



# ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

## НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И БИЗНЕС

- ❖ Инновационные технологии и материалы в строительстве
- ❖ Экономика и управление в социальных и экономических системах
- ❖ Автоматизация и управление технологическими процессами
- ❖ Промышленная энергетика, нанотехнологии и наноматериалы
- ❖ Информационные и технические системы



**ISSN 2618-7922**

***ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»***

# **ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И БИЗНЕС**

## **НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

- ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
- ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ  
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
- НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ
- АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

**Выпуск № 2(6), 2019**

## **ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И БИЗНЕС**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**Выходит 2 раза в год**

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

**Главный редактор – д-р техн. наук, проф. Суровцев И.С.**

Зам. главного редактора – д-р физ.-мат. наук, проф. Головинский П.А.

Зам. главного редактора – канд. физ.-мат. наук, доц. Михин Е.А.

Ответственный секретарь – Сысоева Д.В.

Члены редколлегии:

Д-р хим. наук Рудаков О.Б. (г. Воронеж, ВГТУ); д-р техн. наук, проф. Перцев В.Т. (г. Воронеж, ВГТУ); д-р экон. наук, доц. Уварова С.С. (г. Воронеж, ВГТУ); д-р экон. наук, проф. Богомолова И.П. (г. Воронеж, ВГУИТ); д-р экон. наук Карпович М.А. (г. Воронеж, генеральный директор ОАО «ЦентрДорСервис»); д-р экон. наук, проф. Горшков Р.К. (г. Москва, МГСУ); д-р экон. наук, проф. Лопаев Д.Н. (г. Нижний Новгород, НГТУ имени Р.Е. Алексеева); д-р техн. наук, проф. Магомедов Г.О. (г. Воронеж, ВГУИТ); д-р физ.-мат. наук, доц. Астапенко В.А. (г. Долгопрудный, МФТИ).

В издании публикуются результаты научных исследований сотрудников ВГТУ и других образовательных, научных, научно-исследовательских, научно-производственных организаций в области развития инноваций и новых технологий. Рассматриваются вопросы эффективности инновационных проектов, роль инновационных технологий в различных сферах деятельности: строительстве, интеллектуальной собственности, производстве и др.

Владея инновационными продуктами, предприятия строительного и промышленного комплекса, прежде всего, получают новые конкурентные преимущества. Благодаря инновациям и высокому уровню наукоемкости ведущие страны мира занимают выгодное положение на мировом рынке, особенно в условиях экономической глобализации.

Ответственность за подбор и изложение фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений несут авторы публикаций.

Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Дизайн обложки – А.О. Шаталова

### **АДРЕС РЕДАКЦИИ**

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, каб. 7306

тел.: +7 (473) 207-22-20, добавочный 5447

E-mail: Dpsareva@vgasu.vrn.ru

СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| А.Е. Турченко, Е.Д. Боева .....                                                                                                                              | 5  |
| ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА ПОРИЗОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ .....                                                                                                    | 5  |
| А.В. Ботиенко .....                                                                                                                                          | 11 |
| РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВОЗОБНОВЛЕНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РФ.....                                                                                              | 11 |
| С.Н. Дьяконова, А.В. Ботиенко .....                                                                                                                          | 16 |
| ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ.....                                                                                                       | 16 |
| А.С. Вакулин .....                                                                                                                                           | 21 |
| КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ И РОЕВЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ<br>НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ .....                                    | 21 |
| С.Н. Дьяконова, В.К. Васильченко.....                                                                                                                        | 30 |
| СИСТЕМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ В УЧЕБНЫХ<br>ЗАВЕДЕНИЯХ .....                                                                                  | 30 |
| Е.В. Гопиенко, Р.В. Карандеев, А.Р. Абдуллоев.....                                                                                                           | 35 |
| УКРЕПЛЕНИЕ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ НА СКЛОНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ<br>СТРОИТЕЛЬНОГО МУСОРА НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НА БЕРЕГУ<br>ВОДОХРАНИЛИЩА В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖ ..... | 35 |
| С.Ю. Елизаров .....                                                                                                                                          | 44 |
| ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БЕТОНИРОВАНИИ .....                                                                                                     | 44 |
| С.Ю. Елизаров .....                                                                                                                                          | 49 |
| ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДОБАВКИ В БЕТОНИРОВАНИЕ .....                                                                                                        | 49 |
| И.А. Желтобрюх.....                                                                                                                                          | 55 |
| DIGITAL-STORYTELLING – ВАЖНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ В ФОРМИРОВАНИИ<br>БРЕНДА .....                                                                                   | 55 |
| И.А. Желтобрюх.....                                                                                                                                          | 58 |
| ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ.....                                                                                                   | 58 |
| А.В. Жечева .....                                                                                                                                            | 62 |
| КОРАБЛЬ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА NEW SHEPARD .....                                                                                                           | 62 |
| В.А. Коршунов .....                                                                                                                                          | 67 |
| ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ<br>ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....                                                           | 67 |
| С.Н. Дьяконова, В.А. Маевский .....                                                                                                                          | 70 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОУСТАНОВОК НА РЫНКЕ<br>ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ И АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ .....                                                          | 70 |
| М.М. Никулин .....                                                                                                                                           | 74 |
| ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНСТРУКЦИИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ...                                                                                              | 74 |
| И.А. Пальчиков .....                                                                                                                                         | 79 |
| ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭКОДОМОВ В РОССИИ И ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ .....                                                                                                  | 79 |
| И.В. Фатеева, И.Ю. Лоншаков.....                                                                                                                             | 82 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ ПО ТРАДИЦИОННОЙ<br>ТЕХНОЛОГИИ .....                           | 82  |
| И.В. Фатеева, И.Ю. Лоншаков.....                                                                    | 86  |
| ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТАВРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ<br>ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ.....                  | 86  |
| С.Н. Дьяконова, С.И. Жогов .....                                                                    | 93  |
| ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ<br>КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ..... | 93  |
| И.В. Фатеева .....                                                                                  | 97  |
| ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМ В ОРГАНИЗАЦИИ .....                                       | 97  |
| Е.М. Ханина.....                                                                                    | 103 |
| ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ЛИФТ MULTI .....                                                                     | 103 |
| М.В. Чернов .....                                                                                   | 107 |
| АНАЛИЗ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ НА УДАЛЁННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И<br>СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ .....          | 107 |
| М.В. Чернов .....                                                                                   | 111 |
| УСИЛЕНИЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ НА УДАЛЁННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ И<br>ОБЪЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА.....          | 111 |
| И.О. Яковлев.....                                                                                   | 115 |
| ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ .....                                             | 115 |
| С ПЛЁНОЧНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ.....                                                                     | 115 |

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Кандидат технических наук, доцент  
кафедры технологии строительных  
материалов, изделий и конструкций А.Е.  
Турченко*

*Магистрант кафедры технологии  
строительных материалов, изделий и  
конструкций Е.Д. Боева*

*Россия г.Воронеж, тел.89515498056  
e-mail: aturchenko@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Candidate of technical Sciences,  
associate Professor of technology of  
building materials, products and  
structures A. E. Turchenko*

*Master's student of the Department  
of technology of building materials,  
products and structures E. D. Boeva*

*Russia Voronezh, tel. 89515498056  
e-mail: aturchenko@vgasu.vrn.ru*

**А.Е. Турченко, Е.Д. Боева**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА ПОРИЗОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ**

**Аннотация:** в статье приведены результаты маркетингового анализа (произведенного многомерным, имитационным методами), стеновых теплоизоляционно-конструкционных строительных материалов, объемов потребления керамических поризованных камней, анализа объемов их производства основными российскими производителями, а также рыночной доли с помощью индекса Харфиндела–Хиршмана. Установлено, что исследуемый рынок характеризует развитая конкуренция с умеренным уровнем концентрации.

