левитанского и др., Г.И. Кекса, Э.Ф. Гарфа, В.И. Новикова, В.А. Балдина и Н.М. Шейнфельда, Богданди, К. Силаши.

Все эти работы посвящены узлам, в которых стержни работают на центральную нагрузку (растяжение или сжатие).

Работа Шейнфельда является одной из первых, в которой описываются узлы в фермах, созданных ЦНИИСКом, ЦНИИпромзданий, ЦНИИПСК и Укрпроектстальконструкцией.

В работе И. В. Левитанского и др. приведены результаты испытания узлов стропильной раскосной фермы, выполненных из замкнутых прямоугольных гнутых профилей с примыканием к поясу сжатого и растянутого раскосов К-образных узлам. Исследовались узлы с непосредственным

примыканием раскосов к поясу и узлы с различными видами усиления, выполненными таким образом, чтобы передать нагрузку от раскосов на большую часть периметра сечения пояса в узле. Применение этих усиленных увеличило несущую способность узлов в среднем на 15%

В работах Гарфа и Новикова приводятся результаты исследования узлов ферм с примыканием одного, двух и более элементов решетки к поясу. Выявлены два основных вида разрушения узла:

- 1) местное деформирование вертикальных стенок пояса;
- 2) разрушение раскоса по зоне примыкания к поясу.

Определены также основные факторы, влияющие на несущую способность узла:

- 1) полуразность в ширине пояса и раскосов;
- 2) толщина стенки пояса;
- 3) угол наклона раскоса к поясу;
- 4) размер продольных стенок раскоса.

На основании проведенных экспериментов были получены графики и эмпирические зависимости для расчета узлов такого типа.

В работе Г.И. Кекса приведены данные о испытании узлов с примыканием одного и двух элементов. Полученные данные в основном подтверждают результаты И.В. Левитанского и Э.Ф. Гарфа.

В работе К. Силаши также исследовались рамы с примыканием одного и двух элементов к поясу и получены аналогичные результаты.

В работе Богданди приводятся примеры различных узлов из замкнутых профилей, которые могут быть применены не только в фермах, но и в рамных конструкциях. Некоторые из этих узлов представляют несомненный интерес. Так, например, показан узел, пояс которого представляет собой замкнутый прямоугольный профиль, а раскосы – круглые полые профили.

Кроме описанных выше исследований интерес представляют исследования, проведенные западногерманской фирмой «Маннесман».

Исследовались узлы ферм, в которых усилия направлены по осям стержней, и рамные узлы, работающие на поперечный изгиб.

В работе Мехротра приведены рекомендации по конструированию Г-образных узлов с соединением ригеля и стойки со скосом их под углом  $45^{\circ}$  («на ус»), с применением подкосов из гнутого профиля, с применением диафрагмы, а также данные по испытанию Т-образных узлов с подкосами и без подкосов. Вводится понятие о коэффициенте прочности узла. Коэффициент прочности принимается равным отношению напряжения в растянутом раскосе (для решетчатых конструкций) при появлении текучести в узле к пределу текучести. Приводятся значения прочности для некоторых частных случаев.

Общие указания по конструированию узлов сводятся к следующему:

1) Для примыкающих профилей (диагонали, раскосы, ригели) следует выбирать наименьшую толщину стенки при большем периметре.

2) Для сквозных профилей (пояса, стойки) выгодна повышенная толщина стенки.

3) Угол примыкания должен быть не менее  $30^{\circ}$ .

4) Толщина стенок должна быть не менее 2.9 мм.

5) Отношение ширины примыкающего профиля к ширине стойки или пояса должно быть не менее 0.4.

Однако полученные в этой работе данные не являются достаточно проверенными и обоснованными.

Таким образом, в проведенных исследованиях узлов из гнутых профилей (за исключением выполненных фирмой «Маннесман») фактически не изучалась работа рамных узлов, а исследования, проведенные фирмой «Манесманн», относятся к очень ограниченному сортаменту профилей и носят чисто эмпирический характер.

Исследования коробчатых сечений посвящен ряд работ, в том числе работы Р.Де Бёра, К. Клёппеля и др., Э. Рейсснера, Дж. Хаджи-Арджириса и Г.Л. Кокса, Дж. Хорсвилла, С.А. Ильясевича.

В работах Р.Де Бёра, К.Клёппеля, Э. Рейсснера, Дж. Хорсвилла приводятся результаты исследований коробчатых металлических стержней, причем особое внимание обращено на неравномерность распределения напряжений по периметру сечения. Неравномерность распределения нормальных напряжений в горизонтальных гранях полого коробчатого сечения вызывается так называемым «запоздалым сдвигом». Сущность этого явления сводится к тому, что боковые пластинки коробчатого сечения препятствуют сдвигу других пластинок стержня, а это ведет к накоплению напряжений на участках сечения, примыкающих к боковым пластинкам.

Математическое описание этого явления дано Э. Рейсснером, который, исходя из предпосылки о параболическом распределении продольных напряжений в горизонтальных гранях сечения коробчатой балки, предложил дифференциальное уравнение, связывающее прогибы точек горизонтальных пластинок с изгибающими моментами и геометрическими характеристиками. Исходя из этого дифференциального уравнения, автор получил значения напряжений для некоторых частных случаев (балка, защемленная по краям, консоль с линейным изменением нагрузки). Решения представлены в виде суммы двух слагаемых: первое слагаемое представляет собой решение элементарной теории сопротивления материала, второе слагаемое – поправка, учитывающая влияние «запоздалого сдвига».

В работе Г. Л. Кокса решается аналогичная задача, но другим методом (в рядах), и решение не доводится до практического результата.

В работах Р. Д. Бёра и К. Клёппеля предлагается заменить фактическую площадь поперечного сечения с параболическим распределением напряжений эквивалентной площадью с прямолинейным распределением напряжений максимальной величины.

В работе Р. Д. Бёра эта задача решается для коробчатой балки на двух опорах, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой.

В работе К. Клёппеля рассматривается сжато-изогнутая балка на двух опорах. Здесь параболическое распределение напряжений наблюдается по всем четырем сторонам коробчатого сечения. В этой работе размер эквивалентного участка находится путем решения системы уравнений, связывающих линейные размеры сечения и напряжения.

В работе Ильясевича приводится методика расчета одно- и многосекционных коробчатых сечений на изгиб и кручение применительно к расчету коробчатых металлических мостов. Описываются также результаты экспериментального исследования тонкостенной коробчатой конструкции. Большой интерес представляют эпюры нормальных напряжений в верхнем листе профиля, максимальные значения которых соответствуют местам установки вертикальных ребер.

Стержни с полигональным замкнутым поперечным сечением имеют пока незначительное применение: в качестве осветительных мачт. В качестве элементов рамных конструкций такие стержни не использовались. В то же время, конструкции из стержней полигонального сечения несомненно заслуживают внимания, т.к. соединяют в себе качества конструкций с прямоугольным и круглым полым поперечным сечением.

Как видно из приведенного выше обзора работ, неравномерность распределения напряжений исследовалась многими авторами.

При исследовании работы замкнутого гнутого профиля, представляющего собой частный случай коробчатого сечения, важным является учет свойств криволинейных элементов гнутых профилей (ребер и гофров).

Особенностями гнутых профилей является наличие зон упрочнения в местах, где металл подвергался холодному гнанию, а также одинаковая толщина металла холодногогнутого профилей по всему периметру сечения.

Исходя из выше сказанного, целью исследований является изучение напряженного состояния рамных узлов, выполненных из замкнутых гнутых профилей прямоугольного сечения.

Задачами исследования являются: исследование работы на поперечный изгиб рамных узлов, выполненных из замкнутых гнутых профилей; уточнить характер концентрации напряжений в узлах различной конструктивной формы; определить характер распространения зон пластичности в элементах узла; выявить прочностные свойства узлов в зависимости от их конструктивных особенностей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Теоретическое исследование распределения напряжений в зонах узловых соединений классическими методами теории упругости весьма затруднительно. Это вызвано разнообразием конструкций узлов, особенностями внешнего нагружения, а также крайне сложным взаимодействием элементов узла. В связи с этим, расчет напряженно-деформированного состояния модели узла рамного каркаса выполнен методом конечных элементов (МКЭ). Теоретической основой ПК «ЛИРА» является МКЭ, реализованный в форме перемещений. Выбор именно этой формы объясняется простотой ее алгоритмизации и физической интерпретации, наличием единых методов построения матриц жесткости и векторов нагрузок для различных типов конечных элементов, возможностью учета произвольных граничных условий и сложной геометрии рассчитываемой конструкции.

Таким образом, для проведения исследования были созданы численные модели узлов (рис. 1, 2).

Узлы выполнялись при каждом типе поперечного сечения в нескольких вариантах конструктивного решения: Т-образные узлы, в которых сечение ригеля было значительно меньшим, чем сечение стойки:

- с примыканием ригеля к сквозной (без выреза) стойке через специальную пластинку;
- с непосредственным примыканием ригеля к сквозной стойке и усилением узла двумя подкосами.

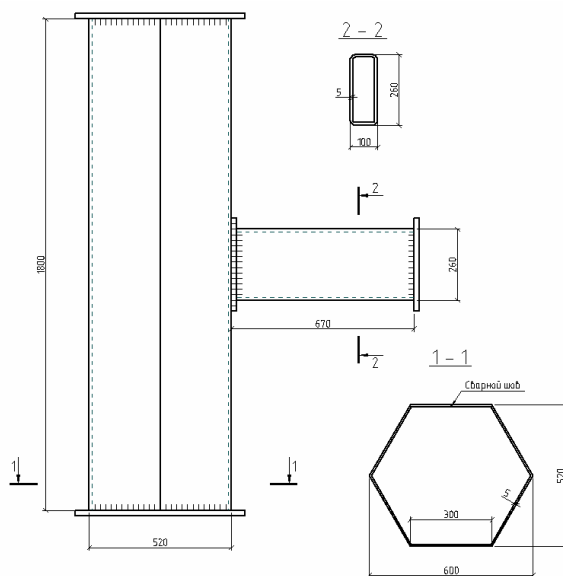
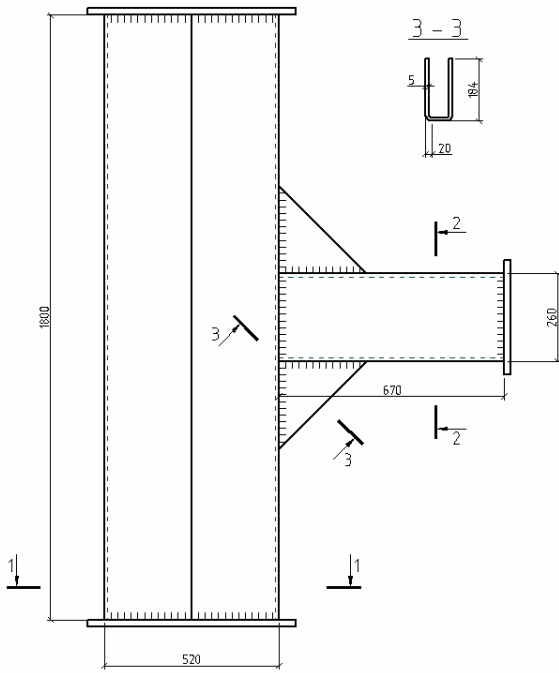
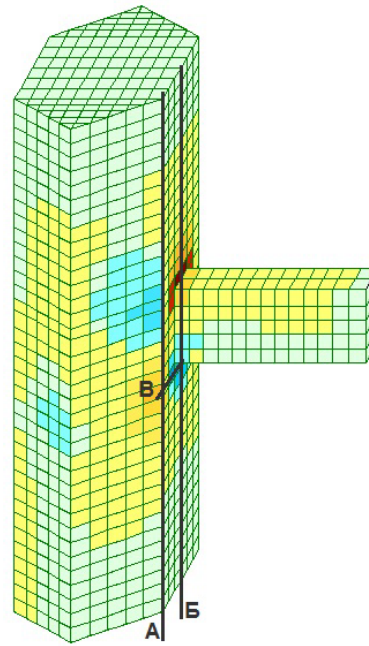


Рис. 1. Узел №1  
Fig. 1. Knot No1



**Рис. 2.** Узел №2  
**Fig. 2.** Knot No2



**Рис. 3.** Мозаика распределение главных напряжений в узле №1  
**Fig. 3.** Mosaic of distribution of main stresses in node No1

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Анализ данных проведенных испытаний показал, что элементы узлов не теряют устойчивости в упругой стадии. Последовательность развития напряженного состояния наблюдалась такая: сначала рост концентрации напряжений в отдельных точках, затем появление пластических деформаций, после этого потеря местной устойчивости или образование трещин в местах концентрации напряжений.

В связи с этим основной проблемой при обеспечении несущей способности узла является не защита его элементов от потери устойчивости (т.к. это уже вторичное явление), а создание таких условий работы, при которых напряжения в узле не достигнут значений предела текучести.

Ниже приводятся данные о распределении продольных напряжений в наиболее напряженных сечениях узла (рис. 3 :- 10). При этом следует учитывать, что на рисунках, показывающих распределение напряжений в испытанных узлах, приведены напряжений, вычисленные для упругой стадии работы металла.

В узле №1 (рис. 3) пластические деформации начались при нагрузке 30 кН. Эпюры при нагрузке 50 кН и 70 кН были показаны для наглядности и для сравнения с узлом усиленным подкосами. Распределение напряжений имеет следующий характер: сначала возникают две полуволны синусоиды, затем одна полуволна, с эпюрой одного знака, знаки эпюр разные – на ребрах и по оси стойки. Пики локализуются по вертикали на расстоянии  $28 \div 37$  см от ригеля.

По периметру стойки воздействие ригеля локализуется на двух соседних пластинках.

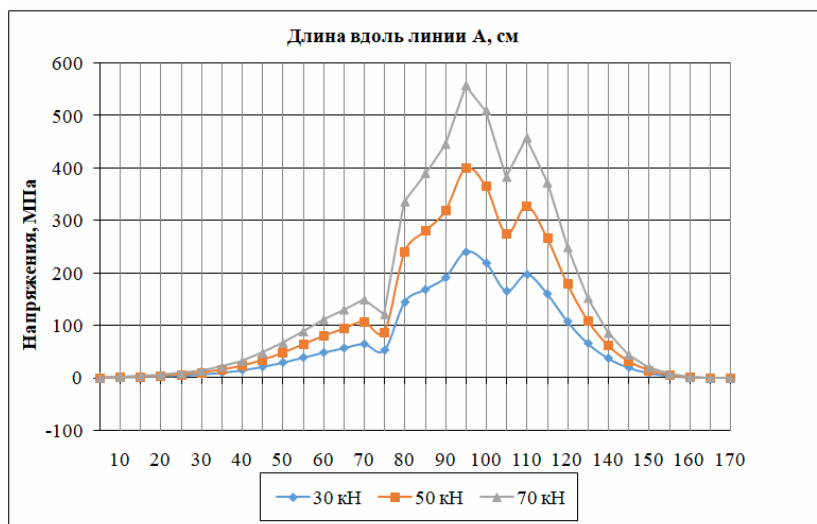


Рис. 4. Эпюра распределения напряжений в узле №1 вдоль линии А  
 Fig. 4. Stress distribution diagram  $\sigma_x$  in node No1 along line A

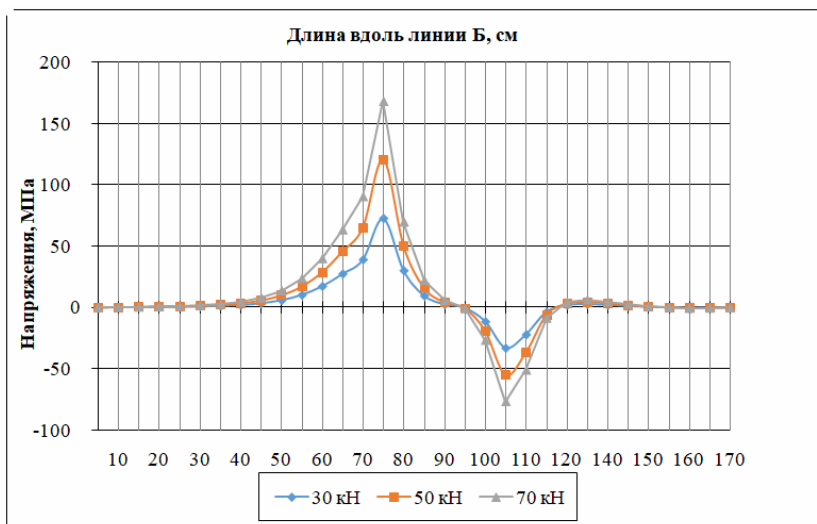


Рис. 5 - Эпюра распределения напряжений в узле №1 вдоль линии Б  
 Fig. 5. Stress distribution diagram  $\sigma_x$  in node No1 along line B

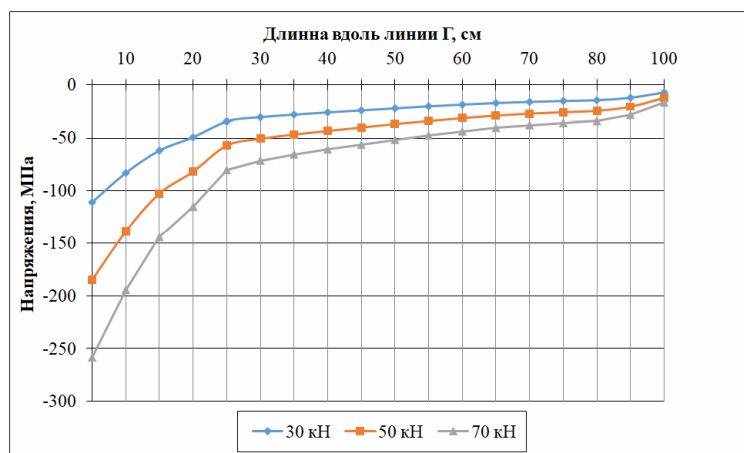


Рис. 6 - Эпюра распределения напряжений в узле №1 вдоль линии В  
 Fig. 6. Stress distribution diagram in node No1 along line B

В узле №2 (рис. 7) распределение напряжений аналогично ранним стадиям узла 1. Локализация по периметру такая же, как и у узла 1, а по вертикали на расстоянии 20÷25 см от края подкоса.

Приведенные выше данные пиков напряжений и их локализации кратко показаны в таблице 1.

Из таблицы 1 видно следующее:

- У Т-образных узлов шестигранного сечения ригель воздействует на пластинку, к которой он примыкает, и на две соседние пластинки.

Воздействие на остальную часть сечения незначительно.

- У Т-образных узлов с подкосами пики напряжений расположены у верхнего края верхнего подкоса и у нижнего края нижнего подкоса.

- Величина пиков у Т-образных узлов без подкосов больше, чем у соответствующих узлов с подкосами.

- Величина пиков у Т-образных узлов без подкосов больше, чем у соответствующих с подкосами.

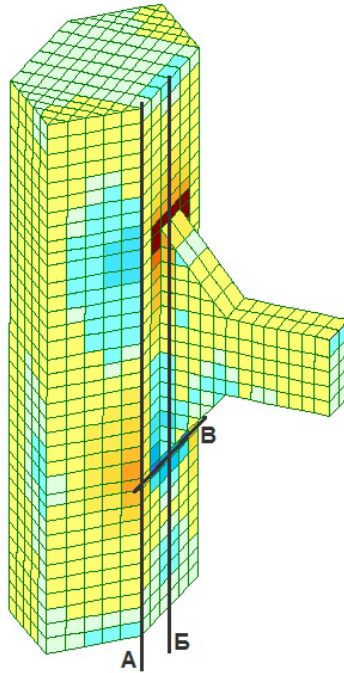


Рис. 7. Мозаика распределение главных напряжений в узле №2  
Fig. 7. Mosaic of distribution of main stresses in node No2

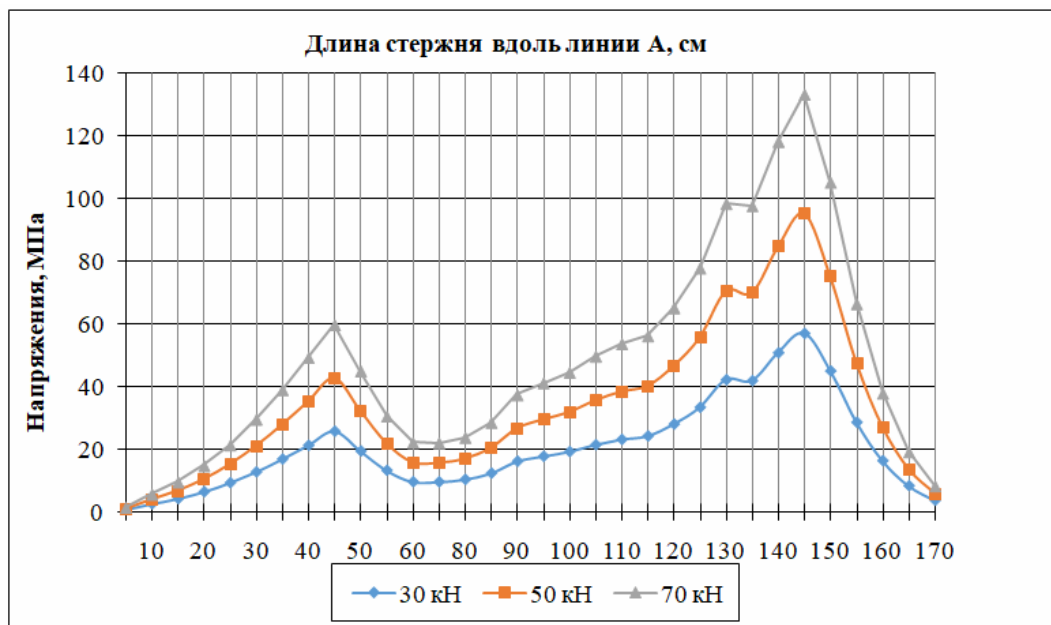


Рис. 8. Эпюра распределения напряжений в узле №2 вдоль линии А  
Fig. 8. Stress distribution diagram in node No2 along line A

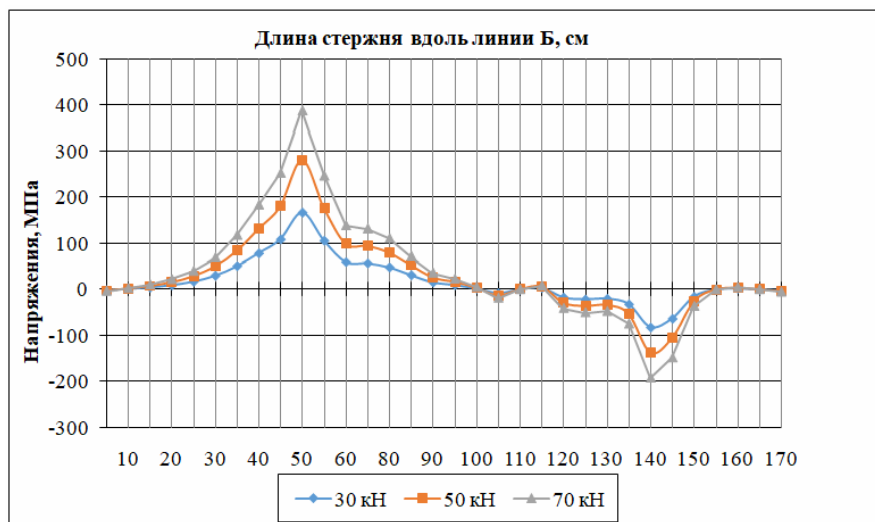


Рис. 9. Эпюра распределения напряжений в узле №2 вдоль линии Б  
 Fig. 9. Stress distribution diagram in node No2 along line B

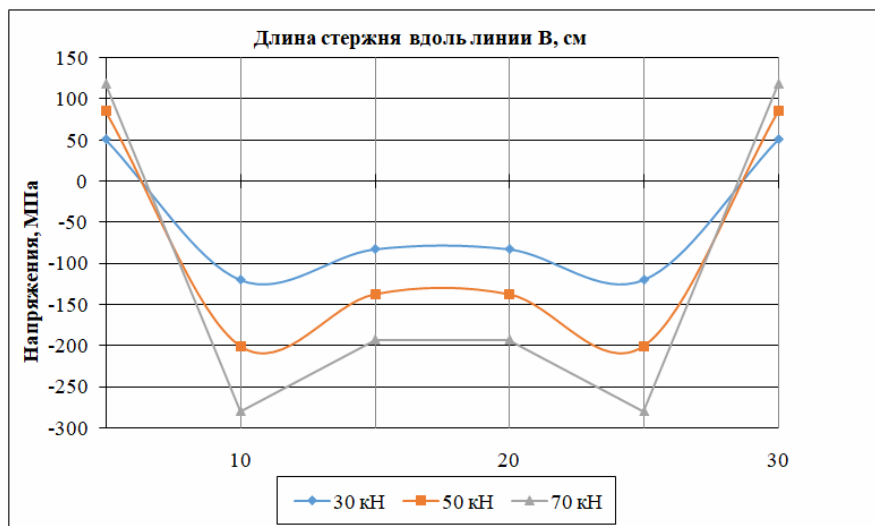


Рис. 10. Эпюра распределения напряжений в узле №2 вдоль линии Б  
 Fig. 10. Stress distribution diagram in node No2 along line B

Таблица 1. Сводная таблица расположения пиков продольных нормальных напряжений в узлах  
 Table 1. Summary table of the location of the peaks of longitudinal normal stresses in the nodes

№ Узла	Место расположения пика напряжений	Локализация пика напряжений по периметру сечения элемента узла	Локализация пика напряжений вдоль по пластинке	Примечание
Узел №1	На уровне верха и низа ригеля	На двух соседних пластинках	28-37 см от ригеля (общая длина 82-100 см)	
Узел №2	У верхнего края верхнего подкоса и у нижнего края нижнего подкоса	На двух соседних пластинках	20-25 см от краев подкосов (общая длина 120-130 см)	

## ВЫВОДЫ

T-образные узлы с двумя подкосами имеют существенно меньшие деформации, а после снятия нагрузки ригели в значительной степени возвращаются к исходному положению. Это свидетельствует о большей жесткости T-образных узлов с подкосами по сравнению с узлами без подкосов. Жесткость T-образных узлов с подкосами в 4-5 раз выше, чем у узлов без подкосов.

При сравнении T-образных узлов с подкосами и без них видно, что в узлах с подкосами нарастание величины зоны пластичности происходит медленнее, чем в узлах без подкосов. Объясняется это распределением нагрузки на большую площадь пластинки стойки узла с подкосами.

Рассмотрение характера разрушения рамных узлов дает возможность сделать следующие выводы:

1) Разрушение узлов происходило или из-за образования трещин, или из-за потери местной устойчивости пластинками узлов. Разрушение всех узлов происходило после образование пластических зон, т.е. в упругопластической стадии работы узла.

2) В узлах №1, 2 образовались трещины в местах наибольшей концентрации растягивающих напряжений. В T-образных узлах трещины образовались после того, как пластинка стойки получила большие пластические деформации.

Исследования узлов позволили оценить эффективность усиления узлов различными конструктивными элементами или их сочетаниями.

С точки зрения теоретических методов расчета можно оценить для каждого типа конструктивного решения стыка, какие силовые факторы изменяются при каждом усилении узла.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ажермачев Г.А., Перминов Д.А. Конструктивное решение рамного узла, обеспечивающее снижение влияния концентраторов напряжений // Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Symferopol-Lublin : 2009. Tom 11A. С. 94–100.
2. Ажермачев Г.А., Остриков Г.М. Экспериментальное исследование узловых соединений рамных каркасов // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1972. № 9. С. 2–6.
3. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. К.: Факт, 2005. 344 с.
4. Лира 9.4. Примеры расчета и проектирования: Учебное пособие / Боговис В.Е., Гензерский Ю.В., Гераймович Ю.Д., Куценко А.Н. Киев: Факт, 2008. 280 с.
5. Лихтарников Я.М. Исследование узлов рамного типа из гнутых профилей // Промышленное строительство. 1971. № 10. С. 32–34.
6. FEMA-352. Recommended Postearthquake Evaluation and Repair Criteria for Welded Steel Moment-Frame Buildings / Federal Emergency Management Agency, SAC Joint Venture. June 2000.

7. Choi Jaehyung, S. C. Goel, B. Stojadinovic. Development of Free Flange Moment Connection // Technical Report UMCEE 00-15, Dep. of Civil and Environmental Eng. The University of Michigan, 2000.

8. Молев И.В., Святошенко А.Е. Создание расчетной модели рамного узла и обоснование принятых упрощений // Технические науки : сб. тр. аспирантов и магистрантов. Н. Новгород, 2005. С. 40–43.

9. Гузенков В.Н., Журбенко П.А. Компьютерное моделирование как основа геометрической подготовки в техническом университете // Строительство и техногенная безопасность. Симферополь, 2016. Вып. 4. С.64–65.

10. Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Стальные сооружения / ред. В.В. Кузнецов. М.: изд. АСВ, 1999. 528 с.

11. Килимник Л.Ш., Лаврентьева Л.Э. Работа узлов стальных каркасов зданий при статических и циклических нагрузках // Промышленное строительство. 1970. № 9. С. 28–32.

12. Перминов Д.А. Исследование напряженного состояния узлов из гнутых профилей замкнутого сечения // Строительство и техногенная безопасность. Симферополь, 2017. Вып. 7. С.47–54.

## REFERENCES

1. Agermachev G.A., Perminov D.A. Structural solution of the frame node, providing a reduction in the influence of stress concentrators // Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Symferopol-Lublin : 2009. Tom 11A. pp. 94–100.
2. Agermachev G.A., Ostrikov G.M. Experimental study of nodal joints of frame frames // News universities. Construction and architecture. 1972. No 9. pp. 2–6.
3. Gorodetsky A.S., Evzerov I.D. Komputernie modeli konstrukcij [Computer models of structures]. K.: Fakt, 2005. 344 p.
4. LIRA 9.4. Primery rascheta i proektirovania: Uchebnoe posobie [Examples of calculation and design: Tutorial] / Bogovis V.E., Genzerskiy U.V., Geraimovich U.D., Kucenko A.N. Kiev: Fakt, 2008. 280 p.
5. Lihtarnikov I.M. Investigation of frame-type units from bent profiles // Industrial engineering. 1971. No 10. pp. 32–34.
6. FEMA-352. Recommended Postearthquake Evaluation and Repair Criteria for Welded Steel Moment-Frame Buildings / Federal Emergency Management Agency, SAC Joint Venture. – June 2000.
7. Choi Jaehyung, S. C. Goel, B. Stojadinovic. Development of Free Flange Moment Connection // Technical Report UMCEE 00-15, Dep. of Civil and Environmental Eng. The University of Michigan, 2000.
8. Molev I.V., Sviatoshenko I.V. Creation of a calculation model of a frame node and justification of the accepted simplifications // Technical sciences: a collection of works of graduate students and undergraduates. N. Novgograd, 2005. pp. 40–43.
9. Guzenkov V.N., Gurbenko P.A. Computer modeling as the basis of geometric-graphic training at a

technical university // **Construction and industrial safety**. Simferopol, 2016. Vol. 4. pp.64–65.

10. Metalicheskie konstrukcii [Metal structures]. In 3 volumes. Vol. 3. Steel structures / ed. V.V. Kuznetsov. M.: ed. ASV, 1999. 528 p.

11. Kilimnik L.S., Lavrentieva L.E. Operation of steel frame node of buildings under static and cyclic loads // *Industrial engineering*. 1970. No 9. pp. 28–32.

12. Perminov D.A. Investigation of the stress state of nodes from bent profiles of a closed section // **Construction and industrial safety**. Simferopol, 2017. Vol. 7. pp.47–54.

## RESEARCH OF STRESS-STRAIN STATE OF NODES OF HEXAGONAL SECTION

Perminov D.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute "Academy of Construction and Architecture"  
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya street, 181,  
E-mail: dmitriy714@mail.ru;

**Abstract:** The article presents elements made from bent profiles of hexagonal cross-section. An analysis of the stress distribution in the node elements for two-design solutions was performed. The nature of the destruction of nodes is considered.

**Subject:** T-shaped nodes, in which the cross-section of the crossbar was significantly smaller than the cross-section of the rack. Two types of nodes were considered. The first type: with the crossbar attached to a through (without cutout) rack through a special plate. Second type: with a direct connection of the crossbar to the through post and reinforcement of the unit with two struts.

**Materials and methods:** The calculation of the stress-strain state of the models of the frame nodes was performed using the LIRA-CAD software package, the theoretical basis of which is the finite element method, implemented in the form of displacements.

**Results:** Based on the results of the calculation in the elastic stage, data were obtained on the distribution of longitudinal stresses in the most stressed sections of the assembly elements.

**Conclusions:** The results of the study of frame nodes showed that the destruction of the nodes occurred either due to the formation of cracks, or due to the loss of local stability by the plates of the nodes. The destruction of all nodes occurred after the formation of plastic zones, i.e. in the elastoplastic stage of the node operation. Also, the studies of nodes made it possible to evaluate the effectiveness of strengthening the nodes with various structural elements or their combinations.

**Key words:** frame nodes, closed bent profile with hexagonal section, stresses.



УДК 693.621:692.2:691.55

## ОБОСНОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ УЛУЧШЕННОЙ И ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ШТУКАТУРКИ СТЕН И ПЕРЕГОРОДОК

Шаленный<sup>1</sup> В.Т., Таджиев<sup>2</sup> А.Ш., Халилов<sup>3</sup> А.Э.

Крымский Федеральный университет им. В.И. Вернадского, институт «Академия строительства и архитектуры»  
295943, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,  
e-mail: <sup>1</sup>v\_shalennyj@mail.ru, <sup>2</sup>tadzhiev2009@mail.ru, <sup>3</sup>si.al.mz@yandex.ru

**Аннотация.** В работе обосновывается целесообразность ресурсосберегающего развития технологии устройства улучшенной и высококачественной штукатурки стен и перегородок. Показана эволюция совершенствования технологической оснастки для устройства марок и маяков из раствора и погонажных материалов с последовавшими позже предложениями использовать инвентарные металлические рамки для тех же целей. Эти рамки, после выверки их положения, фиксируются на стене и служат направляющими для рейки-правила, выравнивающей свежесушенную штукатурную смесь в уровень полученных таким образом направляющих. Описывается конструкция и принцип работы разработанного и запатентованного в РФ устройства, а также подбор материалов и особенности осуществленного авторами процесса изготовления, предложенного технологического оснащения штукатурных работ. Опыт производства разработанного технологического оснащения может быть полезным другим изготовителям, а полученное оборудование позволяет приступить к производственным экспериментам на выбранном строительном объекте. Дальнейшие эксперименты позволят оценить работоспособность и надёжность, а также необходимость доработки конструкции для последующей оценки эффективности внедрения разработанной технологии в строительную практику.

**Предмет исследования:** технологическое оснащение улучшенной и высококачественной штукатурки стен и перегородок, обеспечивающее сокращение сроков и трудоемкости этих работ, конструктивно-технологические особенности изготовления и использования экспериментального образца инновационной разработки.

**Материалы и методы:** анализ состояния вопроса с обоснованием, разработкой, патентованием и детализацией сущности предложенной технологической оснастки, описание особенностей и последовательности изготовления ее экспериментального образца, формирование плана производственных испытаний инновационной разработки.

**Результаты:** обосновано предложенная и запатентованная конструкция технологического оснащения улучшенной и высококачественной штукатурки в виде алюминиевых рамок из спаренных уголков выбранного поперечного сечения. Описан технологический процесс изготовления опытного образца разработанной оснастки, а также его преимущества и перспективы дальнейшего использования в производственных экспериментах на строительной площадке и обработке полученных данных.

**Выводы:** Обосновано предложено новое технологическое оснащение для производства улучшенной и высококачественной штукатурки стен и перегородок в виде рамки из алюминиевых уголков, временно закрепляемых на оштукатуриваемой поверхности с возможностью регулирования и фиксации расстояния до нее. Подобраны сечения указанных уголков и изготовлен в натуральную величину экспериментальный образец для производственных испытаний разработанной инновационной технологии штукатурных работ. Представленные технологические особенности изготовления разработанного и описанного технологического оснащения могут быть полезными при его массовом производстве для внедрения в строительную практику.

**Ключевые слова:** трудозатраты, улучшенная и высококачественная штукатурка, технологическое оснащение, штукатурная рамка, крепление на стене.

### ВВЕДЕНИЕ

По итогам 2022 года объем строительного макро сектора достиг 12,9 трлн. руб. Учитывая, что величина ВВП России за данный период составила 153,5 трлн. руб., получается, что на строительство пришлось 8,4% экономики страны. Однако нужно учитывать, что косвенный вклад строительного макросектора в ВВП ещё больше. Он выступает очень значимым потребителем трудовых ресурсов (в строительстве задействованы по разным оценкам от 5 до 7 млн. человек) [1]. Но уровень производительности труда в среднем по промышленности в РФ составляет 26% от уровня США, а в жилищном строительстве – 28%. Такие страны как Германия, Швеция, Норвегия, Финляндия по производительности труда в строительном комплексе опережают Россию в 2–3

раза [2]. В Китае с 2011 года строят по миллиарду квадратных метров жилья в год. Объемы строительства в Китае с 1970 года выросли в финансовом выражении более чем в 200 раз [3]. По производительности труда России удалось обогнать только Венгрию, одну из постсоциалистических стран Европы [4].