**Ключевые слова:** рынок, конкурентоспособность, поризованный, керамический, камень.

**A.E. Turchenko, E.D. Boeva**

## **MARKET RESEARCH OF POROUS CERAMIC STONES**

**Abstract:** in article results of the marketing analysis, multidimensional simulation methods, wall insulating structural building materials, the volume of consumption of ceramic porous stones, analysis of volumes of production of the main Russian producers, as well as market share using the index Herfindal-Hirschman index. It is established that the market under study is characterized by developed competition with a moderate level of concentration.

**Key words:** market, competitiveness, porous, ceramic, stone.

Сегодняшний рынок строительных теплоизоляционно-конструкционных стеновых материалов характеризуется широким выбором; выбор требуемого обеспечивается способностью умело применять знания и инструменты современного маркетинга в складывающейся ситуации.

Сегодня основными применяемыми теплоизоляционно-конструкционными стеновыми материалами являются газосиликатные и пенобетонные блоки, а также поризованные керамические камни.

Поризованные керамические камни появились в ответ на новые требования к строительным технологиям, снижение материалоемкости при производстве, повышение конструктивного качества строительных материалов и изделий. Данные камни

зарекомендовали себя как перспективный стеновой материал. характеризующейся: долговечностью, огнестойкостью, экологичностью, архитектурной выразительностью, хорошей звукоизолирующей способностью. Они применяются при строительстве внешних стен и перегородок зданий различного назначения.

Целью работы является анализ рынка стеновых теплоизоляционно-конструкционных строительных материалов, проведение оценки конкурентоспособности поризованного керамического камня в сравнении с имеющимися аналогами.

Для сравнения показателей продукции, конкурирующей на региональном рынке, составим таблицу 1. В качестве эталона примем абстрактный продукт, обладающий наилучшими значениями показателей из всех групп, вошедших в базу сравнения [1-4].

Таблица 1

Значения основных показателей продуктов-конкурентов

| Наименование показателей            | Значения показателей продуктов-конкурентов |           |             | Значение показателей продукта-эталона |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------------|
|                                     | Поризованный керамический камень           | Пенобетон | Газосиликат |                                       |
| Предел прочности при сжатии, МПа    | 10                                         | 2         | 2,7         | 10                                    |
| Морозостойкость, циклов             | 50                                         | 35        | 35          | 50                                    |
| Теплопроводность, Вт/м*С°           | 0,16                                       | 0,14      | 0,14        | 0,14                                  |
| Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)      | 0,14                                       | 0,17      | 0,2         | 0,14                                  |
| Звукоизоляция, дБ                   | 52                                         | 45        | 45          | 52                                    |
| Стоимость 1 м <sup>2</sup> стены, р | 1247                                       | 1960      | 1500        | 1247                                  |

На основе определения относительного показателя конкурентоспособности продукции можем сделать вывод о том, что наибольшее значение показателя имеет анализируемый поризованный керамический камень (рис. 1).

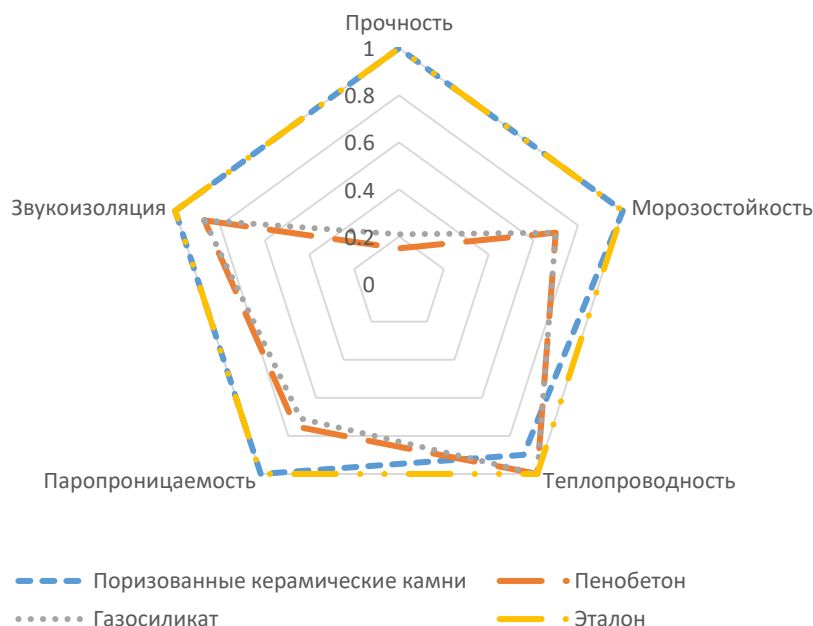


Рис. 1. Диаграмма качества продуктов-конкурентов

Результаты оценки конкурентоспособности сравниваемых продуктов представлены в виде лепестковой диаграммы, проведя анализ которой можем сделать вывод о том, что наиболее конкурентоспособным продуктом является поризованный керамический камень, занимающий лидирующее положение по прочности, морозостойкости, паропроницаемости и звукоизоляции.

На российском строительном рынке основными поставщиками поризованной крупноформатной керамики являются производители Польши, Эстонии и отечественные производители: завод керамического кирпича «Римкер» г. Саратов [12], ОАО «Стройполимеркерамика» г. Калуга [5] и ОАО «Победа ЛСР» г. Санкт-Петербург [9].

На рис. 2 представлен график объема потребления керамических поризованных камней с 2007 по 2017 г. и прогнозный анализ объемов потребления на 3 года, выполненный при помощи полиномиальной аппроксимации, которая используется для описания величин попеременно возрастающих и убывающих. Для приведенного графика она выбрана потому, что здесь представлен большой набор данных с нестабильной величиной.

На графике представлено уравнение полиномиальной сглаживающей 5 степени, выведенное программой Excel. Достоверность аппроксимации, равная  $R^2=0,97$ , показывает, что теоретическое распределение на 97% описывает реальное распределение.