И, хотя все отделочные работы в РФ в среднем составляют всего лишь 1% стоимости возводимых объектов [5], но «... при строительстве жилых, общественных и промышленных зданий одними из наиболее трудоемких считаются штукатурные работы, производимые вручную, — на их производство приходится до 35% трудозатрат на весь отделочный цикл и до 10% общей сметной стоимости возведения объекта» [6]. В связи с чем, дальнейшее совершенствование технологии производства штукатурных работ путём их интенсификации, снижения трудоёмкости и

стоимости остаётся актуальной научно-прикладной задачей строительной отрасли, что и составляет основное содержание нашей научно-прикладной работы.

### **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА, ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Решением обозначенной задачи сокращения трудозатрат, сроков и стоимости штукатурных работ занимались и продолжают заниматься многие исследовательские коллективы и производственники-энтузиасты. Лидирующие позиции в этом направлении следует признать за специалистами НИУ МГСУ под руководством профессоров Олейника П.П. и Лapidуса А.А. [5, 7 - 9], а также СПбГАСУ под руководством профессора Верстова В.В. [6, 11 - 13]. Комплекс работ по совершенствованию системы дистанционного контроля качества, в том числе, и криволинейных поверхностей оштукатуренных строительных конструкций, выполнены в Донском ГТУ [14 - 18]. Вопросами внедрения технологии сухих и традиционных «мокрых» штукатурок, приготовленных из сухих строительных смесей, уже давно и плодотворно занимаются специалисты ДонНАСиА под руководством профессора Кожемяки С.В. [19, 20]. Ими доказаны возможность и целесообразность уменьшения общей толщины слоев улучшенной и высококачественной штукатурки поверхностей стен с соответствующей экономией материалов и трудозатрат.

Согласно п. 7.2.10 ныне действующего СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия», улучшенную и высококачественную штукатурку рекомендуется выполнять по предварительно устроенным маякам и маякам, которая осуществляется после предварительной подготовки с провешиванием поверхностей стен. Эти крайне необходимые подготовительные работы следует отнести к относительно трудоемким и существенно удлиняющими общий технологический процесс «мокрой» штукатурки. Ведь приступить к устройству слоя обрызга можно только после твердения гипсового раствора марок и маяков, а после набора необходимой прочности нижними слоями штукатурки, в большинстве случаев, такие марки и маяки подлежат ликвидации с последующей заделкой образовавшихся выемок.

Большая трудоемкость работ по производству штукатурных покрытий предопределила целесообразность разработки технологий их устройства механизированными способами, в том числе, и в предварительно образованную полость, как предложено специалистами Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета [10, 12].

Кроме упомянутых работ, существенно большую их часть составляют публикации российских специалистов, изучающих совместную работу штукатурных составов и других элементов

многослойных стеновых конструкций. Например, в статье [21] доказывается, что «целенаправленной модификацией штукатурной смеси можно улучшить ее параметры и обеспечить совместность работы системы «газобетонная кладка – штукатурное покрытие». Это, в свою очередь, обеспечит повышение долговечности стеновой конструкции».

Авторы обращают внимание на паропроницаемость оштукатуренной стеновой конструкции из газобетонных блоков [22-24], приводят классификацию составов для производства штукатурных работ [25]. Причем не только с точки зрения обеспечения хорошего микроклимата в помещениях, но и точки зрения долговечности последующей эксплуатации созданной [26] или санированной [27] стеновой конструкции. В качестве заполнителей здесь предлагаются перлит или пеностекло с воздухововлекающими добавками. Используя инновационную теплоизоляционную штукатурную смесь «УМКА.ру» из пеностекла при утеплении, за один технический процесс клиент получает эффективную тепло-, гидро-, звукоизоляцию, защиту от огня и высокую экономию на отоплении зимой и кондиционировании помещения летом [28].

Применительно к наружному утеплению стен штукатурными составами из пеностекла, подобную технологию, рассмотрено и в наших работах, защищенных патентом РФ на полезную модель №187378U1 и обобщено в [29]. Но, прежде всего, из-за сложности технологического оснащения, безусловно прогрессивные предложения упомянутых и других авторов в обозначенном направлении до сих пор не получили должного производственного распространения.

Продолжаются работы и по расширению использования штукатурных маячков, предварительно изготовленных преимущественно из перфорированной оцинкованной стали в Китае. Но их затем приходится обязательно удалять, иначе на поверхности стен со временем проявляется практически не устранимая ржавчина. Чтобы исключить этот недостаток, позже предложены профили из пластмассы, навсегда остающиеся в теле штукатурного покрытия стен в качестве его дополнительного армирования [30, 31]. Разработаны и апробированы также устройства, позволяющие упростить процесс демонтажа оцинкованных профилей в требуемый момент набора прочности штукатурным гипсовым раствором. Анализ таких конструкций устройств фиксации оцинкованных профилей с нашими аналогичными разработками, отражены в восьмом разделе опубликованной нами монографии [32].

Классической же остается технология предварительного устройства штукатурных марок и маяков непосредственно на стене преимущественно из быстротвердеющего гипсового раствора. Для чего применяют специальное технологическое оснащение, например, шаблон, описанный в изобретении по авторскому свидетельству СССР

№90138 А1 [33]. Он представляет собой рамку из основной доски и двух боковых досок, расположенных под прямым углом к основной. В основной доске шаблона имеется прорезь, непосредственно служащая для образования твердеющим раствором штукатурного маяка. Чтобы регулировать его толщину, на торцах рамки и вдоль одной ее стороны установлены подвижные упоры, фиксируемые в нужном положении винтовыми барашками.

Изобретенное более семидесяти лет тому назад, описанное устройство, в основном из массива древесины, на сегодня стало громоздким и дорогим, совсем не отвечающем современному уровню развития материаловедения и машиностроения. Но принципиальные решения по регулированию и фиксации положения рамки относительно стены могут быть реализованы и в будущем, но уже с использованием современных материалов и комплектовующих изделий.

Отмечаем также, что подобные разработки обнаружены нами и в публикациях зарубежных специалистов. Например, в видеоролике норвежских изобретателей [34] рекламируется организация штукатурных работ с установкой вдоль стены стоек-направляющих из телескопически выполненных труб, распираемых винтовыми домкратными приспособлениями в пол и потолок (Рис.1). Установка и регулирование положения упомянутых стоек выполняется при помощи лазерных приборов с учетом обнаруженных выпуклостей и впадин на поверхности стены, заданной минимальной толщины штукатурного слоя и сечения рейки-правила оригинальной формы. Так как стойки-направляющие для рейки-правила раскреплены только в пол и потолок, то они должны воспринимать существенный изгибающий момент в комбинации со сжимающим усилием домкратов. Это требует внушительных размеров и собственного веса такого технологического оснащения штукатурных работ.

И, наконец, недавно предложено технологическое оснащение штукатурных работ в виде стальной рамы из уголков по патенту на изобретение RU №2748831 С1 [35]. Оно представляет собой прямоугольную рамную конструкцию из металлических вертикально и горизонтально расположенных уголков, выполненную с возможностью присоединения к аналогичным соседним рамкам с помощью соединительных элементов на винтах. Широкие полки вертикальных уголков, располагаемые перпендикулярно оштукатуриваемой поверхности, являются ребрами жесткости рамки, а ее узкие полки – направляющими для перемещения деревянной или металлической рейки-правила. Такая рейка служит традиционным ручным инструментом для выравнивания и снятия излишков штукатурного раствора «за под лицо» с упомянутыми направляющими рамки. В

изобретении оговорены сечения и способ изготовления вертикальных и горизонтальных уголков рамки: вертикальные сварены из металлических полос шириной 40 мм и 20 мм толщиной 3 мм, а горизонтальные выполнены из прокатных равнополочных уголков 20 x 20 мм такой же толщиной.

Выполненная из стали, предложенная рамка для оштукатуривания плоских поверхностей имеет существенный собственный вес (по нашему расчету, для представленных размеров, это не менее чем 8,5 кг). Несмотря на такой большой вес, по отдельности, каждая рамка будет недостаточно жесткой для восприятия технологически необходимых горизонтально и вертикально направленных усилий, неизбежно воздействующих как на штукатурный раствор, так и на вертикальные профили рамки при его выравнивании. Кроме того, в конструкции рамы не предусмотрено элементов, обеспечивающих возможность простой регулировки и точной фиксации своего положения на поверхности стены, подлежащей оштукатуриванию. В описании изобретения устройства – первоначально выбранного прототипа указывается, что этот процесс предполагается осуществлять «путем подбивания выступающих частей рамки киянкой, а вогнутости выдвигая монтировкой» с предварительной фиксацией к стене, полу и потолку «заранее заготовленными клиньями». Такое крепление рамки непосредственно к стене, по утверждению автора и патентообладателя, предопределяет минимизацию толщины слоя наносимого штукатурного раствора, толщина которого может быть около 3 мм, т.е., минимально соответствовать толщине полок вертикальных направляющих из полосовой стали.

Регулировать же толщину указанного штукатурного слоя в сторону его увеличения или уменьшения, конструкция прототипа не позволяет. Следовательно, в совокупности показанных недостатков, конструкция устройства оштукатуривания поверхностей требует дальнейшего совершенствования.

В основу нашего ранее выполненного совершенствования устройства оштукатуривания поверхностей поставлена техническая задача повышения его технологичности путем снижения собственного веса с одновременным повышением жесткости и обеспечением возможности ее точной и надежной фиксации на поверхности стены после предварительной выверки. Для чего усовершенствованная рамка выполнена не из стали, а из алюминиевых профилей, короткие горизонтальные из которых – равнополочные уголки, а длинные вертикальные – таврового сечения. Что позволило организовать в них отверстия, в которых размещены резьбовые соединения с анкерными устройствами на концах (Рис.2).



**Рис.1.** Монтаж телескопических стоек-направляющих (а) и разравнивание раствора рейкой-правилом с упором в полученные таким образом маяки (б) по норвежской технологии оштукатуривания  
**Fig.1.** Installation of telescopic guide rails (a) and leveling of the mortar with a rule with an emphasis on the beacons obtained in this way (b) according to Norwegian plastering technology

При помощи этих устройств, штукатурная рамка фиксируется на стене с возможностью предварительной регулировки своего положения [36].

Выставив таким образом несколько штукатурных рамок вдоль всего помещения с чередованием пропусков на величину, не превышающую длину рейки-правила, приступают к ручному или механизированному нанесению подстилающих слоев штукатурки с их разравниванием указанной рейкой или шпателем. После частичного твердения штукатурного раствора рамки снимают и приступают к нанесению штукатурки в пропущенных картах. Организация процесса аналогична известной технологии бетонирования бетонных полов по деревянным рейкам-направляющим при помощи виброрейки.

Предложенное технологическое оснащение было впервые дистанционно представлено на II Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные методы организации строительного производства» в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете 17–18 ноября 2022 года [37]. Выполненный магистром Русланом Диденко макет и анализ полученной конструкции позволили приступить к ее дальнейшему совершенствованию и изготовлению опытного образца, описание которого и составляет основное содержание данной работы.

**Цель** статьи – дальнейшее совершенствование технологической оснастки для производства штукатурных работ путем создания и апробации инвентарной рамки, заменяющей традиционные марки и маяки с прогнозируемыми сокращениями сроков и себестоимости улучшенной и высококачественной штукатурки стен и перегородок.

**Задачи:**

- Анализ отечественного и зарубежного опыта производства штукатурных работ повышенного качества с обоснованием целесообразности, цели, задач и возможных направлений дальнейшего развития выбранной технологии;
- Разработка и патентование конструкции технологической оснастки для облегчения подготовительно-разметочных работ и нанесения подстилающего и выравнивающих слоев штукатурки стен и перегородок, предполагающей исключение выявленных недостатков и приближение ее к практике строительства и реконструкции;
- Описание разработанной конструкции оснастки и процесса изготовления опытного образца для последующих производственных экспериментов на выбранном строительном объекте.



**Рис.2.** Общий вид макета предложенной конструкции рамки для оштукатуривания плоских стен с анкерными устройствами ее установки и регулировки положения на стене

**Fig.2.** General view of the layout of the proposed frame design for plastering flat walls with anchor devices for its installation and adjustment of position on the wall

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В самом близком к выравниваемой поверхности (стене) положении рамы, показанном на Рис.2, между ней и стеной останется зазор, минимум, на высоту нижней регулировочной гайки. А поэтому, минимально возможный подстилающий и выравнивающий слой штукатурного раствора составит суммарную толщину упомянутой гайки и внутренней полки таврового сечения (не меньше 8 мм). Таким образом, минимально полученная толщина штукатурного подстилающего слоя (намета) будет predetermined не только и не столько строительно-технологическими требованиями к производству штукатурных работ, а, прежде всего, конструктивными особенностями представленной рамки-прототипа.

Поэтому в основу дальнейшего строительно-технологического совершенствования рамной конструкции для выравнивания плоских поверхностей при оштукатуривании поставлена задача уменьшения возможной толщины подстилающего и выравнивающего слоя таким образом, чтобы на нее практически не оказывало негативное влияние конструктивные особенности усовершенствованного устройства. Поставленная задача решается тем, что в рамной конструкции для выравнивания плоских поверхностей при оштукатуривании, содержащей алюминиевые горизонтально смонтированные уголки и вертикально расположенные тавровые профили с анкерными устройствами и винтовыми элементами регулировки расстояния до выравниваемой поверхности, где внутренние полки тавровых профилей служат направляющими для перемещения рейки-правила, а через отверстия во внешних полках проходят анкерные устройства с гайками

закрепления и регулирования расстояния до выравниваемой поверхности, новым предлагается форма поперечного сечения вертикального профиля. Он образован из двух скрепленных между собой уголков. Эти уголки - разного по размерам поперечного сечения, больший из которых расположен внутри рамки, а на меньшем наружном образованы отверстия для винтовых элементов анкерных устройств регулировки и фиксации расстояния до выравниваемой поверхности. Конструктивно, разница в размерах поперечных сечений внутреннего и наружного уголков вертикальной направляющей штукатурной рамки обеспечивает возможность расположить нижнюю регулировочную гайку в пространстве рамки так, чтобы она не выступала за плоскость поверхности, подлежащей оштукатуриванию [38].

Далее теоретически обоснованное и запатентованное конструктивное решение было запроектировано в доступных авторам сечениях и размерах равнополочных уголков из прочного алюминия. Подходящими мы предварительно выбрали уголки сечением 25 x 25 x 2 мм для продольных направляющих рамы в сочетании с уголками 20 x 20 x 2 мм. Эти же уголки использовались и для поперечных соединительных элементов будущей прямоугольной рамы. Ее высота составляет 2,5 м, ширина в первоначальном экспериментальном варианте – 1,25 м. Изготовление предложенной технологической оснастки имело ниже следующие особенности.

Отмеренные и отрезанные по длине в 2500 мм уголки большего и меньшего сечений попарно фиксировались в тисках для сверления отверстий под заклепки, как показано на Рис.3а. Причем сверление отверстий и установку заклепок в эксперименте намеренно производили с разным шагом (300 или 350 мм) для разных стоек, начиная с их середины.

После сплочения пары уголков в единую несущую конструкцию на ее краях углошлифовальной машиной обрезали верхние полки до плоскости другой перпендикулярной полки уголка меньшего поперечного сечения, как показано на том же Рис.3в.

Полученные таким образом заготовки вертикальной и горизонтальной частей рамы зажимали в тисках для соосного сверления отверстий под шпильки будущих анкерных креплений к стене, как показано на Рис.4а. Там же показаны и уже готовые к производственным экспериментам вертикальные стойки-направляющие для оштукатуривания стен.

## ВЫВОДЫ

- Обосновано предложено новое технологическое оснащение для производства улучшенной и высококачественной штукатурки стен и перегородок в виде рамки из алюминиевых уголков, временно закрепляемых на оштукатуриваемой поверхности с возможностью регулирования и фиксации расстояния до нее.

- Подобраны сечения указанных уголков и изготовлен в натуральную величину экспериментальный образец для производственных испытаний разработанной инновационной технологии штукатурных работ.

- Представленные технологические особенности изготовления разработанного и описанного технологического оснащения могут быть полезными при его возможном массовом производстве для внедрения в строительную практику.



**Рис. 3.** Изготовление стойки рамы из алюминиевых уголков: а) – фиксация в тисках, сверление отверстий и установка заклепки; б) и в) – собранная на заклепках вертикальная часть рамы

**Fig. 3.** Production of the frame rack from aluminum corners: a) – fixing in a vise, drilling holes and installing rivets; b) and c) – the vertical part of the frame assembled on rivets



**Рис. 4.** Сверление отверстий под анкеры крепления к стене с регулировкой положения элементов штукатурной рамы на ней: а) – по углам рамы); б) – промежуточных; в) – общий вид готовых вертикальных стоек перед монтажом на стене  
**Fig. 4.** Drilling holes for anchors to the wall with adjustment of the position of the elements of the plaster frame on it: a) – at the corners of the frame); б) – intermediate; в) – a general view of the finished vertical racks before mounting on the wall

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Факторы устойчивости: итоги работы строительной отрасли России за 2022 год //режим доступа: <https://runews24.ru/articles/21/04/2023/a5f000d2b43782ff24cda39189e87ab8> Дата обращения: 30.06.2023.
2. Вахмистров, А.И. Индустриальное домостроение. – СПб.: Славутич, 2019. – 260с.
3. Байбурин, А. Х. Использование цифровых технологий в магистерских программах / А. Х. Байбурин, Н. В. Кочарин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет, Архитектурно-строительный институт, Кафедра Строительное производство и теория сооружений. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 152с.
4. Андреева, Е. А. Анализ динамики производительности труда в строительной отрасли России / Е. А. Андреева // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 4(63). – С. 243-250. – DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-4-243-250. – EDN YNZGKM.
5. Олейник, П. П. Основные тенденции развития организации строительного производства /П. П. Олейник // Строительное производство. – 2022. – №2. – С.21-25. – DOI 10.54950/26585340\_2022\_2\_21.
6. Верстов, В.В. Исследование процесса устройства монолитного штукатурного покрытия стен при отделке помещений гипсовыми смесями /В.В. Верстов, Д.Д. Тишкин //Вестник гражданских инженеров. – 2010, №2(23), С.109-114.
7. Олейник, П. П. Строительный контроль как стратегия повышения качества зданий и сооружений /П. П. Олейник, А. Д. Улитина // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 4. – С. 22-27. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.04.22-27.
8. Олейник, П. П. Научно-технический прогресс в строительном производстве: Монография / П. П. Олейник. – М.: Изд-тво АСВ, 2019. – 442с.
9. Лapidус, А. А. Применение риск-ориентированного подхода при выполнении функций строительного контроля технического заказчика / А. А. Лapidус, А. Н. Макаров // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17. – № 2. – С. 232-241. – DOI 10.22227/1997-0935.2022.2.232-241
10. Тишкин, Д.Д. Анализ экспериментальных данных и результатов апробации механизированной технологии оштукатуривания стен помещений //Вестник гражданских инженеров. – 2011, №1(26), С.91-97.
11. Тишкин, Д.Д. Барболин, К.И. К вопросу о повышении долговечности штукатурных фасадов зданий //Вестник гражданских инженеров. – 2017, №6(65), С.135-139.
12. Тишкин, Д. Д. Перспективы развития комплексно механизированной технологии отделочных работ с применением формообразующих систем / Д. Д. Тишкин // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 4(51). – С.108-111.
13. Хайкович, Д.М. Технология нанесения растворных смесей при производстве штукатурных работ механизированным способом: дис. ...к.т.н.: 05.23.08 /Хайкович Дмитрий Михайлович /Санкт-Петербург, 2005. – 204с.
14. Несветаев, Г. В. Рецензия на цикл статей, посвященных совершенствованию технологии штукатурных работ и сопутствующего контроля качества / Г. В. Несветаев // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2014. – № 3(9). – С. 59.
15. Жолобова, О. А. Предложения по совершенствованию производственного контроля качества наружных стен и покрытий современных зданий / О. А. Жолобова, Н. А. Иванникова // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 6. – С. 24-27.
16. Жолобова, О.А. Производственный контроль качества каменных стен и других ограждающих конструкций зданий по фотографическим изображениям //Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 234—240.
17. Иванникова, Н. А. Повышение атмосферостойкости штукатурного покрытия наружных кирпичных стен отапливаемых зданий / Н. А. Иванникова, А. Л. Жолобов // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 202.
18. Иванникова, Н. А. Комплекс дистанционной проверки заданного профиля криволинейных поверхностей строительных конструкций / Н. А. Иванникова // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 6. – С. 20-23.
19. Кожемяка, С. В. Определение расхода сухих штукатурных смесей /С. В. Кожемяка, Д. А. Хохрякова //Современное промышленное и гражданское строительство. – 2010. – Т.6. – №1. – С.41-49.
20. Хохрякова, Д. А. Влияние качества поверхностей строительных конструкций на расход штукатурных смесей /Д. А. Хохрякова, А. Б. Косик, М. В. Анненкова // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2010. – №3(83). – С.37-42.
21. Теоретические предпосылки оптимизации рецептурно-технологических параметров штукатурных растворов для стен, выполненных из газобетонных блоков / В. А. Парута, А. А. Саевский, Ю. А. Семина [и др.] // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 8(34). – С. 30-36. – EDN PJWLGB.
22. Логанина, В. И. Исследование совместного влияния штукатурных покрытий и фасадных красок на влажностный режим в стенах из газобетона / В. И. Логанина, М. В. Фролов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2021. – № 3. – С. 19-26. – DOI 10.34031/2071-7318-2021-6-3-19-26. – EDN XMSIQF.
23. Vatin, Nikolai, Alexander S. Gorshkov, Darya Nemova, Olga Gamayunova, and Darya Tarasova. “Humidity Conditions of Homogeneous Wall from Gas-Concrete Blocks with Finishing Plaster Compounds.” Applied Mechanics and Materials. Trans Tech

Publications, Ltd., October 2014. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.670-671.349>.

24. Логанина, В. И. Оценка влияния отделочных покрытий на изменение влажностного режима газобетонной ограждающей конструкции / В. И. Логанина, М. В. Фролов, Ю. П. Скачков // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, № 11(122). – С. 1349-1356. – DOI 10.22227/1997-0935.2018.11.1349-1356. – EDN YQNVON.

25. Штукатурные покрытия как регулятор параметров микроклимата в помещении: обзор теоретических и экспериментальных исследований / В. В. Строкова, М. Н. Сивальнева, С. В. Неровная, Б. Б. Второв // Строительные материалы. – 2021. – № 7. – С. 32-72. – DOI 10.31659/0585-430X-2021-793-7-32-72. – EDN SYUFUJ.

26. Парута, В. А. Теоретические основы проектирования составов штукатурных растворов для автоклавного газобетона с учетом механики разрушения системы "кладка - покрытие" / В. А. Парута // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2014. – № 5. – С. 38-43. – EDN TFRFZX.

27. Григорьев, Д. С. Исследование влияния способов формирования порового пространства на свойства saniрующей штукатурки / Д. С. Григорьев // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 3(62). – С. 139-145. – DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-3-139-145. – EDN YYZHGN.

28. Беседин, И. А. Новые теплоизоляционные материалы. Теплоизоляционная штукатурка "УМКА.ру" / И. А. Беседин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011. – № 7(150). – С. 16-17. – EDN TGSAAL.

29. Шаленный, В.Т. Повышение конкурентоспособности утепления наружных стен пеностеклом путём развития их конструктивно-технологических решений / В.Т. Шаленный // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2019. – №3-4 (242-243). – С.33-36.

30. Пат. RU №206681 U1, Российская Федерация, МПК E04F 21/04 (2006.01) Штукатурный маяк / А. В. Беспалов. - №2020111113; заявл. 17.03.2020, опубл. 22.09.2021; Бюл. №27. - 5с.

31. Пат. RU №211996 U1, Российская Федерация, МПК E04F 21/02 (2006.01) Профиль маячковый для оштукатуривания поверхности / С. Е. Крейчи. - №2021113572; заявл. 12.05.2021, опубл. 01.07.2022; Бюл. №19. - 4с.

32. Шаленный, В.Т. Интенсификация и эргономика строительного производства: монография / В.Т. Шаленный. - Москва: РУСАЙНС, 2021, 340с.

33. А. с. СССР №90138 А1, Класс 32d32/01. Шаблон для устройства штукатурных маяков / И. П. Степанов. - №114920; заявл. 22.03.1950.

34. Новый способ штукатурки стен из Норвегии // [https://www.youtube.com/watch?v=rm7ERmae\\_po](https://www.youtube.com/watch?v=rm7ERmae_po) дата обращения 27.10.2022.

35. Пат. RU №2748831 C1, Российская Федерация, МПК E04F21/02(2006.01). Устройство оштукатуривания поверхностей / Б.К. Никитин. - №20201206.34; заявл. 16.06.2020, опубл. 31.05.2021; Бюл. №16. - 5с.

36. Патент на полезную модель № 210977 U1 Российская Федерация, МПК E04F 21/02. Устройство для оштукатуривания плоских поверхностей: № 2022103333; заявл. 09.02.2022; опубл. 16.05.2022 / В. Т. Шаленный, Р. А. Диденко, А. Э. Халилов, С. Ф. Акимов; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского".

37. Шаленный, В. Т. Инновационные предложения по технологическому оснащению «мокрой» штукатурки стен запроектированного качества / В. Т. Шаленный, А. Ш. Таджиев, А. Э. Халилов // Инновационные методы организации строительного производства: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 17–18 ноября 2022 года / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 13-17. – EDN ZXKAGU.

38. Патент на полезную модель № 218818 U1 Российская Федерация, МПК E04F 21/02. Рамная конструкция для выравнивания плоских поверхностей при оштукатуривании: № 2022130938; заявл. 28.11.2022; опубл. 14.06.2023 / В. Т. Шаленный, А. Э. Халилов, А. Ш. Таджиев; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского". – EDN YFXSVA.

## REFERENCES

1. Sustainability factors: the results of the construction industry in Russia for 2022 // access mode: <https://runews24.ru/articles/21/04/2023/a5f000d2b43782ff24cda39189e87ab8> Date of application: 30.06.2023.
2. Vakhmistrov, A.I. Industrial housing construction. – St. Petersburg: Slavutich, 2019. – 260s.
3. Bayburin, A. H. The use of digital technologies in Master's programs / A. H. Bayburin, N. V. Kocharin; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, South Ural State University, Institute of Architecture and Civil Engineering, Department of Construction Production and Theory of Structures. – Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2019. – 152s.
4. Andreeva, E. A. Analysis of labor productivity dynamics in the construction industry of Russia / E. A. Andreeva // Bulletin of Civil Engineers. – 2017. – № 4(63). – Pp. 243-250. – DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-4-243-250. – EDN YNZGKM.
5. Oleynik, P. P. The main trends in the development of the organization of construction production / P. P.

Oleynik // Construction production. – 2022. – No.2. – pp.21-25. – DOI 10.54950/26585340\_2022\_2\_21.

6. Verstov, V.V. Investigation of the process of installing monolithic plaster coating of walls when finishing rooms with gypsum mixtures / V.V. Verstov, D.D. Tishkin // Bulletin of Civil Engineers. – 2010, №2(23), Pp.109-114.

7. Oleinik, P. P. Construction control as a strategy for improving the quality of buildings and structures / P. P. Oleinik, A.D. Ulitina // Industrial and civil construction. – 2020. – No. 4. – pp. 22-27. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.04.22-27.

8. Oleynik, P. P. Scientific and technical progress in construction production: Monograph / P. P. Oleynik. – M.: Publishing House of the DIA, 2019. – 442s.

9. Lapidus, A. A. The use of a risk-oriented approach in performing the functions of construction control of a technical customer / A. A. Lapidus, A. N. Makarov // Bulletin of MGSU. – 2022. – Vol. 17. – No. 2. – pp. 232-241. – DOI 10.22227/1997-0935.2022.2.232-241

10. Tishkin, D.D. Analysis of experimental data and results of approbation of mechanized plastering technology of walls of premises // Bulletin of Civil Engineers. – 2011, №1(26), Pp.91-97.

11. Tishkin, D.D. Barbolin, K.I. On the issue of increasing the durability of plaster facades of buildings // Bulletin of Civil Engineers. – 2017, №6(65), P.135-139.

12. Tishkin, D. D. Prospects for the development of complex mechanized finishing technology with the use of forming systems / D. D. Tishkin // Bulletin of Civil Engineers. – 2015. – № 4(51). – Pp.108-111.

13. Khaykovich, D.M. Technology of applying mortar mixtures in the production of plastering by mechanized method: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.23.08 /Khaykovich Dmitry Mikhailovich/, - St. Petersburg, 2005. – 204s.

14. Nesvetaev, G. V. Review of a series of articles devoted to improving the technology of plastering and related quality control / G. V. Nesvetaev // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Sea. – 2014. – № 3(9). – P. 59.

15. Zholobova, O. A. Proposals for improving production quality control of exterior walls and coatings of modern buildings / O. A. Zholobova, N. A. Ivannikova // Industrial and civil construction. – 2014. – No. 6. – pp. 24-27.

16. Zholobova, O.A. Production quality control of stone walls and other enclosing structures buildings based on photographic images // Bulletin of MGSU. 2013. No. 11. C. 234-240.

17. Ivannikova, N. A. Increasing the weather resistance of the plaster coating of the exterior brick walls of heated buildings / N. A. Ivannikova, A. L. Zholobov // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – № 1(52). – P. 202.

18. Ivannikova, N. A. The complex of remote verification of a given profile of curved surfaces of building structures / N. A. Ivannikova // Industrial and civil construction. – 2014. – No. 6. – Pp. 20-23.

19. Kozhemyaka, S. V. Determination of the consumption of dry plaster mixtures / S. V. Kozhemyaka, D. A. Khokhryakova // Modern industrial and civil construction. – 2010. – Vol.6. – No. 1. – Pp.41-49.

20. Khokhryakova, D. A. The influence of the quality of the surfaces of building structures on the consumption of plaster mixtures / D. A. Khokhryakova, A. B. Kosik, M. V. Annenkova // Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. – 2010. – №3(83). – Pp. 37-42.

21. Theoretical prerequisites for optimizing the formulation and technological parameters of plaster solutions for walls made of aerated concrete blocks / V. A. Paruta, A. A. Saevsky, Yu. A. Semina [et al.] // Engineering and Construction Magazine. – 2012. – № 8(34). – Pp. 30-36. – EDN PJWLGB.

22. Loganina, V. I. Investigation of the joint effect of plaster coatings and facade paints on the humidity regime in aerated concrete walls / V. I. Loganina, M. V. Frolov // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2021. – No. 3. – PP. 19-26. – DOI 10.34031/2071-7318-2021-6-3-19-26. – EDN XMSIQF.

23. Vatin, Nikolai, Alexander S. Gorshkov, Darya Nemova, Olga Gamayunova, and Darya Tarasova. "Humidity Conditions of Homogeneous Wall from Gas-Concrete Blocks with Finishing Plaster Compounds." Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications, Ltd., October 2014. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.670-671.349>. Humidity conditions of homogeneous wall from gas-concrete blocks with finishing plaster compounds / N. Vatin, A. Gorshkov, D. Nemova [et al.] // . – 2014. – Vol. 670-671. – P. 349-354. – DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.670-671.349. – EDN SWGPFN.

24. Loganina, V. I. Assessment of the influence of finishing coatings on the change in the humidity regime of aerated concrete enclosing structure / V. I. Loganina, M. V. Frolov, Yu. P. Skachkov // Bulletin of the MGSU. – 2018. – Vol. 13, No. 11(122). – pp. 1349-1356. – DOI 10.22227/1997-0935.2018.11.1349-1356. – EDN YQNVOH.

25. Plastering coatings as a regulator of indoor microclimate parameters: a review of theoretical and experimental studies / V. V. Strokova, M. N. Sivalneva, S. V. Nerovnaya, B. B. Vtorov // Building Materials. – 2021. – No. 7. – PP. 32-72. – DOI 10.31659/0585-430X-2021-793-7-32-72. – EDN SYYFUJ.

26. Paruta, V. A. Theoretical foundations of the design of plaster mortar compositions for autoclaved aerated concrete, taking into account the mechanics of destruction of the "masonry - coating" system / V. A. Paruta // Building materials, equipment, technologies of the XXI century. – 2014. – № 5. – Pp. 38-43. – EDN TFRFZX.

27. Grigoriev, D. S. Investigation of the influence of pore space formation methods on the properties of sanitizing plaster / D. S. Grigoriev // Bulletin of Civil Engineers. – 2017. – № 3(62). – Pp. 139-145. – DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-3-139-145. – EDN YYZHGN.

28. Besedin, I. A. New thermal insulation materials. Thermal insulation plaster " <url>" / I. A. Besedin // Building materials, equipment, technologies of the XXI century. – 2011. – № 7(150). – Pp. 16-17. – EDN TGSAAL..
29. Shalenny, V.T. Improving the competitiveness of insulation of external walls with foam glass by developing their structural and technological solutions / V.T. Shalenny // Construction materials, equipment, technologies of the XXI century. – 2019. – №3-4 (242-243). – P.33-36.
30. Pat. RU No.206681 U1, Russian Federation, IPC E04F 21/04 (2006.01) Plaster lighthouse /A.V. Bepalov. - No.2020111113; application No. 17.03.2020, publ. 22.09.2021; Bul. No.27. - 5s.
31. Pat. RU No.211996 U1, Russian Federation, IPC E04F 21/02 (2006.01) Beacon profile for plastering the surface /S. E. Krejci. - No.2021113572; application No. 12.05.2021, publ. 01.07.2022; Byul. No. 19. - 4s.
32. Shalenny, V.T. Intensification and ergonomics of construction production: monograph / V.T. Shalenny. - Moscow: RUSAINS, 2021, 340s.
33. S. USSR No. 90138 A1, Class 32d32/01. Template for the device of plaster lighthouses /I. P. Stepanov. - No.114920; application. 03/22/1950.
34. A new method of plastering walls from Norway //https://www.youtube.com/watch?v=rm7ERmae\_po date of application 27.10.2022.
35. Pat. RU No.2748831 C1, Russian Federation, IPC E04F21/02 (2006.01). Plastering device surfaces / B.K. Nikitin. - No. 20201206.34; application No. 16.06.2020, publ. 31.05.2021; Byul. No. 16. - 5s.
36. Utility model Patent No. 210977 U1 Russian Federation, IPC E04F 21/02. Device for plastering flat surfaces: No. 2022103333; application 09.02.2022; publ. 16.05.2022 / V. T. Shalenny, R. A. Didenko, A. E. Khalilov, S. F. Akimov; applicant Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".
37. Shalenny, V. T. Innovative proposals for technological equipment of "wet" plaster walls of projected quality / V. T. Shalenny, A. Sh. Tajiev, A. E. Khalilov // Innovative methods of organization of construction production: materials of the II All-Russian Scientific and Practical conference, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, November 17-18, 2022 / St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2023. - pp. 13-17. – EDN ZXXAGU.
38. Utility model Patent No. 218818 U1 Russian Federation, IPC E04F 21/02. Frame structure for leveling flat surfaces during plastering: No. 2022130938; application 28.11.2022; publ. 14.06.2023 /V. T. Shalenny, A. E. Khalilov, A. Sh. Tajiev; applicant Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University". – EDN YFXSVA.

## JUSTIFICATION, DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF AN EXPERIMENTAL SAMPLE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR IMPROVED AND HIGH-QUALITY PLASTER WALLS AND PARTITIONS

Shalenny V.T., Tajiev A.Sh., Khalilov A.E.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,  
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation

**Summary** The paper substantiates the expediency of resource-saving development of technology for the device of improved and high-quality plaster walls and partitions. The evolution of the improvement of technological equipment for the device of stamps and lighthouses from mortar and mouldings with subsequent proposals to use inventory metal frames for the same purposes is shown. These frames, after adjusting their position, are fixed on the wall and serve as guides for the rule rail that aligns the freshly laid plaster mixture to the level of the guides obtained in this way. The design and principle of operation of the device developed and patented in the Russian Federation, as well as the selection of materials and features of the manufacturing process carried out by the authors, the proposed technological equipment of plastering works are described. The experience of manufacturing the developed technological equipment can be useful to other manufacturers, and the resulting equipment allows you to start production experiments

**Subject of research:** technological equipment of improved and high-quality plaster of walls and partitions, which reduces the time and labor intensity of these works, structural and technological features of the manufacture and use of an experimental sample of innovative development.

**Materials and methods:** analysis of the state of the issue with justification, development, patenting and detailing of the essence of the proposed technological equipment, description of the features and sequence of manufacturing its experimental sample, formation of a production test plan for innovative development.

**Results:** the proposed and patented design of technological equipment of improved and high-quality plaster in the form of aluminum frames from paired corners of the selected cross-section is substantiated. The technological process of manufacturing a prototype of the developed equipment is described, as well as its advantages and prospects for its further use in production experiments on the construction site and processing of the data obtained.