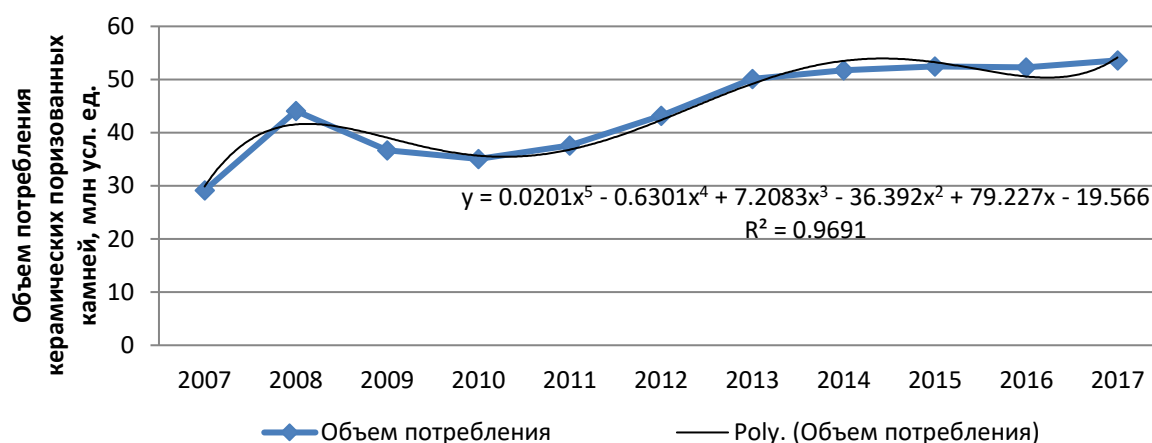


Рис. 2. Уравнение полиномиальной сглаживающей 5 степени

Анализируемый отечественный рынок поризованных керамических камней относится к рынку растущего типа со средним годовым темпом изменения объемов потребления на 2,44 млн усл. кирпичей. На основе проведения прогнозного анализа можем сделать вывод о положительной динамике развития рынка.

В результате поиска основных предприятий России, производящих поризованные керамические камни, была составлена табл. 2, отражающая 10 основных производителей-конкурентов: ассортимент их продукции, годовой объем производства, цены и долю предприятий на рынке [5–14].

Таблица 2

Ценовой и ассортиментный анализ предприятий-конкурентов

| Наименование предприятия | Годовой объем производства, млн. усл. кирпичей | Вид выпускаемой продукции: камень керамический | Цена продукции | Доля предприятия на рынке, % | Место предприятия на рынке |
|--------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|------------------------------|----------------------------|
| ОАО «Победа ЛСР»         | 16,69                                          | 2,1 НФ                                         | 18,7           | 22,6                         | 1                          |
|                          |                                                | 10,7 НФ                                        | 81,5           |                              |                            |
|                          |                                                | 14,3 НФ                                        | 108,9          |                              |                            |

Продолжение таблицы 2

|                                                                       |       |             |       |      |    |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------------|-------|------|----|
| Завод<br>керамического<br>кирпича<br>«Римкер»                         | 10,45 | 2,1 НФ      | 11    | 14,2 | 2  |
| ОАО<br>«Стройполимерк<br>е-рамика»                                    | 10,1  | 2,1 НФ      | 10    | 13,6 | 3  |
| ООО<br>«Каширский<br>кирпичный<br>завод»                              | 8,35  | 2,1 НФ      | 13    | 11,3 | 4  |
| АО «Норский<br>керамический<br>завод»                                 | 7,4   | 2,1 НФ      | 13    | 10,1 | 5  |
| ООО<br>«Саранский<br>завод лицевого<br>кирпича»                       | 5,56  | 2,1 НФ      | 15    | 7,5  | 6  |
| ООО<br>«Михневская<br>керамика»                                       | 5,1   | 2,1 НФ М125 | 10,3  | 6,9  | 7  |
|                                                                       |       | 2,1 НФ М150 | 12    |      |    |
| ЗАО «Рязанский<br>кирпичный<br>завод»                                 | 4,3   | 2,1 НФ М150 | 16,50 | 5,8  | 8  |
|                                                                       |       | 2,1 НФ М200 | 14,50 |      |    |
|                                                                       |       | 3,6 НФ      | 25    |      |    |
|                                                                       |       | 7,4 НФ      | 54,70 |      |    |
| ОАО<br>«Мстерский<br>завод<br>керамических<br>стеновых<br>материалов» | 3,85  | 2,1НФ       | 9,5   | 5,2  | 9  |
| ООО<br>«Вышневолоцки<br>й кирпичный<br>завод»                         | 2,14  | 2,1 НФ      | 11,88 | 2,8  | 10 |
| Всего                                                                 | 73,94 | —           |       | 100  |    |

Для определения степени монополизации рассматриваемого отечественного рынка используем индекс Харфиндела – Хиршмана, который определяется по формуле (1):

$$J_{xx} = 10000 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad (1)$$

где x – доля i-ого предприятия на рынке (в %), i = 1, 2, 3...n.

$$J_1 = 10000 \cdot (0,019 + 0,0034 + 0,0027 + 0,051 + 0,013 + 0,0048 + 0,02 + 0,01 + 0,00084 + 0,0057) = 1304,4$$

Значение индекса Харфиндела-Хиршмана 1304,4, то есть в пределах от 1000 до 1800, следовательно рынок характеризуется сильным уровнем монополизации (концентрации) (олигополистический рынок).

Оценим долю концентрации рынка по формуле (2):

$$d_k = \frac{\sum_{i=1}^4 q_i}{Q_o}, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – объем продаж  $i$ -того предприятия, входящего в состав четырех крупнейших предприятий,

$Q_0$  – объем продаж по отрасли.

На основе данных табл. 1 проведем расчет доли концентрации рынка и оценим степень его монополизации.

$$d_k = \frac{42,7}{68,9} = 0,6$$

Проведя анализ доли концентрации рынка, сделаем вывод, что рынок поризованных керамических камней можно считать олигополистическим.

Сравнение основных показателей теплоизоляционно-конструкционных стеновых строительных материалов выявило, что поризованные керамические камни являются наиболее конкурентоспособным продуктом на рынке строительных материалов.

В результате проведенного маркетингового исследования установлено, что рынок поризованных керамических камней относится к растущему типу, при этом является олигополистическим с небольшим числом лидирующих производителей.

#### Библиографический список

1. Акулова И.И. Маркетинговые исследования рынка строительной продукции: методические указания. – Воронеж, 2017.
2. ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Технические условия».
3. ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия».
4. ТУ 5870-001-21655395-2000 «Пенобетон. Технические условия».
5. <https://www.v-kirpich.ru/>
6. <http://www.ryazanbrick.ru/>
7. <http://www.kzmstera.ru/>
8. <http://szlk-srn.ru/>
9. <http://www.lsrstena.ru/>
10. <http://www.kk-zavod.ru/>
11. <http://www.oomik.ru/>
12. <https://rimker.ru/>
13. <https://www.norsk-yar.ru/>
14. <http://vceramica.ru/>

#### References

1. Akulova I. I. Marketing researches of the market of construction production: methodical instructions. – Voronezh, 2017.
2. GOST 530-2007 «Brick and stone ceramic. Technical conditions».
3. GOST 31359-2007 «Concrete cellular autoclave hardening. Technical conditions».
4. TC 5870-001-21655395-2000 «Foam. Technical conditions».
5. <https://www.v-kirpich.ru/>
6. <http://www.ryazanbrick.ru/>
7. <http://www.kzmstera.ru/>
8. <http://szlk-srn.ru/>
9. <http://www.lsrstena.ru/>
10. <http://www.kk-zavod.ru/>
11. <http://www.oomik.ru/>
12. <https://rimker.ru/>
13. <https://www.norsk-yar.ru/>
14. <http://vceramica.ru/>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет  
Студент кафедры инноватики и  
строительной физики А.В. Ботиенко  
Россия, г.Воронеж, тел.8-961-186-97-21  
e-mail: BotienkoAlyona1996@mail.ru*

*Voronezh State Technical University  
The student of department innovations  
and construction physics A.V. Botienko  
Russia, Voronezh, tel.8-961-186-97-21  
e-mail: BotienkoAlyona1996@mail.ru*

**А.В. Ботиенко**

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВОЗОБНОВЛЕНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РФ**

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются существующие методы очистки водоёмов, в частности химический, физический, биологический, сорбционный, аэрация, а также метод воздействия на воду с помощью ультрафиолетового излучения. Проводится их сравнение и указываются особенности очистки. Рассматривается основное оборудование и техника, применяемая для каждого метода. Производится анализ эффективности очистки водоёма каждым из перечисленных методов.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, методы очистки, возобновление водных ресурсов, земснаряд, экологическая реабилитация.

**A.V. Botienko**

## **DEVELOPMENT OF MEASURES FOR THE RENEWAL OF WATER RESOURCES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Abstract:** This article discusses the existing methods of cleaning water bodies, in particular, chemical, physical, biological, sorption, aeration, as well as the method of exposure to water using ultraviolet radiation. They are compared and features of cleaning. The main equipment and equipment peculiar to each method are considered. The analysis of the effectiveness of cleaning water reservoir by each of these methods.

**Key words:** water resources, methods of cleaning, renewal of water resources, dredge, ecological rehabilitation.

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что ухудшение экологии является одной из главных проблем человечества. Качество воды, как одого из основных необходимых для жизни ресурсов живого мира и основного компонента промышленного производства, в течение последних десятилетий значительно ухудшается и свидетельствует о серьезных проблемах в гидросфере.

На качество водных ресурсов существенно влияют оседающие на дно взвешенные частицы, образующие донные отложения. Значение их для водных экосистем неоднозначно: с одной стороны, аккумулируя тяжёлые металлы и некоторые минеральные вещества, они способствуют самоочищению воды, с другой — при определённых условиях превращаются в источник вторичного загрязнения и отрицательно влияют на окислительно-восстановительные процессы в водной среде.

Вследствие этого сейчас остро стоит вопрос об экстренном проведении экологической реабилитации водоёмов Российской Федерации.

Экологическая реабилитация представляет собой систему мероприятий, направленных на улучшение состояния не только водоёма, но и прилегающей к нему территории. Экологическая реабилитация водоёма предполагает комплексный подход, включающий в себя улучшение качества воды, увеличение биологического разнообразия гидробионтов, очистку и укрепление берегов, организацию водоохранных зон, снижение объёма поступающих сточных вод, создание ливневых коммуникаций автомобильных мостов с целью отвода дождевых вод, обустройство и поддержание в чистоте рекреационных зон [1].

Каждый из рассматриваемых методов очистки результативен в своей сфере, но только благодаря комплексной очистке и биоинженерному восстановлению можно добиться желаемых результатов (рис.1).

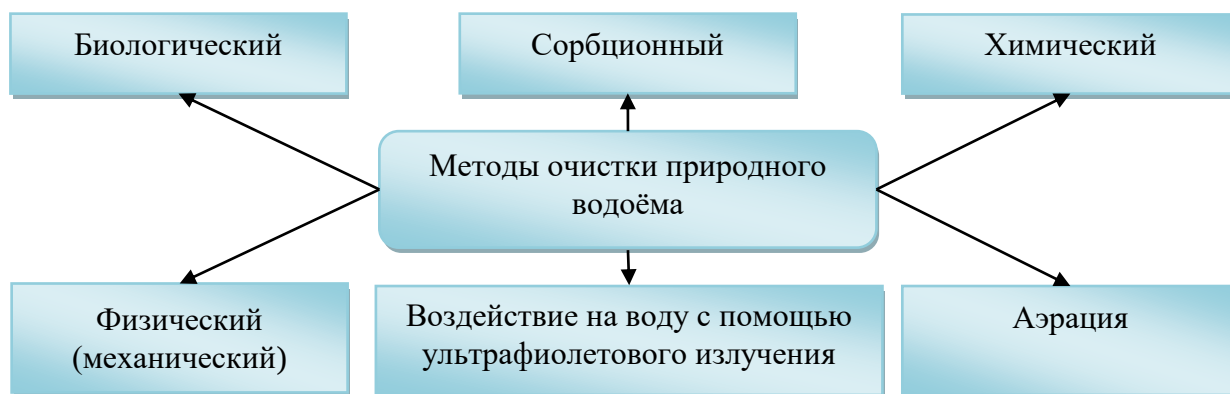


Рис. 1. Существующие методы очистки водоёма

#### 1. Физическая (механическая) очистка

Наиболее распространённым методом в силу простоты и дешевизны является механическая очистка, позволяющая избавиться от водных растений, водорослей и попавшего в водоём бытового мусора. На данный момент существует два вида механической очистки – с осушением водоёма и последующей очисткой и с использованием механического фильтра для воды.

В первом случае необходимо произвести осушение водоёма посредством откачивания воды, после чего приступить к обработке дна — удалению мусора, ила и прочих инородных элементов. После этого на очищенное дно наносится выбранное покрытие: песок, глина либо мелкие камни. В завершение процесса очистки водоём необходимо наполнить свежей водой. Данный метод очистки считается наиболее актуальным для небольших по размеру прудов и озёр.

Во втором случае очистка происходит за счёт прохождения потока воды через устройство, наполненное пористым материалом (в основном гравием либо кварцевым песком). Таким образом, водоросли и органические частицы задерживаются засыпкой и оседают в фильтре. Чем меньше фильтрующий материал, тем эффективнее очистка. В случае засора необходимо заменить фильтрующий материал.

#### 2. Химическая очистка

Химическая очистка заключается в том, что добавляя различные по составу химические реагенты, можно восстанавливать нормальный уровень кислотности воды, связывать вредный аммиак и соединения металлов, насыщать воду кислородом и растворять засоряющие водоём водоросли. Для этого необходимо предварительно провести анализ жидкости. Выявленные в ней соли тяжёлых металлов, продукты гниения и разложения, например аммоний и его соли, требуют нейтрализации. Необходимо тщательно и точно

рассчитать, какие вещества следует ввести в воду и в количестве, чтобы произошла нейтрализация и вода стала безопасной для живых организмов.

Зачастую применения химической очистки можно избежать, если в очищаемом водоёме произрастают растения-оксигенаторы (болотник, тилея, уруть, роголистник, элодея, фонтиналис), которые способствуют достаточному насыщению воды кислородом.

Химический и физический (механический) методы очистки считаются наиболее стрессовыми способами воздействия на экосистему.

### 3. Биологическая очистка

Биологическая очистка водоёма представляет собой внедрение в него микроорганизмов, растений или животных (растительноядные рыбы, двусторчатые моллюски, микроскопические водоросли, высшие водные растения и другие), процесс жизнедеятельности которых тем или иным образом повышает способность экосистемы к самоочищению и самовосстановлению. Также биологическая очистка осуществляется аэробными и анаэробными бактериями в специальном фильтре: в его камере помещается пористое вещество, способствующее поселению в нём микроорганизмов, питающихся органикой, которая задерживается этим материалом.