**Conclusions:** The new technological equipment for the production of improved and high-quality plaster of walls and partitions in the form of a frame of aluminum corners temporarily fixed on the plastered surface with the possibility of adjusting and fixing the distance to it is justified. Sections of these corners were selected and an experimental sample was made in full size for production tests of the developed innovative plastering technology. The presented technological features of manufacturing the developed and described technological equipment can be useful in its mass production for implementation in construction practice.

**Keywords:** labor costs, improved and high-quality plaster, technological equipment, plaster frame, wall mounting.

## Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 620.91

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Кирюхин<sup>1</sup> Я.А., Макеев<sup>2</sup> А.Н.

Национальный исследовательский университет "МЭИ",  
 , 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, Россия  
 e-mail: ykiruhin@gmail.com; tggi@rambler.ru

**Аннотация.** Целью работы является исследование вопроса развития возобновляемой энергетики в современном мире. Многочисленные научные публикации, в том числе цитируемые в международных базах данных Web of Science и Scopus, свидетельствуют о том, что возобновляемая энергетика находится в фокусе внимания современной мировой и отечественной науки и энергетики. Однако, несмотря на достаточно длительный период развития данной отрасли, не все вопросы данной тематики достаточно хорошо освещены и систематизированы, что открывает большие возможности для дальнейших исследований в этом направлении.

**Предмет исследования:** предпосылки внедрения и текущее состояние объектов возобновляемой энергетики в Мире. Перспективы дальнейшего развития ВИЭ.

**Материалы и методы:** для решения поставленной задачи были проанализированы материалы отечественных и зарубежных научных статей, конференций касательно возобновляемых источников энергии.

**Результаты:** при достижении поставленной цели рассмотрены экологические вопросы возникновения глобального потепления в Мире и вариации объяснения данного процесса, отмечены существующие стратегии по предотвращению возникающих последствий, отмечены экономические стимулы для развития возобновляемой энергетики, рассмотрены действующие объекты возобновляемой энергетики на территории России.

**Выводы:** Полученные результаты могут быть использованы для выбора дальнейшей стратегии развития данной энергетической области в науке, промышленности и бизнесе.

**Ключевые слова:** глобальное потепление, изменение климата, вредные выбросы, возобновляемая энергетика, энергетическая стратегия.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из глобальных проблем являются климатические изменения. Различные международные исследования подтверждают, что на протяжении XX и XXI вв. происходит постоянное повышение глобальной температуры тропосферы Земли, причиной которого, в большей степени, является антропогенное воздействие, ведущее к изменению состава атмосферного воздуха. По данным Всемирной метеорологической организации, период 2015-2020 гг. был самым теплым десятилетием, а 2011-2020 гг. – самым теплым десятилетием за всю историю наблюдений. Современная средняя глобальная температура приземного воздуха составила примерно 14,9 °С, что на 1,2 °С выше, чем в доиндустриальную эпоху [3]. Такое изменение температуры Земли ведет к деградации криосферы, сокращению арктического снежного покрова и ее морского льда, что в свою очередь приводит к повышению уровня мирового океана.

Воздействие антропогенных факторов приводит к увеличению кислотности вод, увеличению их температуры, снижению содержания в них кислорода. Также это ведет к изменению мест обитания различных видов флоры и фауны, изменению доступности пропитания различных

животных, нарушению экосистемы коралловых рифов. В условиях указанных изменений учащаются пожары, случаются наводнения, оползни, а сопутствующие изменения качества воды и пищи сказываются на здоровье человека [4]. Одним из возможных путей решения данной проблемы может стать использование объектов возобновляемой энергетики в качестве генерирующих установок, которые характеризуется отсутствием вредных выбросов при их эксплуатации.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Для решения поставленной задачи были проанализированы материалы отечественных и зарубежных научных статей и конференций касательно тематики возобновляемой энергетики. Информация из русскоязычных статей была получена благодаря научным библиотекам eLIBRARY и КиберЛеника. Для доступа к научным публикациям, цитируемым в международных базах данных Web of Science и Scopus использована система управления библиографической информацией Mendeley. Написание самой научной публикации выполнено с применением библиографического менеджера Zotero.

## Материалы и методы исследований

Результаты научных исследований, представленные авторами указанных публикаций, систематизированы и использованы для получения собственных выводов и прогнозов по дальнейшему использованию объектов возобновляемой энергетики.

### Результаты и их анализ

Повышение температуры Земли также связано с усиливающимся явлением парникового эффекта, основанным на отепляющем действии рассеянных в атмосфере газов, причиной появления которых являются как естественные, так и антропогенные источники. К ним относятся: водяные пары, диоксид углерода, метан, закись азота, озон и т.п. Основное действие этих газов, и в первую очередь углекислого газа, заключается в удержании длинноволнового излучения, исходящего от Земли, и повышении за счет этого температуры в тропосфере.

При соблюдении баланса перечисленных газов парниковый эффект играет положительную роль, обеспечивая комфортные условия проживания. Но в связи с развитием промышленности и увеличения выбросов углекислого газа, тепловой баланс атмосферы нарушается. Например, при удвоении концентрации  $CO_2$  происходит изменение радиационного баланса Земли на 1,7%, но при этом средняя температура воздуха на Земле возрастает на 2,5 °С. Подобная интенсификация со стороны парникового эффекта нарушает естественный баланс водяных паров, так как рост температуры ведет к их более интенсивному испарению в атмосферу. Таким образом, парниковый эффект усиливается еще больше.

В процентном соотношении вклад в парниковый эффект углекислого газа, по сравнению с водяным паром и другими газами, относительно невелик. Но поскольку углекислый газ химически малоактивен и способен длительное время находиться в атмосфере, то считается, что его доля в возникающем потеплении Земли максимальна [5].

По поводу причин возникновения потепления климата существует множество и других точек зрения. Так в работе [6] дается критика одностороннего воздействия парниковых газов и говорится о факте потепления климата без научного описания причинно-следственной связи между различными природными факторами возникающей катастрофы. Кроме того, некоторыми учеными опровергается воздействие антропогенных факторов и их мнение склоняется к тому, что приоритетная роль в климатических изменениях на Земле принадлежит глубинным океаническим течениям, наиболее известным и мощным из которых является Эль-Ниньо [7].

Аномалия данного течения заключается в повышении на 5 – 9 °С температуры поверхности воды на востоке Тихого океана общей площадью

около 10 миллионов квадратных километров. Глубина такого слоя составляет 100-200 метров и сопровождается изменением направления ветра и осадков. Иногда же возникает противоположная фаза данного явления, которая проявляется реже – Ла-Нинья, характеризующаяся снижением температуры океана и более сильными пассатными ветрами вдоль экватора. Аномалия Эль-Ниньо может продолжаться от нескольких месяцев до полутора лет с интервалом от двух до десяти лет. Формирование данного явления определяется потоками солнечной энергии, воздушных масс, гидросферными потоками в океанах и изменениями в биосфере Земли. Согласно имеющимся научным исследованиям с 1950 года по 2009 год произошел рост интенсивности Эль-Ниньо, вызванный ростом приземной температуры и концентрацией углекислого газа в атмосфере [8].

Таким образом, глобальные климатические изменения целесообразно рассматривать как процесс, зависящий от многих факторов, определяемых не только деятельностью человечества, но и естественными природными явлениями, которые в совокупности способны накладываться друг на друга, вызывая более глобальные изменения или их компенсацию.

Также следует учитывать и двойственность самого явления изменения климата. Кажущаяся опасность потепления, несущая в себе социальные, экономические и технические трансформации, трактуется климатологами как эволюционный процесс, происходящий в весьма замедленном темпе, часто напоминающем климатические флуктуации – некоторое потепление, отмеченное в прошлом столетии, может смениться похолоданием примерно в тех же температурных пределах [7].

Тем не менее 12 декабря 2015 года в Париже, благодаря обширной деятельности французской дипломатии, представителями 195 стран мира был подписан международный климатический документ, преемник Киотского протокола, определяющий цели, задачи и стратегии международной климатической политики после 2020 года [9]. Это Парижское соглашение ставит перед собой цель не допустить к 2100 году повышения средней температуры более чем на 2 градуса в сравнении с доиндустриальной эпохой, а по возможности не превысить рост в 1,5 градуса, путем добровольного проведения мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов. Согласно утвержденной стратегии, начиная с 2021 года и через каждые 5 лет требуется существенно снижать и ограничивать вредные выбросы. В документе не прописан механизм строгого контроля за соблюдением этого условия, а также меры принуждения к его выполнению, но он дает право международным комиссиям проверять информацию, предоставляемую странами в качестве отчета по достижению данного показателя [10].

В достижении поставленной глобальной цели рост энергетики играет приоритетную роль.

Поскольку данный сектор является крупным источником выбросов углекислых газов, а также важнейшим звеном в развитии промышленности и стабильной жизни любой страны, то получение недорогой, надежной и экологически чистой энергии на этапе ее производства является основной задачей, которую необходимо решить человечеству в ближайшем будущем.

Важно отметить, что развитие такой чистой энергетики потребует больших капитальных вложений. В работе [1] сообщается, что для достижения нулевых выбросов парниковых газов к 2050 году потребуются суммарные инвестиции в размере около 275 триллионов долларов в течение ближайших 30 лет. Это означает рост текущих ежегодных вложений в сектор энергетики на 60 %. Однако, глобальные инвестиции в возобновляемые источники энергии на текущий момент остаются ниже рассматриваемого уровня, а борьба с COVID-19 еще больше увеличила эти потребности.

Тем не менее в 2021 году страны всего Мира суммарно выделили около 500 миллиардов долларов на проекты по декарбонизации. Более половины всех вложенных средств была потрачена на развитие возобновляемой энергетики, остальная часть на тепловые насосы, электромобили, различные водородные технологии и системы улавливания и захоронения диоксида углерода. Так в 2021 году были введены 257 Гигаватт мощностей от возобновляемых источников энергии во всем Мире. При этом 60 % от этого количества были получены в Азии, а лидером стал Китай (127 Гигаватт). Стоит также отметить, что около 84% всех инвестиций в зеленую энергетику в 2021 году были сделаны Китаем, Индией, Европой, Японией и США, в то же время ежегодные инвестиции части развивающихся стран в данный сектор очень малы и находятся в стагнации с момента подписания Парижского договора. Однако их роль в мировом и энергетическом будущем также очень велика, так как на эти страны за исключением Китая приходится две трети населения Земли [1].

В мировом сознании зеленая энергетика стала ключом к спасению жизни на Земле и символом борьбы с глобальным потеплением. Так после трагедии на Фукусиме в 2011 году правительство Германии решило остановить работу семи ядерных реакторов и покрыть нехватку энергии введением ВИЭ. Таким образом возобновляемая энергетика стала торговой маркой новой немецкой политики.

В дальнейшем еще большему распространению ВИЭ способствовали различные общественные движения, которые боролись за чистоту планеты. Таким образом, новые владельцы энергетических установок могли получать не только выгоду от льготных тарифов, но и заметно поднять свой авторитет в глазах общественности [2].

В настоящее время наше государство также продолжает выполнять Парижское соглашение. Согласно Энергетической стратегии Российской Федерации, взятые обязательства предполагают при стабильном социально-экономическом развитии,

последовательное сокращение к 2030 году выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 года. При этом должны учитываться их поглотители в виде лесов и других экосистем [11].

Россия обладает большими запасами природных ископаемых, что определяет относительно невысокие издержки на топливо по сравнению, например, с европейскими странами и позволяет держать лидирующие позиции в транспортировке этих ресурсов. Однако развитие новых технологий просто необходимо, так как модернизация, а также повышение эффективности существующих производств являются необходимыми условиями для снижения доли парниковых газов искусственного происхождения, а также обеспечения энергетической безопасности различных регионов.

Согласно данным Министерства энергетики РФ, на генерацию тепловой и электрической энергии приходится 33,6% всех антропогенных выбросов. Таким образом, развитие возобновляемых источников энергии играет важную роль при декарбонизации экономики. Интерес государства к развитию данного сектора энергетики постоянно растет и в настоящее время их необходимость актуализируется указом «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» принятым в 2021 году, где говорится о необходимости развития технологий получения энергии из альтернативных источников для достижения экономической и экологической безопасности страны [12].

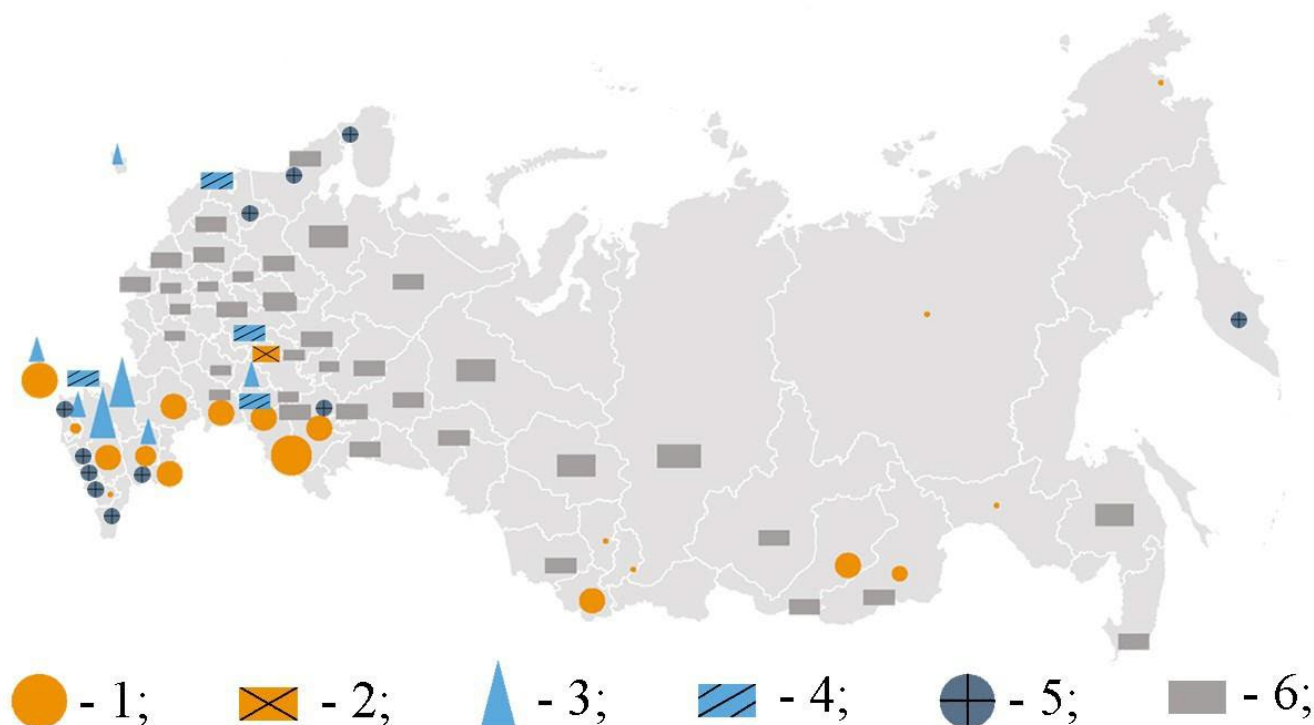
Следует также отметить, что в настоящее время в России есть удаленные группы потребителей, которые испытывают недостаток в электрической и тепловой энергии. Данное обстоятельство вызвано медленным экономическим развитием таких регионов, низкой плотностью населения, малой освоенностью территорий и сложностью доставки традиционных видов топлива. Электроснабжение таких малочисленных энергоузлов, сформированных сельскими населенными пунктами, возможно только с помощью децентрализованных энергосистем. К таким районам относятся Сибирь, Дальний Восток, Крайний Север России и интеграция возобновляемых источников энергии может значительно улучшить состояние их энергосистемы [13].

Согласно Энергетической Стратегии Российской Федерации от 9 июня 2020 года на период до 2035 года, одной из целей энергетической политики России будет являться снижение негативного влияния от топливно-энергетического комплекса и противодействие изменению климата путем перехода к зеленой энергетике. Ставятся задачи по повышению эффективности энергоснабжения удаленных и изолированных территорий с помощью возобновляемых источников энергии, совершенствованию стандартов и механизмов их развития, стимулированию спроса на

электрическую энергию, полученную такими источниками [14].

Российская Федерация, располагающая обширными климатическими ресурсами, обладает

огромным потенциалом по развитию данной отрасли, который существенно превышает потенциал европейских стран (Рисунок 1).



**Рис. 1.** Местоположение объектов ВИЭ в России на октябрь 2021 [15]: 1 – Солнечные электрические станции (Общая мощность > 1700 МВт в 20 субъектах РФ); 2 – Крупнейший в России завод по производству солнечных модулей «Хевел»; 3 – Ветряные электростанции (Общая мощность – 1500 МВт в 10 субъектах РФ); 4 – Крупнейшие центры производства оборудования для ветроэнергетики; 5 – Малые гидроэлектростанции (Общая мощность около 1000 МВт в 15 субъектах РФ); 6 – Крупнейшие производства биотопливных гранул и брикетов (Общая мощность более 3 млн тонн в год в 40 субъектах РФ)

**Fig. 1.** Location of renewable energy facilities in Russia as of October 2021 [15]: 1 – Solar power plants (Total capacity > 1700 MW in 20 subjects of the Russian Federation); 2 – Russia's largest plant for the production of solar modules "Hevel"; 3 – Wind power plants (Total capacity - 1500 MW in 10 subjects Russia); 4 – The largest centers of production of equipment for wind power; 5 – Small hydroelectric power plants (Total capacity of about 1000 MW in 15 subjects of the Russian Federation); 6 – The largest production of biofuel pellets and briquettes (Total capacity of more than 3 million tons per year in 40 subjects of the Russian Federation)

## ВЫВОДЫ

На основании рассмотренных выше информационных источников можно выделить следующие наиболее динамично развивающиеся отрасли возобновляемой энергетики: солнечная энергетика, ветроэнергетика, гидроэнергетика и геотермальная энергетика.

Солнечная энергетика основана на использовании солнечного излучения для получения тепловой и электрической энергии в различном виде, а также является основой для биоэнергетики. Данная отрасль в настоящее время отличается высокими темпами развития и широкой поддержкой со стороны различных государств [16]. Несмотря на внешние экономические сложности Россия также принимает непосредственное участие в развитии данного вида ВИЭ с наибольшими успехами в космической отрасли [17].