### 4. Сорбционная очистка

Близка к химической так называемая *сорбционная очистка* с использованием минералов цеолитов, которые закладываются в камеры фильтров или вводятся прямо в пруд в специальных сетках. Эти минералы имеют структуру «пористого кристалла» с жидким каркасом, благодаря чему обладают свойством извлекать из воды тяжёлые металлы, различные вирусы, радиоактивные элементы, фенол, аммоний, нитраты, нефтепродукты, органические загрязнители, аммиак и пестициды. Также цеолит способен уменьшить концентрацию таких элементов, как хлорид-ионы, фторид-ионы, удалить соли жёсткости и смягчить воду.

Цеолитовый фильтр считается подходящим для любой водоочистной станции, в составе которой содержатся фильтровые элементы. За счёт загрузки в фильтры природного цеолита взамен кварцевого песка или иных фильтрующих элементов повышается качество воды и увеличивается скорость фильтрации. Для поддержания химического равновесия в течение 1 года на водоём объёмом 1000 л необходимо около 1 кг минерала [2].

### 5. Воздействие ультрафиолетового излучения

Одним из популярных способов очистки воды в водоёме является применение ультрафиолетового излучения с длиной волны от 180 до 300 нм, которое воздействует на ДНК вирусов, бактерий, микроводорослей и тем самым уничтожает их. Ультрафиолетовый фильтр представляет собой корпус, внутри которого расположена специальная лампа. Конструкция устройства обязательно дополняется механизмом, предотвращающим зарастание лампы водорослями. Например, им может быть скользящий вдоль лампы пластиковый обод, обшитый с внутренней стороны поролоном и приводимый в движение специальной ручкой на внешнем корпусе фильтра. Для поддержания интенсивности УФ-излучения лампу рекомендуется заменять каждые один-два сезона.

### 6. Аэрация

Аэрация является одним из наиболее доступных и приемлемых способов улучшения санитарно-биологического режима водоёмов. Наиболее распространены физико-механические методы аэрации, основанные на усилении массообмена путём увеличения площади и времени контакта воды с воздухом.

Искусственное аэрирование верхней и средней частей Воронежского водохранилища производится ежегодно, начиная с 1977, однако проведения одной аэрации для улучшения кислородного режима и предупреждения заморов рыбы недостаточно [3].

Проанализировав технологию каждого из рассмотренных методов, можно прийти к выводу, что только механический способ очистки позволяет избавиться от донных

отложений и прочего бытового мусора. Таким образом, встаёт вопрос об использовании специализированной техники — земснарядов. Для очистки и углубления русла водоёмов на сегодняшний день применяется разнообразная техника, которую можно разделить по определённым параметрам (рис. 2).

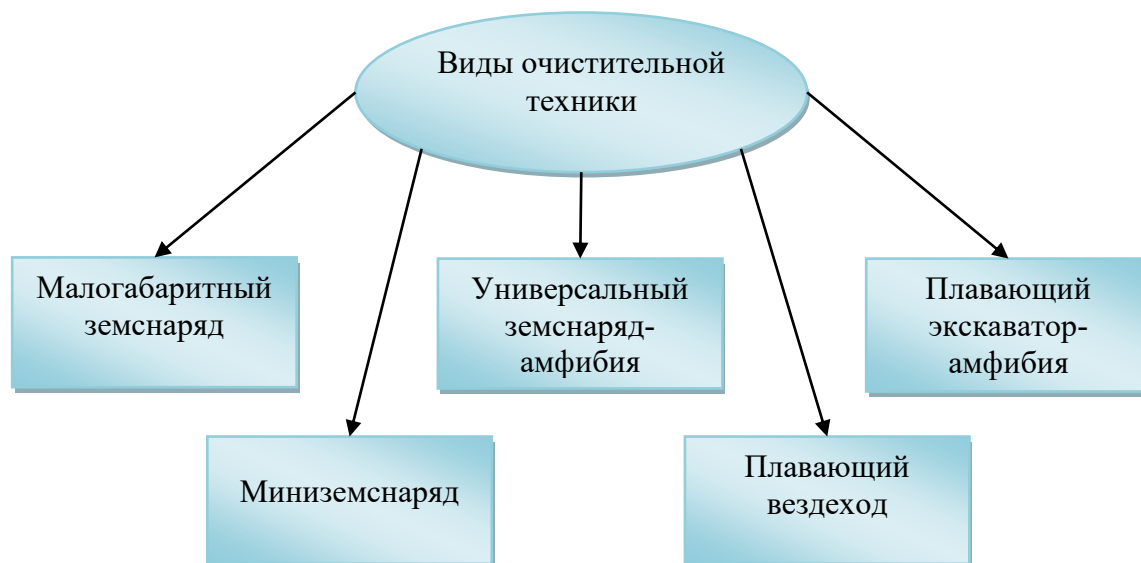


Рис. 2. Наиболее популярные виды техники для очистки водоёмов

Так, малогабаритный земснаряд, состоящий из одного или нескольких понтонов и имеющий в трюме и на борту все необходимые рабочие органы (грунтовый насос, грунтозаборную раму, механизмы перемещения и систему управления), применяется, как правило, при разработке слабосвязанных грунтов — сапропели, супеси, песка и ила. Устройство широко применяется при дноуглублении водоёма с песчаным руслом и намыве искусственных территорий. Одним из недостатков при работе корпусных земснарядов является обязательное наличие минимального количества воды, которое необходимо для погружения и свободного перемещения.

**Амфибии** — многофункциональные машины, способные работать на суше и в воде с высокой степенью производительности. Широко применяются при очистке и восстановлении русел водоёмов высокой степени сложности, в стеснённых условиях планировки подводной и надводной береговой полосы, строительстве и обслуживании гидротехнических сооружений. Успешно используется при проведении работ по удалению иловых отложений и подъёму топлёной древесины из русла водоёмов.

Основным отличием экскаватора-амфибии является плавучая ходовая часть, состоящая из понтонов. Гусеницы вращаются вокруг понтонов с помощью гидравлических приводов, благодаря которым экскаватор движется по суше и обводнённому грунту. Подобная платформа позволяет экскаватору работать на болотах и с поверхности воды без риска утонуть.

Плавающий земснаряд, оснащённый универсальным планировочным механизмом, способен оперативно выполнять работы по планировке и выравниванию береговой линии, а также производить очистку обводнённых берегов водоёмов.

**Миниземснаряды** — землесосные машины, основанные на принципе гидромеханизированной транспортировки небольших объёмов грунта по пульпопроводу на место складирования грунта.

Водоохранные мероприятия, рекомендуемые к проведению в целях улучшения качества воды, условно можно разделить на общие технические, технологические, профилактические и специальные защитные. Основными мероприятиями считаются

технические и технологические, такие как уменьшение количества промывочных растворов на предприятиях и их утилизация, разработка эффективных способов очистки и обезвреживания отходов на предприятии.

Рассмотрев наиболее популярные и доступные методы очистки водоёмов и проанализировав их ключевые характеристики, можно сделать вывод, что основным способом удаления отложений считается механический, альтернативой которому служит использование биопрепаратов. Несмотря на то, что оба метода имеют свои преимущества, применять их следует исключительно комплексно. Это сэкономит не только денежные, но и трудовые затраты. Помимо прочистки речного русла, необходимо устранение всех возможных источников загрязнений.

#### Библиографический список

1. Косинова И.И.. Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: Материалы четвертой научно-практической конференции. Петрозаводск, 30 сентября – 2 октября 2015 г. – Воронеж: «Издательство Научная книга», 2015. – 367 с.
2. Цеолит для воды: различные области применения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://biokit.ru/video-instructions/tseolit-dlya-vody/>
3. Мишон В.М. Воронежское водохранилище: комплексное изучение, использование и охрана / Мишон В.М., Склярова Т.В., Пашнев Г.С. и др. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2006. — 188с.

#### References

1. Kosinova I.I. Ecological geology: theory, practice and regional problems: Proceedings of the fourth scientific conference. Petrozavodsk, September 30 – October 2, 2015 — Voronezh: "Scientific Book Publishing House", 2015. — 367 pages.
2. Zeolite for water: various applications. [Electronic resource]. Access Mode: <https://biokit.ru/video-instructions/tseolit-dlya-vody/>
3. Mishon V.M. Voronezh reservoir: a comprehensive study, use and protection / Mishon V.M, Sklyarova T.V., Pashnev G.S. et al. — Voronezh: VSU Publishing House, 2006. — 188 pages.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Доцент кафедры инноватики и  
строительной физики С.Н. Дьяконова  
Россия, г.Воронеж, тел.8-920-410-13-55  
e-mail: sof1355@yandex.ru*

*Студент кафедры инноватики и  
строительной физики А.В. Ботиенко  
Россия, г.Воронеж, тел.8-961-186-97-21  
e-mail: BotienkoAlyona1996@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Docent of department of innovation and  
building physics S.N. Dyakonova  
Russia, Voronezh , ph. 8-920-410-13-55  
e-mail: sof1355@yandex.ru*

*The student of department innovations  
and construction physics A.V. Botienko  
Russia, Voronezh , ph. 8-961-186-97-21  
e-mail: BotienkoAlyona1996@mail.ru*

**С.Н. Дьяконова, А.В. Ботиенко**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются виды пылеулавливающих установок, выделяемые в зависимости от методов очистки. Проводится сравнение устройств мокрой и сухой очистки, обозначаются принципы их работы и основные достоинства, и недостатки каждой конструкции. Анализируются различные области применения пылесоса установки.

**Ключевые слова:** пыль, частица, газ, пылеулавливатель, циклон, очистка воздуха.

**S.N. Dyakonova, A.V. Botienko**

## **FEATURES OF APPLICATION OF DUST REMOVAL DEVICES**

**Abstract:** This article discusses the types of dust collection plants, which are divided by type and method of cleaning. There are devices for wet and dry cleaning. Their comparison, principles of work and the main advantages and disadvantages of each design are carried out. Analyzed various applications pilosicoli installations.

**Key words:** dust, particle, gas, dust collector, cyclone, air purification.

В настоящее время наиболее актуальна проблема запылённости воздуха не только в черте крупных городов, но и за их пределами. Пыль — совокупность мелкораздробленных частиц твёрдого вещества, находящихся во взвешенном состоянии. Пылью также обычно называют совокупность осевших частиц [1].

Пыль, туман и дым объединяются общим термином «аэрозоль».

Наиболее распространённым и вполне обоснованным способом защиты от вредных газов является создание вдоль дорог полосы зелёных насаждений, но это не всегда является возможным. Наиболее эффективным методом очистки воздуха можно считать установку пылеуловителей. Пылеуловитель (он же циклон) — это воздухоочиститель, зачастую используемый в промышленности, а также в некоторых моделях бытовых пылесосов для очистки газов или жидкостей от взвешенных частиц. Принцип очистки устройств — инерционный (с использованием центробежной силы), а также гравитационный.

Пылеулавливающее оборудование при всём своём многообразии может быть классифицировано по ряду признаков: по назначению, по основному способу действия, по эффективности, по конструктивным особенностям. Классификация пылеулавливающего

оборудования приведена в ГОСТ 12.2.043-80 «Оборудование пылеулавливающее. Классификация» [2].

В зависимости от способа отделения пыли от воздушного потока оно бывает следующим:

- оборудование для улавливания пыли сухим способом, при котором отделённые от воздуха частицы пыли осаждаются на сухую поверхность (сухая инерционная очистка);
- оборудование для улавливания пыли мокрым способом, при котором отделение частиц от воздушного потока осуществляется с использованием жидкостей (мокрая очистка).

Выбор метода и аппарата для улавливания аэрозолей в первую очередь зависит от их дисперсного состава (табл. 1) [3].

Таблица 1

Зависимость аппарата для улавливания от размера частиц

| Размер частиц, мкм | Аппараты                | Размер частиц, мкм | Аппараты            |
|--------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|
| 40 – 1000          | Пылеосадительные камеры | 20 – 100           | Скрубберы           |
| 20 – 1000          | Циклоны диаметром 1–2 м | 0,9 – 100          | Тканевые фильтры    |
| 5 – 1000           | Циклоны диаметром 1 м   | 0,05 – 100         | Волокнистые фильтры |
|                    |                         | 0,01 – 10          | Электрофильтры      |

В табл. 2 проводится сравнение наиболее популярных пылеулавливающих установок. Представлены типы пылеосадительных устройств, их принцип действия, ключевые достоинства и недостатки, а также варианты использования конструкций приводится в примечанных.

Таблица 2

Сравнительная характеристика пылеулавливающих установок

| Тип пылеулавливающей установки            | Принцип действия                                                                                                                                                                                     | Достоинства                                     | Недостатки                                                                                                                                  | Примечание                                                                      |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I. Сухая очистка</b>                   |                                                                                                                                                                                                      |                                                 |                                                                                                                                             |                                                                                 |
| Пылеосадительные камеры инерционного типа | Гравитационное осаждение частиц из горизонтально направленного потока газов, а также их инерционное осаждение при обтекании газовым потоком цепных или проволочных завес и отклоняющихся перегородок | Простота конструкции                            | Продолжительное время очистки, большие габариты                                                                                             | Улавливание крупных сырьевых частиц                                             |
| Жалюзийные аппараты                       | Отсасывание той части газового потока, разделённого жалюзийной решёткой, которая содержит основную массу пыли, обычно составляющую 10 – 20% от всего поступившего в пылеуловитель газа               | Простота конструкции и малая занимаемая площадь | Улавливание частиц размером не менее 20 мкм, снижение коэффициента очистки из-за износа жалюзийных решёток после трех месяцев использования | Очистка газов, образующихся при сжигании торфа, от крупных составляющих их золы |