Ветроэнергетика использует кинетическую энергию воздушных масс и преобразует ее в электрическую энергию для дальнейшего использования потребителями. Такие установки не требуют большого количества времени для их монтажа и последующего технического обслуживания. По оценкам некоторых экспертов, в настоящее время в России существует угроза дальнейшему развитию данной отрасли, связанная с недостатком инвестиций и сложной макроэкономической ситуацией, требующая для решения более широкой государственной поддержки и локализации производства внутри страны [18].

В гидроэнергетике используется энергия водяного потока для ее преобразования в электрическую. Однако развитие данной отрасли ВИЭ сопряжено с рядом трудностей. Строительство ГЭС занимает годы, требует больших инвестиций и затрат на дальнейшую эксплуатацию объекта. Данные факторы замедляют внедрение подобных

источников по сравнению с другими источниками возобновляемой энергетики [19]. В этой сфере Россия также обладает высоким потенциалом развития, который составляет около 9% мирового.

Геотермальная энергетика использует тепловую энергию недр Земли для непосредственного использования для нужд ГВС и отопления или для генерации электроэнергии на специальных геотермальных электростанциях ГеоЭС. Перспективность развития данного направления в России также высока и открывает возможности конкуренции с традиционными тепловыми станциями. Так, например, себестоимость электроэнергии на Мунтовских ГеоЭС еще в 2010 году была ниже в 3,7 раз по сравнению с обычными ТЭС [20].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aydos M. [и др.]. Scaling Investment in Renewable Energy Generation to Achieve Sustainable Development Goals 7 (Affordable and Clean Energy) and 13 (Climate Action) and the Paris Agreement: Roadblocks and Drivers / M. Aydos, P. Toledano, M. Brauch, L. Mehranvar, T. G. Iliopoulos, [и др.], 2022.
2. Lederer M. The Promise of Prometheus and the Opening up of Pandora's Box: Anthropological Geopolitics of Renewable Energy // *Geopolitics*. 2020. (27). С. 1–25.
3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Климатический центр Росгидромета [Электронный ресурс]. URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2022/od3or.pdf> (дата обращения: 24.02.2022).
4. Фалеев М. И., Цыбиков Н. А., Сидорович Т. И. Глобальные климатические изменения - фактор активизации природных и антропогенных вызовов населению и окружающей среде // Технологии гражданской безопасности. 2022. №2 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnye-klimaticheskie-izmeneniya-faktor-aktivizatsii-prirodnih-i-antropogennyh-vyzovov-naseleniyu-i-okruzhayushey-srede> (дата обращения: 28.03.2023).
5. Романов Э. В., Лелецкий А. В., Лабунин К. А. Парниковый эффект: причины, последствия, способы оптимизации // Достижения науки и образования. 2019. №8-1 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/parnikovyy-effekt-prichiny-posledstviya-sposoby-optimizatsii> (дата обращения: 24.02.2023).
6. Стерлигов В. В., Дробышев В. К. Оценка теплофизических параметров парникового эффекта // Вестник СибГИУ. 2022. №2 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-teploffizicheskikh-parametrov-parnikovogo-effekta> (дата обращения: 24.02.2023).
7. Бондаренко Л. В., Маслова О. В., Белкина А. В., Сухарева К. В. Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2018. №2 (98). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnoe-izmenenie-klimata-i-ego-posledstviya> (дата обращения: 24.02.2023).
8. Алексеев В. И. Вейвлет-анализ динамики изменений явления Эль-Ниньо - Ла-Нинья и его прогнозирование // Вестник ЮГУ. 2018. №3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/veyvlet-analiz-dinamiki-izmeneniy-yavleniya-el-nino-la-ninya-i-ego-prognozirovanie> (дата обращения: 28.03.2023).
9. Парижское соглашение | Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 05.08.2023).
10. Ковалев Ю. Ю. Пять лет Парижскому соглашению: прошлое, настоящее и будущее глобального климатического договора // История и современное мировоззрение. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pyat-let-parizhskomu-soglasheniyu-proshloe-nastoyashee-i-budushee-globalnogo-klimaticheskogo-dogovora> (дата обращения: 24.02.2023).
11. Определяемый на национальном уровне вклад Российской Федерации в рамках реализации Парижского соглашения от 12 декабря 2015 года. С. 16. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC\\_RF\\_ru.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC_RF_ru.pdf) (дата обращение: 30.03.2023).
12. Фатерина А. А. Способы обеспечения экономической и энергетической безопасности при декарбонизации российской экономики // Государственное управление. Электронный вестник. 2023. №95. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-obespecheniya-ekonomicheskoy-i-energeticheskoy-bezopasnosti-pri-dekarbonizatsii-rossiyskoy-ekonomiki> (дата обращения: 24.02.2023).
13. Лукутин Б. В., Муравьев Д. И. Перспективы децентрализованных систем электроснабжения постоянного тока с распределенной солнечной генерацией // Известия ТПУ. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-detsentralizovannyh-sistem-elektrosnabzheniya-postoyannogo-toka-s-raspredelyonnoy-solnechnoy-generatsiey> (дата обращения: 19.03.2023).
14. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_354840/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/) (дата обращения: 30.03.2023).
15. Дегтярев К. С., Соловьев Д. А. Проблемы и перспективы развития возобновляемой энергетики России в новых условиях // ЭП. 2022. №6 (172). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-vozobnovlyae moy-energetiki-rossii-v-novyh-usloviyah> (дата обращения: 09.03.2023).
16. Кирюхин Я. А., Макеев А. Н. Перспективы развития солнечной энергетики в России // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №6. С. 415-421. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/49>.

17. Бутузов В.А. Энергетика России на основе ВИЭ // ЭВ. 2023. №28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energetika-rossii-na-osnove-vie> (дата обращения: 05.08.2023).

18. Гапич Д.С., Ханин Ю.И., Немченко А.В., Лихолетов Е.А. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ // Инновации и инвестиции. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vetroenergetika-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 04.08.2023).

19. Бердышев Илья, Битней Владислав, Габдушев Дмитрий, Голохвастов Евгений, Чегодаев Александр, Ванин Артём ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В СИБИРИ, НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ И КАМЧАТКЕ // ЭП. 2023. №6 (184). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-perspektivy-razvitiya-gidroenergetiki-v-sibiri-na-dalнем-vostoke-i-kamchatke> (дата обращения: 05.08.2023).

20. Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОСВОЕНИИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-v-osvoenii-geotermalnyh-resursov-1> (дата обращения: 05.08.2023).

## REFERENCES

1. Aydos M. [et al.]. Scaling Investment in Renewable Energy Generation to Achieve Sustainable Development Goals 7 (Affordable and Clean Energy) and 13 (Climate Action) and the Paris Agreement: Roadblocks and Drivers / M. Aydos, P. Toledano, M. Brauch, L. Mehranvar, T. G. Iliopoulos, [and et al.], 2022.

2. Lederer M. The Promise of Prometheus and the Opening up of Pandora's Box: Anthropological Geopolitics of Renewable Energy // *Geopolitics*. 2020. (27). С. 1–25.

3. The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation // Climate Center of Roshydromet [Electronic resource]. URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2022/od3or.pdf> (accessed: 02/24/2022).

4. Faleev M. I., Tsybikov N. A., Sidorovich T. I. Global climate changes - a factor of activation of natural and anthropogenic challenges to the population and the environment // *Technologies of civil security*. 2022. No.2 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnye-klimaticheskie-izmeneniya-faktor-aktivizatsii-prirodnyh-i-antropogennyh-vyzovov-naseleniyu-i-okruzhayushey-srede> (accessed: 03/28/2023).

5. Romanov E. V., Leletsky A.V., Labunin K. A. Greenhouse effect: causes, consequences, ways of optimization // *Achievements of science and education*. 2019. No.8-1 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/parnikovyy-effekt->

[prichiny-posledstviya-sposoby-optimizatsii](https://cyberleninka.ru/article/n/parnikovyy-effekt-) (date of reference: 02/24/2023).

6. Sterligov V. V., Drobyshev V. K. Assessment of thermophysical parameters of the greenhouse effect // *Bulletin of SibGIU*. 2022. No. 2 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-teploffizicheskikh-parametrov-parnikovogo-effekta> (accessed: 02/24/2023).

7. Bondarenko L. V., Maslova O. V., Belkina A.V., Sukhareva K. V. Global climate change and its consequences // *Bulletin of the REA named after G. V. Plekhanov*. 2018. No.2 (98). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnoe-izmenenie-klimata-i-ego-posledstviya> (accessed: 02/24/2023).

8. Alekseev V. I. Wavelet analysis of the dynamics of changes in the El Niño - La Niña phenomenon and its prediction // *Bulletin of the SOUTH*. 2018. No. 3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/veyvlet-analiz-dinamiki-izmeneniy-yavleniya-el-nino-la-ninya-i-ego-prognozirovanie> (accessed: 03/28/2023).

9. The Paris Agreement | The United Nations [Electronic resource]. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (accessed: 05.08.2023).

10. Kovalev Yu. Yu. Five years of the Paris Agreement: past, present and future of the global climate treaty // *History and modern worldview*. 2021. No. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pyat-let-parizhskomu-soglasheniyu-proshloe-nastoyashee-i-budushee-globalnogo-klimaticheskogo-dogovora> (accessed: 02/24/2023).

11. The contribution of the Russian Federation determined at the national level in the framework of the implementation of the Paris Agreement of December 12, 2015. p. 16. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC\\_RF\\_ru.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC_RF_ru.pdf) (date of appeal: 30.03.2023).

12. Vaterina A. A. Ways to ensure economic and energy security during the decarbonization of the Russian economy // *Public administration. Electronic bulletin*. 2023. No. 95. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-obespecheniya-ekonomicheskoy-i-energeticheskoy-bezopasnosti-pri-dekarbonizatsii-rossiyskoy-ekonomiki> (accessed: 02/24/2023).

13. Lukutin B. V., Muravyev D. I. Prospects of decentralized DC power supply systems with distributed solar generation // *Izvestia TPU*. 2020. No. 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-detsentralizovannyh-sistem-elektrosnabzheniya-postoyannogo-toka-s-raspredelennoy-solnechnoy-generatsiyey> (accessed: 03/19/2023).

14. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1523-r dated 09.06.2020 "On approval of the Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035" // *ConsultantPlus* [Electronic resource]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_354840/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/) (accessed: 30.03.2023).

15. Degtyarev K. S., Solovyov D. A. Problems and prospects of development of renewable energy in Russia in new conditions // *EP*. 2022. No. 6 (172). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-i-perspektivy-razvitiya-vozbnovylyaemoy-energetiki-rossii-v-novyh-usloviyah> (accessed: 09.03.2023).

16. Kiryukhin Ya. A., Makeev A. N. Prospects for the development of solar energy in Russia // Bulletin of Science and practice. 2023. Vol. 9. No. 6. pp. 415-421. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/49>.

17. Butuzov V.A. Energy of Russia based on RES // EV. 2023. No.28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energetika-rossii-na-osnove-vie> (accessed: 05.08.2023).

18. Gapich D.S., Khanin Yu.I., Nemchenko A.V., Likholetov E.A. WIND ENERGY: STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT // Innovations and investments. 2022. No.4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vetroenergetika-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya> (accessed:

08/04/2023).

19. Berdyshev Ilya, Bitney Vladislav, Gabdushev Dmitry, Golokhvastov Evgeny, Chegodaev Alexander, Vanin Artem RESEARCH PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROPOWER IN SIBERIA, THE FAR EAST AND KAMCHATKA // EP. 2023. No. 6 (184). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-perspektivy-razvitiya-gidroenergetiki-v-sibiri-nadalnem-vostoke-i-kamchatke> (accessed: 05.08.2023).

20. Shulyupin A.N., Chermoshentseva A.A. MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF GEOTHERMAL RESOURCES // Izvestiya TulsU. Earth sciences. 2022. No. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-v-osvoenii-geotermalnyh-resursov-1> (accessed: 05.08.2023).

## CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Y.A. Kiryukhin<sup>1</sup>, A.N. Makeev<sup>2</sup>

National Research University "Moscow Power Engineering Institute",  
111250, Moscow, Krasnokazarmennaya str., 14, Russia,  
e-mail: <sup>1</sup>kykiruhin@gmail.com ; <sup>2</sup>tggi@rambler.ru

**Abstract.** The purpose of the work is to study the issue of the development of renewable energy in the modern world. Numerous scientific publications, including those cited in the international databases Web of Science and Scopus, indicate that renewable energy is in the focus of attention of modern world and domestic science and energy. However, despite a fairly long period of development of this industry, not all issues of this topic are sufficiently well covered and systematized, which opens up great opportunities for further research in this direction.

**Subject of research:** prerequisites for the introduction and current state of renewable energy facilities in the World. Prospects for further development of renewable energy.

**Materials and methods:** to solve this problem, materials of domestic and foreign scientific articles and conferences on renewable energy sources were analyzed.

**Results:** when achieving this goal, the environmental issues of the occurrence of global warming in the world and variations in the explanation of this process are considered, existing strategies for preventing emerging consequences are noted, economic incentives for the development of renewable energy are noted, existing renewable energy facilities in Russia are considered.

**Conclusions:** The results obtained can be used to select a further strategy for the development of this energy field in science, industry and business.

**Key words:** global warming, climate change, harmful emissions, renewable energy, energy strategy.



## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

Дворецкий А.Т.

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
Институт «Академия строительства и архитектуры»  
295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
E-mail: erces\_crimea@mail.ru

**Аннотация.** Вопрос обеспечения комфортных условий жизнедеятельности человека лежит в основе создания и улучшения микроклимата помещения. Это может быть достигнуто так же за счёт энергетической эффективности солнцезащитных устройств. Этот вопрос актуален не только для холодного периода года, когда необходим обогрев помещений, но и для теплого периода. В холодный период интерес представляет результирующая тепловая энергия, которая есть разница между поступлением и потерей энергии через светопрозрачные конструкции. Для выбора стеклопакета учитывались поступающая солнечная радиация, наружная и внутренняя температуры. Климатические условия Москвы по значениям среднегодовой температуры и солнечной радиации 1400...1700 солнечных часов в году сравнимы с климатическими условиями Стокгольма, поэтому снижение годового потребления энергии на климатизацию помещения за счёт наружных солнцезащитных устройств в Москве может быть как в Стокгольме - 23%. По этим параметрам климата в Париже и Симферополе снижение годового потребления энергии на климатизацию помещения за счёт наружных солнцезащитных устройств в Симферополе больше, чем в Париже на 27,5%.

**Предмет исследований:** Энергетическая эффективность солнцезащитных конструкций и устройств.

**Материалы и методы:** Определение энергоэффективности солнцезащитных устройств на основе подбора климатических условий городов России и столиц европейских стран.

**Результаты:** Определено количество энергии, идущее на отопление, которое компенсируется солнечной энергией и количество солнечной энергии, экранируемой наружными солнцезащитными устройствами. Результаты этих расчётов и климатические параметры позволили определить снижение потребления энергии необходимое для климатизации здания в течении года.

**Выводы:** Грамотное использование солнцезащитных устройств позволяет существенно снизить потребление энергии на климатизацию помещения. Однако, в проектировании зданий недостаточно используются технологии с пассивным солнечным нагревом и охлаждением. Причины следующие: 1. Экономические факторы – в большинстве случаев новые технологии и решения дороже тех, которые уже применяются, хотя быстро окупаются (для низкоэнергетических зданий 5-7 лет). 2. Отсутствие технических знаний, а также нежелание им обучаться. 3. Нежелание и неумение использовать «новые» технологии.

**Ключевые слова:** климатизация здания, климатические условия, солнцезащитное устройство, пассивный солнечным нагрев и охлаждение, результирующая тепловая энергия, низкоэнергетические здания.

## ВВЕДЕНИЕ

Большое внимание в строительных нормах уделяется сокращению энергии, потребляемой при отоплении зимой, но во многих районах охлаждение более важно. Наиболее распространённой ошибкой при проектировании зданий есть неправильная ориентация здания, между прочим, то, что было понятно в течении более двух тысяч лет. То, что греческий писатель Эсхил подчёркивал для варваров: у них не хватает знаний повернуть здание главным фасадом к югу. При этом эффект низкого потребления энергии на климатизацию здания, в том числе, существенно зависит от правильно спроектированных солнцезащитных устройств/

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В большинстве климатов тщательно продуманная низкоэнергетическая архитектура может существенно сократить энергетические потребности здания на отопление и охлаждение при отсутствии существенного увеличения стоимости. В исследовании проектов домов с

низкоэнергетической архитектурой (подтверждено реальным строительством домов) в Девисе, Калифорния, летние пиковые потребности в энергии дома упали с 3,6 кВтч до 2 кВтч и годовое использование энергии на отопление и охлаждение упало на 67 %. Если бы три миллиона домов, построенных в Калифорнии с 1980 года, были хорошо спроектированы с учетом солнечной архитектуры, то можно было бы снизить критическую летнюю пиковую потребность в энергии на 3000-6000 мегаватт без дополнительных затрат [1].

Снижение тепловых потерь за счёт буферных помещений, как элемента низкоэнергетической архитектуры, описаны в статье [2].

Преимущества пассивной солнечной энергии [3]:

- Энергоэффективность: снижение счетов за электроэнергию круглый год.
- Привлекательная жилая среда: большие окна и красивый вид, солнечные интерьеры, свободная планировка.

- Комфорт: тихо (отсутствие рабочего шума), прочная конструкция, теплее внутри зимой, летом прохладнее (даже при отключении электричества).

- Низкие эксплуатационные расходы: долговечность, сокращение операций и ремонтов.

- Инвестиции: независимость от роста стоимости топлива в будущем сохранится, экономия денег еще долго после возмещения любых первоначальных затрат.

- Экологические проблемы: чистая, возобновляемая энергия для борьбы с глобальным потеплением.

Эффект низкого потребления энергии на климатизацию здания благодаря эффективной солнцезащиты описан в работе [4].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Солнечная радиация зависит от положения солнца в небе (высота и азимут) и состояние атмосферы. Эта позиция меняется в течение года и в течение дня.

Интенсивность суммарной солнечной радиации на вертикальный южный фасад в отопительный период рассчитана по методике [5]. С учётом действительной облачности удельная солнечная радиация на вертикальный фасад за отопительный

период показана на гистограмме (рис. 1). Все города, указанные на гистограмме, находятся на широтах между 44 и 55<sup>0</sup>С с.ш. Однако, из-за облачности солнечная радиация, приходящая на южный фасад, сильно отличается. Близкое по широте местности расположение Москвы и Читы не обеспечивает равный приход солнечной радиации за отопительный период. Существенную роль играет облачность. Прозрачная атмосфера в Чите зимой и практически отсутствие солнечных дней зимой в Москве приводит к тому, что в Чите почти в три раза солнце активнее, чем в Москве за отопительный период.

Для выбора стеклопакета интерес представляет результирующая тепловая энергия (рис. 1), которая есть разница между поступлением и потерей энергии [6]. Учитывались поступающая солнечная радиация, наружная и внутренняя температуры. Расчёты выполнены для стеклопакета с двойным остеклением с твёрдым селективным покрытием (К-стекло) 4М+К4 со спаренным переплётом.

Результаты расчётов представлены в Таблице 1. Несмотря на то, что среднесуточная наружная температура за отопительный период в Чите - 11,3<sup>0</sup>С, а в Симферополе +2,6, результирующая энергия в Чите больше за счёт поступающей солнечной радиации.

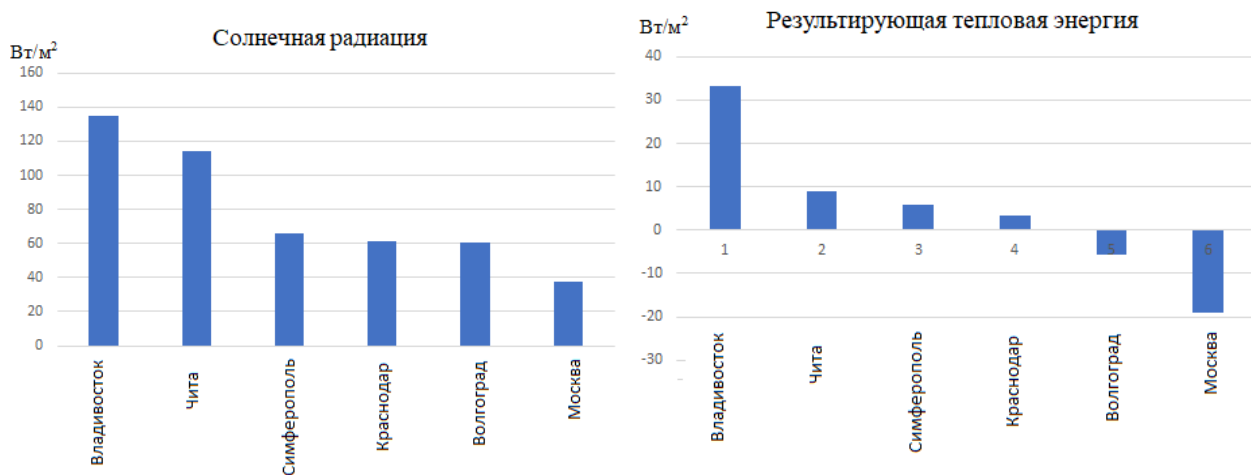


Рис. 1. Суммарная солнечная радиация и результирующая тепловая энергия на вертикальный фасад южной ориентации при действительной облачности за отопительный период, Вт/м<sup>2</sup>

Fig. 1. Total solar radiation and resulting thermal energy on a vertical façade of southern orientation with actual cloudiness during the heating period, W/m<sup>2</sup>

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В качестве примера рассмотрим расчёт результирующей тепловой энергии для окон южной ориентации для Владивостока.

Отопительный период длится 6,6 месяца или 198 дней (СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*- Москва. 2012).

Среднесуточная температура -4,3<sup>0</sup>С и среднее значение облачности в баллах 4,3 за этот период. Суммарная солнечная радиация за отопительный период для южного фасада равна 170,6 кВтч/ м<sup>2</sup> или 237 Вт/м<sup>2</sup>. И с учётом действительной облачности удельная суммарная солнечная радиация облачности равна 135,1 Вт/ м<sup>2</sup>.

Инсоляционные поступления для стеклопакета с двойным остеклением с твёрдым селективным

покрытием (К-стекло) 4М+К4 со спаренным переплётом равны

$$Q_{\text{инс}} = I_{\text{юж}} \times \tau_1 \times \tau_2 = \frac{135,1 \text{ Вт}}{\text{м}^2} \times 0,75 \times 0,76 = 77 \text{ Вт/м}^2 \quad (1)$$

Потери за счёт разницы температур наружного и внутреннего воздуха:

$$Q_{\text{пот}} = K \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) = \frac{1,8 \text{ Вт}}{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \times (20 - (-4,3)) = 1,8 \times 24,3 = \frac{43,7 \text{ Вт}}{\text{м}^2} \quad (2)$$

Результирующая энергия окна за один час равна

$$\Delta Q_{\text{ок}} = Q_{\text{инс}} - Q_{\text{пот}} = 77 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} - 43,7 \text{ Вт/м}^2 = 33,3 \text{ Вт/м}^2 \quad (3)$$

И за отопительный период:

$$\Delta Q_{\text{ок}}^{\text{отоп}} = 33,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \times 198 \times 24 = 158,2 \text{ кВт/м}^2 \quad (4)$$

Тепловая солнечная энергия для окон южной ориентации во Владивосток за отопительный период равна

$$Q_{\text{инс}}^{\text{отоп}} = 77 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \times 198 \times 24 = 366 \text{ кВт/м}^2 \quad (5)$$

Такое количество энергии, идущее на отопление, компенсируется солнечной энергией в зданиях, спроектированных по законам низкоэнергетической архитектуры.

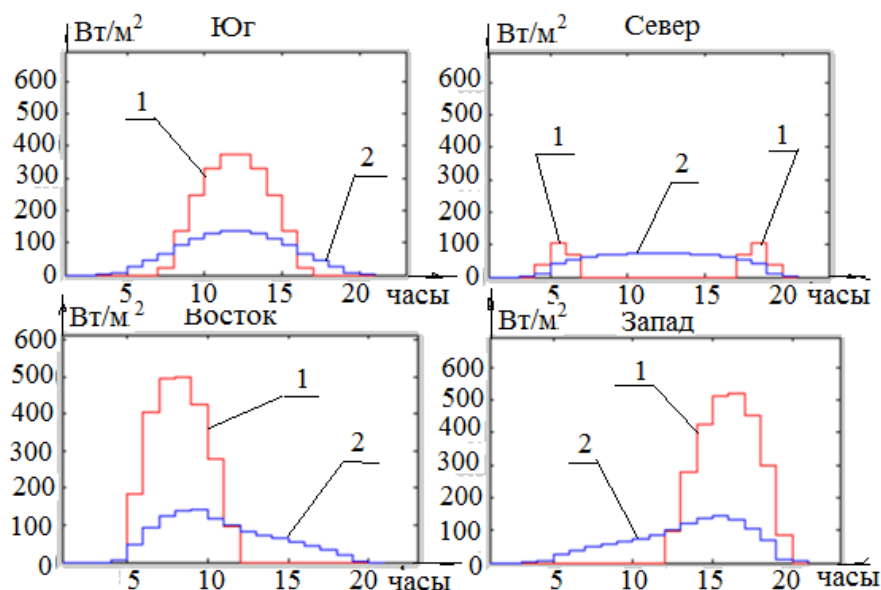
Солнечная защита должна быть спроектирована так, чтобы в течении отопительного периода в помещение поступало как можно больше тепла от солнца (Свод Правил СП 370.1325800.2017 «Устройства солнцезащитные зданий. Правила проектирования» // И.Л. Шубин, А.В. Спиридонов, Дворецкий А.Т., Клевец К.Н., Моргунова М.А.).

На рисунке 2 показана солнечная радиация на вертикальных поверхностях для июля месяца для 60° с.ш. Это широта Москвы и Стокгольма [7].

**Таблица 1.** Тепловая солнечная энергии в отопительный период

**Table 1.** Thermal solar energy during the heating period

	Продолжит. Отопит. периода, сутки	Ср. темп. °С	Град усосу тки	Сред. облачн ость в баллах	Град ус (с.ш.)	Солнеч радиаци я I <sub>юж</sub> Вт/м <sup>2</sup>	Результи рующая энергия ΔQ <sub>ок</sub> Вт/м <sup>2</sup>	Тепловая солнечная энергия кВтч/м <sup>2</sup> , за отоп. период
Владивосток	198 (6,6)	-4,3	4811	4,3	44	135,1	33,3	366
Чита	238 (7,8 мес.)	-11,3	7449	5	52	114	9	371
Симферополь	154 (5)	2,6	2680	7,3	44	66	6	139
Краснодар	145 (4,8)	2,5	2538	7,5	45	61,3	3,5	122
Волгоград	176 (5,8)	-2,3	3925	7,4	48	60,3	-5,7	145
Москва	205 (6,8)	-2,2	4551	8,2	55	37,3	-19	103



**Рис. 2.** Солнечная радиация на северной, восточной, западной и южной вертикальной поверхности при 50°с.ш.  
1 – прямая солнечная радиация; 2 – рассеянная солнечная радиация  
**Fig. 2.** Solar radiation in the northern, eastern, western and southern vertical surface at 50°N.  
1 – direct solar radiation; 2 – scattered solar radiation

На графиках видно, что:

- Северные фасады получают самый низкий уровень солнечной радиации. Только небольшое количество солнечной радиации облучает вертикальную поверхность в начале утра и поздно вечером летом.

- Восточные и западные фасады показывают симметричный рисунок: восточная поверхность будет получать большую часть излучения до полудня, тогда как западная поверхность получает его после полудня. Можно видеть, что освещенность максимальна, когда она состоит из части прямого излучения. После полудня для восточного фасада и до полудня для западного фасада излучение в основном состоит из диффузной части, идущей с неба.

- Южные фасады получают солнечную радиацию почти в течение всего дня. Вот почему необходимо обеспечить максимальное прохождение солнечного излучения в здание зимой и защищать фасады летом, чтобы избежать

перегрева. Из-за низкой высоты солнца освещенность выше зимой, чем летом.

Косвенно, с достаточной долей вероятности, оценить энергетическую эффективность СЗУ в Симферополе и Москве можно следующим образом:

Климатические условия Москвы очень схожи с климатическими условиями Стокгольма. По уровню солнечной радиации Москва и Стокгольм находятся в одинаковых условиях: 1400 -1700 солнечных часов в году (рис. 3).

Что касается среднемесячной и среднегодовой температур этих городов, то судя по графикам (рис. 4) среднегодовые значения температур отличаются на 0,8°С.

Климатические условия Симферополя и Парижа мало отличаются по температуре. Среднегодовые значения температур отличаются на 1,9°С (рис. 4). Однако, количество солнечных дней в году в Симферополе значительно больше, чем в Париже: 2000 и 1700 соответственно (рис. 3).

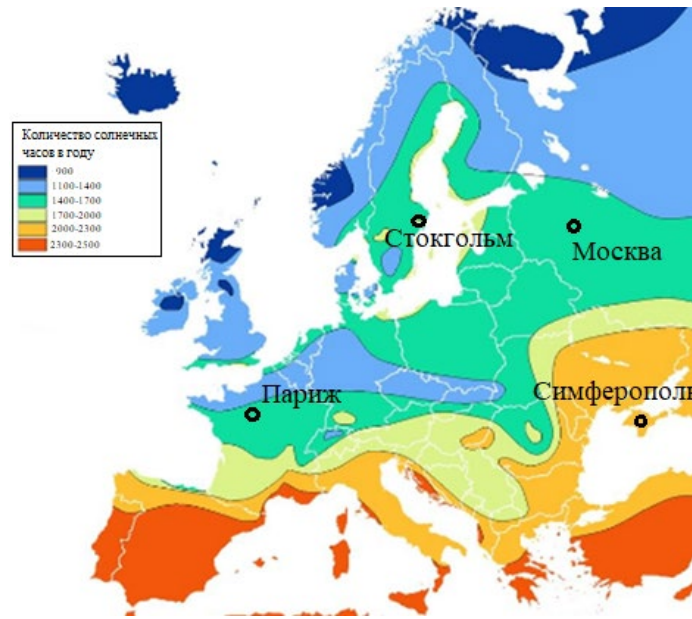


Рис. 3. Солнечная радиация в количестве солнечных часов в Европе  
 Fig. 3. Solar radiation in number of sunshine hours in Europe

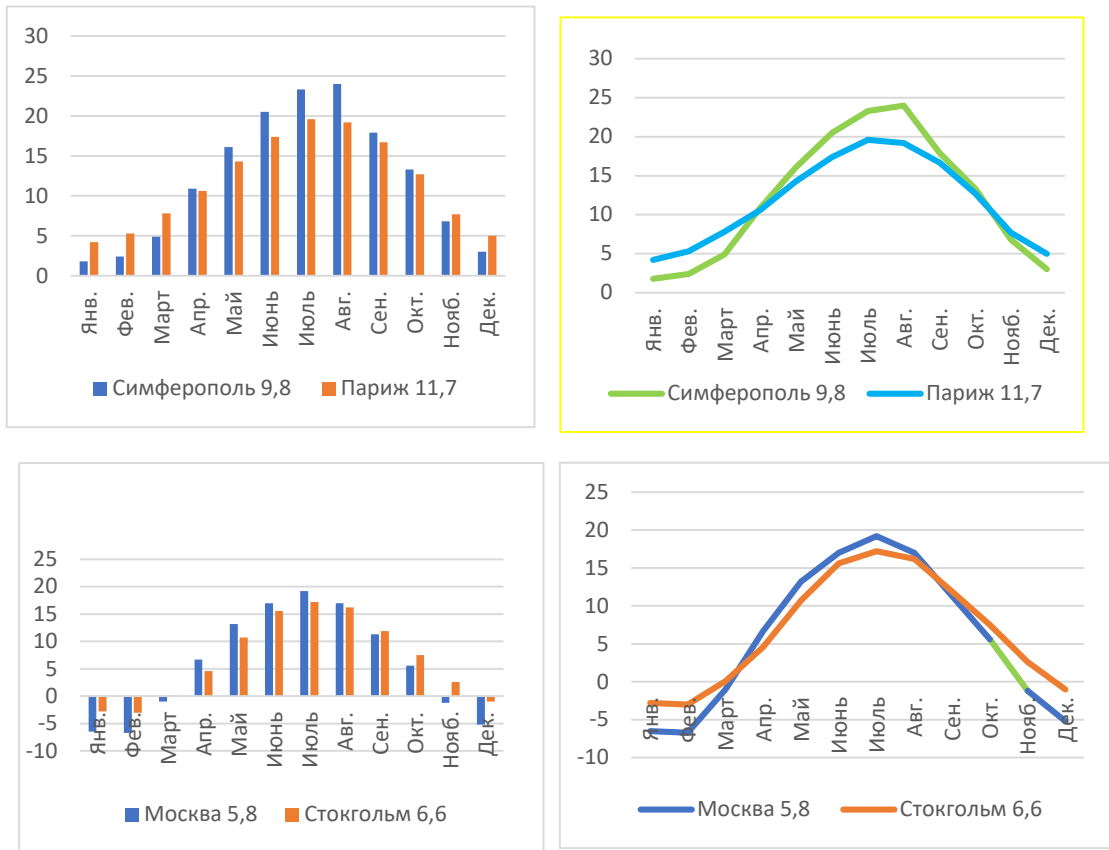


Рис. 4. Среднемесячная и среднегодовая температуры Москвы, Стокгольма, Симферополя, Парижа,  
 Fig. 4. Average monthly and average annual temperatures of Moscow, Stockholm, Simferopol, Paris,

На рисунке 5 показаны потребности в энергии для отопления, кондиционирования и освещения для офиса площадью 20 м<sup>2</sup> в Стокгольме и Париже. Офисное помещение оборудовано прозрачным двойным остеклением (остекление С согласно EN 14501) и находится на южной стороне. Светопрозрачная поверхность представляет собой 80% фасада. Солнцезащитное устройство (СЗУ) установлено снаружи [8].

По данным Европейской организации по солнечной защите (ESSO – European Solar Shading Organization, 2012) использование внешних солнцезащитных устройств существенно сокращает потребности в энергии для отопления, кондиционирования и освещения. На рисунке 5 гистограмма потребления энергии на климатизацию помещения южной ориентации.

Использование внешнего жалюзи постоянно приводит к значительной экономии энергии во всех случаях. Можно видеть, что потребности в обогреве выше при установке жалюзи. Это происходит из-за отсутствия свободной солнечной энергии, поступающей в комнату, когда СЗУ закрывает оконный проём.

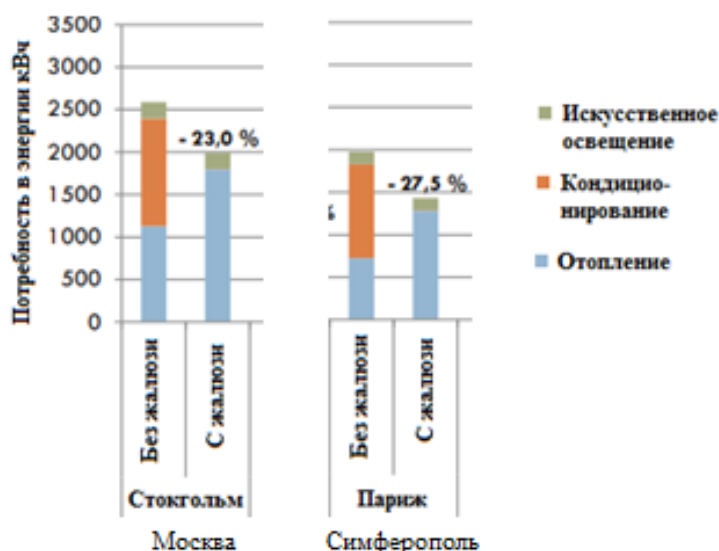
Действительно, принцип работы жалюзи основан на визуальном комфорте жителя: жалюзи опускаются, когда естественный свет на датчике, установленном на столе, достигает 500 люкс летом и 900 люкс зимой.

Таким образом, затенение может быть увеличено в солнечные дни зимой, что ограничивает свободный нагрев комнаты. Принцип работы также предполагает, что искусственное освещение активируется только тогда, когда устройство солнечной защиты полностью открыто, а уровень дневного света недостаточен. Поэтому присутствие жалюзи не оказывает никакого влияния на потребности в искусственном освещении.

Однако, поскольку потребности в энергии для кондиционирования воздуха значительны, общие результаты позитивны и приводят к значительной экономии энергии.

Энергетическая эффективность солнцезащитных устройств в Стокгольме доказана тем, что в течении года потребление энергии на климатизацию помещения снижается на 23% при использовании жалюзи (рис. 5). Так как климатические условия Москвы очень схожи с климатическими условиями Стокгольма, то можно сделать вывод, что снижение потребления энергии в Москве будет схожим со Стокгольмом.

В течении года потребление энергии на климатизацию помещения в Париже снижается на 27,5% при использовании жалюзи. Учитывая то, что солнечной радиации в течении года в Симферополе значительно больше, чем в Париже, и среднегодовая температура близка по значениям, снижение потребления энергии на климатизацию помещения будет больше в Симферополе (рис. 5).