Продолжение табл. 2

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Циклоны                   | Применение центробежной силы, образующейся при вращательно-поступательном движении потока газа. Частицы пыли, вместе с частью газа попавшие в циклон, под действием центробежной силы опускаются в бункер, а затем за счёт сил инерции отделяются от газов, меняющих направление на 180°. При движении этой части газов к выхлопной трубе они смешиваются с частью газов, не попавшей в бункер                                                    | Используются для очистки дымовых газов и улавливания пыли с высокой слипаемостью и абразивностью частиц | Поскольку бункер играет важную роль в аэродинамике циклонной очистки, то уменьшение размеров бункеров по сравнению с рекомендуемым приводит к снижению эффективности работы аппарата | Используются в одинарном или групповом исполнении. Могут иметь прямоточную или батарейную конструкцию. Прямоточные циклоны эффективно используются при небольшом содержании мелких частиц в очищаемых газах |
| Ротационные пылеуловители | Очищающая смесь газов приобретает вращательное движение с помощью рабочего колеса и попадает в кожух пылесборника, а затем очищенный газ выходит через выходной патрубок                                                                                                                                                                                                                                                                          | При работе не требуется дополнительное тягодутьевое устройство                                          | Высокая энергоёмкость                                                                                                                                                                | Применяются на первой ступени очистки воздуха, а также для улавливания волокнистой пыли                                                                                                                     |
| Дымососы-золоуловители    | Дымовой газ всасывается через входной патрубок и под действием центробежной силы, образующейся в результате вращения улитки рабочего колеса, осаждается на стенках корпуса дымососа, а затем посредством перепада давления, производимого крыльчаткой, через патрубок уловленной золы попадает в циклон. Очищенный газовый поток через крыльчатку тракта рециркуляции, снова закручивающей поток газа, повторно попадает в улитку рабочего колеса | При увеличении нагрузки коэффициент эффективности очистки остается неизменным                           | Быстрый износ крыльчатки рабочего колеса                                                                                                                                             | Используются для очистки дымовых газов от твёрдых частиц в котельных                                                                                                                                        |

| <b>II. Мокрая очистка</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Центробежные скрубберы                       | Частицы поступающего газового потока при помощи центробежных сил, образованных вращением лопастной направляющей, попадают на орошаемые стенки скруббера и, захватываясь каплями воды, вместе с ними выводятся из аппарата             | Простота конструкции                                                                                                                                         | Эффективно используются только при улавливании частиц размером менее 20 мкм                                                                         | Применяются в угольной промышленности для любых видов нецементирующей пыли                                              |
| Мокрые аппараты ударно-инерционного действия | Через входной патрубок частицы очищаемого газа попадают в резервуар с жидкостью и при повороте газового потока на 180° абсорбируются на водной поверхности, а очищенный поток газа удаляется через выходной патрубок                  | Простота конструкции, возможность регулировать их производительность, не влияя на эффективность очистки                                                      | Эффективно используются только при улавливании частиц размером менее 20 мкм                                                                         | Используются для очистки любых видов нецементирующей пыли                                                               |
| Полые газопромыватели                        | Входящие в цилиндрическую камеру частицы очищаемого газа абсорбируются распылённой жидкостью, а очищенный газ направляется к выходному патрубку                                                                                       | Высокая степень очистки                                                                                                                                      | Эффективно используются только при улавливании частиц размером более 10 мкм                                                                         | Используются для охлаждения и очистки газов от крупных частиц пыли                                                      |
| Насадочные газопромыватели                   | Осаждение частиц пыли в насадках обусловлено действием центробежных сил при криволинейном течении газа в пространстве пор и при обтекании углов элементов насадки. Инерционное осаждение при соударении газовых струй с поверхностями | Работа при низких скоростях газа                                                                                                                             | Частое забивание насадки                                                                                                                            | Эффективно применяются только для улавливания хорошо смачиваемой газовой смеси при условии абсорбции в процессе очистки |
| Барботажные и пенные аппараты                | Газы очищаются с помощью осаждения частиц пыли на пузырьках жидкости                                                                                                                                                                  | Промывание отверстий провальной тарелки жидкостью в процессе работы препятствует загрязнению отверстий тарелки, таким образом продлевая срок службы аппарата | Недопустимы значительные колебания нагрузки. Увлажнение очищаемого воздуха и образование суспензии, требующей дальнейшего разделения или утилизации | Используются для очистки сильно запылённых газов                                                                        |

|                            |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                              |                                                         |                                                              |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Дезинтеграторы             | Очищение пыли с помощью жидкости, распыляющейся лопатками ротора и поступающей со скоростью 90 м/с потоком газа               | Высокая эффективность при улавливании частиц размером более 1 мкм, возможность регулирования коэффициента эффективности работы увеличением количества лопастей ротора или статора устройства | Сложность конструкции                                   | Могут использоваться для осаждения смоляного тумана          |
| Скоростные газопромыватели | Частицы газового потока, поступающие в аппарат с высокой скоростью, распыляют орошающую его жидкость, а затем улавливаются ею | Высокая эффективность очистки                                                                                                                                                                | Быстрое загрязнение форсунок аппарата при использовании | Применяют для очистки газов от микронной и субмикронной пыли |

Таким образом, мы рассмотрели наиболее популярные виды пылеулавливающих установок, различающиеся не только по методу очистки воздуха (сухая и мокрая очистка), но и по фракциям осаждённых веществ (частицы пыли и прочие загрязняющие элементы).

Анализируя особенности применения рассмотренных конструкций и опираясь на их ключевые характеристики, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным устройством является циклон аппарат сухой очистки газов. Циклон не зависимо от своего диаметра способен уловить частицы от 5 до 1000 мкм, тем самым уступая только электрофилтрам, способным улавливать частицы от 0,01 мкм.

Также циклон является единственным пылеулавливающим аппаратом, конструкцию которого можно модернизировать (в частности, расположение лопастей для раскручивания потоков газа и их тип, диаметр конуса циклонного элемента, расположение бункера).

Следует учитывать, что эффективность не только циклона, но и прочих вихревых аппаратов с увеличением диаметра заметно падает. В таких случаях для увеличения эффективности очистки устройства необходимо использовать исключительно в групповом исполнении.

#### Библиографический список

1. Штокман Е. А. Очистка воздуха. — М.: АСВ, 1999. — 320 с.
2. ГОСТ 12.2.043-80. «Система стандартов безопасности труда. Оборудование пылеулавливающее. Классификация».
3. <http://biofile.ru/geo/24197.html>

#### References

1. Stockman, E. A. Purification of air. — M: ASV, 1999. — 320 p.
2. GOST 12.2.043-80. «The system of occupational safety standards. Dust-collecting equipment. Classification».
3. <http://biofile.ru/geo/24197.html>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный технический университет*

*Магистрант кафедры инноватики и строительной физики А.С. Вакулин,  
Россия, г.Воронеж, тел. +7(950)761-32-83,  
e-mail: alexvakulin@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Master of chair of innovation and construction physics A.S. Vakulin,  
Russia, Voronezh, tel. +7(950)761-32-83  
e-mail: alexvakulin@mail.ru*

**А.С. Вакулин**

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ И РОЕВЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ**

**Аннотация:** в статье рассматривается применение нескольких независимых нейронных сетей для решения задачи прогнозирования динамики фондового рынка в долгосрочной перспективе. За основу модели взята стандартная сеть прямого прохода. Для решения поставленной задачи используется сегментирование и кластеризация входных данных и последующее обучение нескольких независимых нейронных сетей с помощью роевых механизмов. Для повышения прогнозной эффективности предлагается метод объединения в рамках одной модели сети прямого прохода, использующей традиционный механизм обучения, и самообучающейся нейронной сети Кохонена.

**Ключевые слова:** искусственные нейронные сети, кластеризация данных, роевые методы обучения, сеть прямого прохода, карта самоорганизации, сеть Кохонена.