**Рис.5.** Энергопотребление в помещении южного фасада: без солнцезащиты и с наружной солнцезащитой  
**Fig.5.** Energy consumption indoors on the southern façade: without sun protection and with external sun protection

Почему до сих пор мало учитывается солнечная энергия? Основные причины в следующем:

1. Экономические факторы – в большинстве случаев новые технологии и решения дороже тех, которые уже применяются, хотя быстро окупаются (для низкоэнергетических зданий 5-7 лет).
2. Отсутствие технических знаний, а также нежелание им обучаться.

3. Нежелание и неумение использовать «новые» технологии.

4. Архитектурные (эстетические) факторы – часто это предрассудки необученных заказчиков и подрядчиков.

## ВЫВОДЫ

Грамотное использование солнцезащитных устройств позволяет существенно снизить потребление энергии на климатизацию помещения. Так, например, в Москве снижение потребления энергии не меньше чем на 23%, в Симферополе на 27,5%. Особенно это эффективно в регионах с большим количеством солнечного сияния (больше 2000 часов в год).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. David A. Bainbridge. Passive Solar Architecture. Heating, Cooling, Ventilation and Daylighting Using Nature Flows/ David A. Bainbridge, Ken Haggard// Chelsea Green Publishing – Vermont. 2011. 300 pages.
2. Alexander Dvoretzky, Ksenia Klevets. Heat Loss Reduction of Energy-Efficient Home by Buffer Areas/ MOTROL, Vol. 16, No 5. Lublin, Poland. 2014, C. 141-146.
3. Passive Solar Design Strategies: Guidelines for Home Building. Passive Solar Industries, Council National Renewable Energy Laboratory, Charles Eley Associates. Seattle, Washington. 1992. 85 pages.
4. Дворецкий А.Т., Митрофанова С.А., Клевец К.Н. Солнцезащита как элемент пассивной низкоэнергетической архитектуры// «Строительство и техногенная безопасность» Спецвыпуск, Симферополь, 2022. С. 11-17.
5. Гагарин В.Г., Коркина Е.В., Шмаров И.А. и др. Расчеты тепlopоступлений в здание от проникающей солнечной радиации за отопительный период/ Методическое пособие. Москва. 2017. 111 с.
6. Дворецкий А.Т., Клевец К.Н. Избыток тепловой энергии в системах пассивного солнечного нагрева здания// Строительство и реконструкция - Орёл. №5 (67), 2016. С. 79-86.
7. Sergeychuk O.V. Optimization of the Form of Energy Conservation Buildings // *Motornizacja I*

*energetyka rolnictwa*. Lublin, 2008. – No 10A. pp. 121-130.

8. Solar shading for low energy building/European Solar Shading Organization/ Edition 1. 2012. 48 pages.

## REFERENCES

1. David A. Bainbridge. Passive Solar Architecture. Heating, Cooling, Ventilation and Daylighting Using Nature Flows/ David A. Bainbridge, Ken Haggard// Chelsea Green Publishing – Vermont. 2011. 300 pages.
2. Alexander Dvoretzky, Ksenia Klevets. Heat Loss Reduction of Energy-Efficient Home by Buffer Areas/ MOTROL, Vol. 16, No 5. Lublin, Poland. 2014, C. 141-146.
3. Passive Solar Design Strategies: Guidelines for Home Building. Passive Solar Industries, Council National Renewable Energy Laboratory, Charles Eley Associates. Seattle, Washington. 1992. 85 pages.
4. Dvoretzky A.T., Mitrofanova S.A., Klevets K.N. Sun protection as an element of passive low-energy architecture// “Construction and technogenic safety” Special issue, Simferopol, 2022. pp. 11-17.
5. Gagarin V.G., Korkina E.V., Shmarov I.A. and others. Calculations of heat input into a building from penetrating solar radiation during the heating period / Methodological manual. Moscow. 2017. 111 p.
6. Dvoretzky A.T., Klevets K.N. Excess thermal energy in passive solar heating systems of a building // Construction and reconstruction - Orel. No. 5 (67), 2016. pp. 79-86.
7. Sergeychuk O.V. Optimization of the Form of Energy Conservation Buildings // *Motornizacja I energetyka rolnictwa*. Lublin, 2008. – No 10A. pp. 121-130.
8. Solar shading for low energy building/European Solar Shading Organization/ Edition 1. 2012. 48 pages.

## ENERGY EFFICIENCY OF SUN PROTECTION DEVICES

Dvoretzky A.T.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,  
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation, erces\_crimea@mail.ru

**Abstract.** The issue of ensuring comfortable living conditions for humans lies at the heart of creating and improving the indoor microclimate. This can also be achieved due to the energy efficiency of solar shading devices.

This issue is relevant not only for the cold period of the year, when heating of the premises is necessary, but also for the warm period. During the cold period, the resulting thermal energy is of interest, which is the difference between the energy gained and lost through translucent structures. To select a double-glazed window, incoming solar radiation, external and internal temperatures were taken into account.

Since the climatic conditions of Moscow are similar in terms of average annual temperature and solar radiation (1400 -1700 hours of sunshine per year) to the climatic conditions of Stockholm, the reduction in annual energy consumption for air conditioning of premises due to external sun-protection devices in Moscow is the same as in Stockholm - 23%. Based on these climate parameters in Paris and Simferopol, the reduction in annual energy consumption for room air conditioning due to external sun-protection devices in Simferopol is greater than in Paris (27.5%).

**Subject of research:** The subject of research is the energy efficiency of sun-protection structures and devices.

**Materials and methods:** The article proposes a determination of the energy efficiency of sun protection devices based on the similarity of climatic conditions of Russian cities and the capitals of European countries.

**Results:** The amount of energy spent on heating, which is compensated by solar energy, and the amount of solar energy screened by external solar shading devices were determined. The results of these calculations and climatic parameters made it possible to determine the reduction in energy consumption necessary to air-condition the building throughout the year.

**Conclusions:** Proper use of sun protection devices can significantly reduce energy consumption for room air conditioning. However, passive solar heating and cooling technologies are underutilized in building design. The reasons are as follows: 1. Economic factors - in most cases, new technologies and solutions are more expensive than those that are already in use, although they quickly pay for themselves (for low-energy buildings 5-7 years). 2. Lack of technical knowledge, as well as reluctance to learn it. 3. Reluctance and inability to use "new" technologies.

**Key words:** building air conditioning, climatic conditions, sun protection device, passive solar heating and cooling, resulting thermal energy, low-energy buildings.

## СПИСОК АВТОРОВ

- Акулич Т.И. старший преподаватель, Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь
- Берова В.В. старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
- Гирманов Л.Р. доцент, Казанский государственный инженерно-архитектурный университет, г. Казань
- Горбачева Г.В. кандидат архитектуры, доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
- Дворецкий А.Т. д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
- Дедовец Р.В. аспирант, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
- Кирюхин Я.А. обучающийся магистратуры, Национальный исследовательский университет "МЭИ", г. Москва
- Когай Э.А. аспирант, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
- Лапшакова И.В. к.т.н., доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
- Макарова Е.С. к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
- Макеев А.Н. к.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет "МЭИ", г. Москва
- Мороз В. В. к.т.н., доцент, Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь
- Неснов Д.В. к.т.н., доцент, Самарский государственный технический университет, г. Самара
- Николенко И.В. д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
- Пажвак  
Абдурахман Университет Тахар, инженерный факультет, г. Талокан, Афганистан
- Перминов Д.А. к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
- Пчельников В.Н. кандидат архитектуры, доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
- Райзер Ю.С. к.т.н., доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
- Сидорова В.В. кандидат архитектуры, доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь  
начальник отраслевой научно-исследовательской лаборатории, Республиканское унитарное предприятие Белорусский государственный проектный институт "БелГПИ" г. Витебск, Республика Беларусь
- Урецкий Е. А. д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
- Федоркин С.И. д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
- Шаленный В.Т. д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
- Яковенко Н.Е. Старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

## ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

**1. Прием статей в редакцию и состав сопроводительных документов**

Прием статей для публикации в журнале осуществляется в постоянном режиме. Процесс рассмотрения статьи, рецензирования и редакционно-издательской обработки занимает достаточно длительное время, в связи с чем поступившая и допущенная редколлегией к публикации статья будет, как правило, опубликована не ранее, чем через 4 месяца со дня ее поступления. Датой поступления статьи будет считаться дата ее получения от автора в окончательном варианте после всех доработок и исправлений по замечаниям рецензентов и редактора.

Просим авторов тщательно готовить свои материалы с целью сокращения сроков их рассмотрения и обработки.

*Неправильно оформленные материалы не рассматриваются, не рецензируются и не возвращаются!* Также не возвращаются авторам рукописи статей и электронные копии на локальных носителях. При этом редакция по собственной инициативе в переговоры с авторами не вступает.

1.1. Прием статей на рассмотрение и рецензирование осуществляется через онлайн систему приема статей.

Прием статей на рассмотрение и рецензирование через онлайн систему приема статей производится на сайте журнала по адресу: <https://stroyjournal-asa.ru>. Инструкция по использованию системы доступна на сайте. Автор имеет возможность следить за продвижением статьи в редакции в личном кабинете и получает соответствующие уведомления по электронной почте.

Все поступившие в редакцию статьи проходят обязательное двойное слепое рецензирование. По результатам рецензирования автору сообщается решение о публикации, замечания рецензента и редактора или решение об отклонении статьи.

**1.2. Прием к публикации окончательного варианта статьи.** Окончательный (после внесения правки по замечаниям рецензентов и редактора) вариант статьи автор также загружает через систему или направляет на электронный адрес [ger\\_bilenko@cfuv.ru](mailto:ger_bilenko@cfuv.ru) для ее редактирования, корректуры, верстки и публикации в журнале.

**1.3. Прием пакета сопроводительных документов** осуществляется через онлайн систему приема статей и по электронному адресу [ger\\_bilenko@cfuv.ru](mailto:ger_bilenko@cfuv.ru).

Автор, пройдя регистрацию в системе, загружает статью в формате .doc или .docx, форматированную по шаблону (см. п. 2), вместе с файлами отсканированных документов: экспертного заключения о возможности опубликования в открытой печати (далее – экспертного заключения) и информации об авторах статьи.

Экспертное заключение оформляется по требованиям, установленным в организации – работодателе автора. Редакция исходит из того, что авторы добровольно предоставляют сведения о себе в анкете автора в требуемом объеме и составе (в соответствии с правилами для публикаций научных статей в журналах, включенных в Перечень ВАК) для их открытого опубликования. Также к загружаемой статье может быть приложен файл отсканированной внешней (т.е. из сторонней организации) рецензии (1 экз.), оформленной и заверенной в организации по месту работы рецензента. Оригинал рецензии присылать в редакцию по почте не требуется.

Сопроводительные документы можно направить по электронной почте по адресу [ger\\_bilenko@cfuv.ru](mailto:ger_bilenko@cfuv.ru). Все вопросы и пожелания относительно пакета документов необходимо отправлять на этот адрес электронной почты редакции.

Пакет оригиналов сопроводительных документов, включающий информационную карту статьи на публикацию сведений об авторе и экспертное заключение, должен поступить в редакцию по почте не позднее 3 недель со дня уведомления автора (письмом на адрес электронной почты) о положительном решении по поводу публикации статьи.

**Бланки сопроводительных документов и требования:**

**Информация об авторах статьи.** Информация об авторах статьи загружается в систему OJS или отправляется на адрес электронной почты [ger\\_bilenko@cfuv.ru](mailto:ger_bilenko@cfuv.ru) в электронном виде в виде файла с расширением .doc или .docx;

**Бланк экспертного заключения и авторской справки** (только для авторов – работников КФУ им. В.И. Вернадского (распечатывается и заполняется вручную))

**Бланк экспертного заключения и Внешняя рецензия** – загружается в систему OJS или отправляется на адрес электронной почты [ger\\_bilenko@cfuv.ru](mailto:ger_bilenko@cfuv.ru) в сканированном виде (файл PDF).

## 2. Требования к оформлению статей

Статья будет рассмотрена редколлегией и рецензентами только при условии полного соответствия ее оформления изложенным ниже требованиям, предъявляемым к публикациям в научных журналах, индексируемых международными базами научного цитирования.

Все статьи, поступившие в редакцию журнала, получившие положительную оценку рецензентов и рекомендованные к публикации, проходят обязательную редакционную обработку (редактирование, корректуру, техническое редактирование). Внесение правки по замечаниям редактора согласовывается с автором.

Датой поступления статьи в редакцию считается дата поступления и регистрации в редакции окончательного авторского оригинала с учетом всех внесенных изменений по замечаниям рецензентов и редактора.

### Общие требования для подготовки статей

**Объем статьи**, включая таблицы, рисунки и фотографии должен быть не менее 6 страниц и не превышать 10 страниц.

**Язык статьи:** русский, английский.

**Шрифт.** Нормальный Times New Roman (TNR), размер шрифта – 10 пт, одинарный интервал; интервал шрифта – обычный (без растяжения или уплотнения). Варианты шрифта в тексте статьи: типа курсива или жирного шрифта допускаются, подчеркивание слов и предложений не допускаются.

**Параметры страницы:** верхнее поле – 2,5 см, нижнее – 2,5 см, левое – 2,5 см, правое – 2,5 см.

**Таблицы.** Таблица озаглавляется словом Таблица 1 (шрифт – обычный TNR 10 пт, по центру) со следующим за ним номером с точкой. Далее помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), без заключительной точки. Ниже приводится название таблицы на английском языке. Размер таблиц и рисунков не должен превышать размер В5 (12,5 × 19,5 см). Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 9 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

**Рисунки и графики.** Рисунки и графики озаглавливаются словом Рис.1 (шрифт – обычный TNR 9 пунктов) со следующим за ним номером с точкой. Рисунки выполняются в графических редакторах, совместимых с Word и размещаются по тексту. Под рисунком помещается подпись на русском и английском языках. Короткая подпись центрируется, а если длинная – форматируется с абзацем первой строки. Качество рисунков и графиков должно обеспечивать прочтение и тиражирование. Рисунки и графики нумеруются арабскими цифрами.

**Формулы.** Формулы набираются в редакторе формул Equation или Math Type. Использовать для набора формул графические объекты, кадры и таблицы запрещается. Формула располагается по центру строки, номер формулы (в круглых скобках, TNR 10 пт) – по правому краю страницы, от окружающего текста отделяется пустыми строками. Формульное окно принудительно растягивать или сжимать нельзя. Применение единиц измерений в международной системе СИ – обязательно.

### Обязательный порядок статьи.

- **УДК** в левом верхнем углу страницы, шрифт TNR 12 пт, прописными буквами
- **Название статьи шрифт** TNR 12 пт все прописными.
- **Имя и фамилия** автора(ов), шрифт обычный TNR 12 пт.
- **Место работы** авторов, шрифт обычный TNR 9 пт., адрес места работы, e-mail
- **Аннотация статьи (Abstract)** 200 – 250 слов, шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Предмет исследования (Subject of research):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Материалы и методы (Materials and methods):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Результаты (Results):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Выводы (Conclusions):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Ключевые слова (Key words)** до 6 слов и словосочетаний, необходимых для поиска или классификатора, шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Текстовая часть.** Статья должна содержать следующие разделы:
  - ВВЕДЕНИЕ;
  - АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ;
  - МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ;
  - РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ;
  - ВЫВОДЫ;
  - СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

Заголовки разделов набираются строчными буквами, шрифт TNR 11 пунктов и центрируются.

В конце статьи размещается **Название статьи, Имя и фамилия автора(ов), Место работы авторов, Аннотация статьи, Предмет исследований, Материалы и методы, Результаты, Выводы, Ключевые слова** на английском языке с сохранением редакторских требований, указанных выше к каждому структурному элементу статьи.

### **Рекомендации по подготовке аннотации статьи**

Аннотация выполняет следующие основные функции:

- дает возможность читателю быстро оценить основное содержание статьи с тем, чтобы решить, следует ли ему обращаться к ее полному тексту;
- предоставляет читателю самую общую информацию о статье, устраняя необходимость чтения ее полного текста в случае, если статья представляет для читателя второстепенный интерес;
- используется в научных, библиотечных и поисковых информационных системах.

Аннотация к статье должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- содержательной (отражать основное содержание статьи);
- структурированной (следовать логике изложения материала в статье);

Аннотация должна включать в себя:

- предмет и цель работы (если они не следуют из названия статьи);
- используемый метод или методы исследования;
- основные результаты исследования;
- отличия данной публикации от других, схожих по теме;
- область применения результатов;
- выводы, рекомендации, перспективы развития работы.

В аннотации следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...», «автор полагает...» и т.д.), а также сложных грамматических конструкций. Аннотацию следует писать как можно более лаконичным, точным и простым языком. Должна быть понятна широкому кругу читателей, поэтому не должна изобиловать научными терминами. Следует избегать общеизвестных сведений и штампов. Аннотация не должна включать в себя цитаты из текста статьи. В аннотации обычно используются конструкции констатирующего характера (автор анализирует, доказывает, излагает, обосновывает и т. д.), а также оценочные стандартные словосочетания (уделяет основное внимание, важный актуальный вопрос, проблема, детально анализирует, убедительно доказывает).

### **Список литературы оформляется на русском и английском языках.**

Библиографическое описание выполняется по:

- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание;
- ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления;
- ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов;
- Регламент включения научных журналов в Российский индекс научного цитирования. – М., 2008.

*Не менее 12 источников, с ссылками на статьи в предыдущих выпусках сборника «Строительство и техногенная безопасность», в которых не участвовали авторы представленной статьи.*

### **Рекомендации по подготовке списка литературы**

- Цитирование двух или более источников под одним номером, одного и того же источника под разными номерами не допускается.
- Во всех источниках необходимо указывать фамилии и инициалы всех авторов.
- Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных оригинального издания.
- Ссылки на книги должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название книги, город, год, количество страниц.

- Ссылки на статьи в журналах должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том (если указан), номер, страницы (первая и последняя, разделенные тире).
- Ссылки на сборники (конференции, симпозиумы) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), количество страниц.
- Ссылки на статьи в сборниках (материалах конференций, симпозиумов) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), страницы (первая и последняя, разделенные тире).
- Ссылки на электронные ресурсы удаленного доступа должны содержать следующую обязательную информацию: название ресурса, режим доступа, дата обращения.
- В инициалах авторов между именем и отчеством пробел не ставится.
- В заголовке описания запятая после фамилии автора перед его инициалами может быть опущена.
- Если в документе один, два или три автора, то в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) они могут не повторяться.
- При наличии **четырех и более** авторов в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) приводят фамилии **всех** авторов.
- Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.
- Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованные не из предписанного источника информации.

#### **НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:**

1. Включать в список литературы ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях или расчетах или аргументации лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т.е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных показателей автора.