**A.S. Vakulin**

## **USING DATA CLUSTERIZATION AND SWARM INTELLIGENCE FOR STOCK MARKET PREDICTION VIA ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

**Abstract:** the article discusses the use of several independent neural networks to solve the problem of predicting the dynamics of the stock market in the long term. The model is based on a standard network of direct passage. To solve this problem we use segmentation and clustering of input data and subsequent training of several independent neural networks using swarming mechanisms. To improve the predictive efficiency, we propose a method of combining within a single model of a direct pass network using the traditional learning mechanism and a self-learning Kohonen neural network.

**Key words:** artificial neural network, data clusterization, swarm intelligence, feedforward network, self-organizing maps, Kohonen network.

Мировой финансовый рынок – это сложная, быстро меняющаяся динамическая система. Для эффективного прогнозирования его колебаний зачастую недостаточно использовать стандартные модели, и приходится разрабатывать более сложные алгоритмы, включающие в себя сразу несколько теоретических подходов. В рамках данной статьи рассматривается использование искусственных нейронных сетей – широко применяемого сегодня аналитического инструмента для прогнозирования фондового рынка на долгосрочном временном промежутке.

В качестве базовой модели возьмем простую сеть прямого прохода и осуществим достройку модели с целью повышения точности результатов ее работы. Простая модель сети

сводит к минимуму влияние на результат сложности самой сети и позволяет оценить эффективность применяемых в работе методов. Для повышения эффективности базовой нейронной сети используем роевой механизм обучения и введем несколько независимых нейронных сетей, которые будут конкурировать друг с другом. Принципиальное нововведение относительно других роевых моделей – использование особого набора входных данных. Эти данные будут получены путем сегментирования исходного временного ряда на основе расстояния Дженсона–Шеннона и последующего сведения в кластеры. Еще одним относительно новым механизмом будет адаптивная подстройка весов на основе карты самоорганизации (сети Кохонена). Для наглядной демонстрации эффективности работы нашей модели сравним динамику виртуального инвестиционного портфеля, построенного по ее прогнозам, с рыночной динамикой и динамикой виртуального портфеля, построенного на основе прогноза авторегрессионной модели.

Данная сеть проста в построении, что позволяет представить каждую сеть прямого прохода как независимый идентичный объект, а также произвести оценку изменения эффективности по мере усложнения модели. Наша сеть будет иметь два нейрона во входном слое, два нейрона в скрытом слое и один в выходном. В качестве функции активации используем стандартную логистическую функцию. Обучение сети будет происходить по методу наименьших квадратов: можно записать нашу нейронную сеть как функцию ошибки, которую мы будем стремиться свести к минимуму на скользящем периоде, равным в данном случае пяти торговым дням:

$$\sum_{i=z-5}^{z-1} \left( 1 + \exp \left( -\varepsilon \left( 1 + \exp \left( -\alpha r_{1,z} - \beta r_{2,z} \right) \right)^{-1} - \sigma \left( 1 + \exp \left( -\gamma r_{1,z} - \delta r_{2,z} \right) \right)^{-1} - r_{z-1} \right)^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $z$  – номер торгового дня;  $r_1, z, r_2, z$  – эмпирические входные данные для сети с определенным лагом;  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \sigma$  – веса сети, которые оптимизируются в процессе обучения по методу наименьших квадратов. Указав основные параметры базовой модели, мы можем перейти к ее доработке на основе:

1. кластеризации входных данных;
2. применения роевых механизмов обучения;
3. адаптивной подстройки весов с помощью карты самоорганизации (сеть Кохонена).

Для совершенствования исходной модели попытаемся внедрить в нее элементы роевого обучения. Алгоритмы роевого поведения заимствованы из природы, где группы животных (стаи, рои) демонстрируют неожиданно хорошие результаты при том, что каждая из особей обладает довольно примитивным разумом. В качестве набора «особей» используем отдельные независимые нейронные сети, описанные выше, которые затем будут конкурировать между собой и повышать общую эффективность модели. В данной работе предлагается следующее решение: обучать каждую нейронную сеть на отдельном временном ряду, вычленном из исходного массива данных. Для этого на каждом торговом шаге  $z$  будем работать со скользящим массивом из 200 значений логарифмической доходности индекса S&P 500. Внутри этого массива будет проводиться сегментирование данных, а затем объединение их в кластеры. В дальнейшем каждая из нейронных сетей будет обучаться на своем (не пересекающемся с другими) кластере [1].

Сегментирование данных будет производиться в соответствии с расстоянием Дженсона–Шеннона, которое является энтропией Кульбака–Ляйблера и часто используется для оценки различия между несколькими распределениями. Формально расстояние Дженсона–Шеннона (JS) можно задать следующим образом:

$$JS(p_1, p_2) = \frac{1}{2} (KL(p_1(x), p_2(x)) + KL(p_2(x), p_1(x))) \quad (2)$$

где  $p_1(x), p_2(x)$  – нормальные распределения;  $KL$  – расстояние Кульбака–Ляйблера между этими двумя распределениями, которое определяется как

$$KL(p_1(x), p_2(x)) = \sum_i \ln \left( \frac{p_1(i)}{p_2(i)} \right) p_1(i) \quad (3)$$

Саму процедуру сегментирования можно представить следующим образом. Мы предполагаем, что исходный массив может быть разбит на  $n$  отрезков. Для этого задаются два параметра: минимальное количество точек, которое будет задавать распределение (в нашем случае оно равно 5), и пороговое значение расстояния Дженсона-Шеннона для отличия одного сегмента от другого (в нашем случае оно будет равно 2).

Далее проводим итеративную процедуру деления исходного 200-точечного массива данных на сегменты. На первой итерации массив разбивается на две части. Точку разделения определяем на основе расстояния Дженсона-Шеннона, измеряемого между исходным распределением. Если исходное распределение представлено смесью из двух нормальных распределений слева и справа от этой точки, то для расстояния Дженсона-Шеннона  $JS(q)$  получим:

$$JS(q) = \log \frac{p_2(q)}{p_1} \quad (4)$$

$q$  – точка разделения исходного массива. Входящая в (4) величина  $p_1$  – функция правдоподобия исходного нормального распределения, определяется выражением

$$p_1 = \prod_{i=1}^N \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right) \quad (5)$$

где  $N$  – длина исходного массива (в нашем случае 200 точек);  $\mu, \sigma$  – параметры нормального распределения  $p_1$ . Величина  $p_2(q)$  – функция правдоподобия для смеси из двух нормальных распределений слева и справа от точки разделения  $q$ :

$$p_2(q) = \prod_{i=1}^q \frac{1}{\sigma_L \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(x-\mu_L)^2}{2\sigma_L^2} \right) \cdot \prod_{i=q+1}^N \frac{1}{\sigma_R \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(x-\mu_R)^2}{2\sigma_R^2} \right). \quad (6)$$

где  $\mu_L, \sigma_L$  – параметры нормального распределения слева от точки разделения  $q$ ;  $\mu_R, \sigma_R$  – параметры нормального распределения справа от точки разделения  $q$ .

На последующих итерациях каждая из получившихся частей разбивается надвое до тех пор, пока не будет выполнено одно из условий: либо длина сегмента станет равна минимально установленному размеру распределения, либо расстояние Дженсона-Шеннона окажется меньше порогового значения, т.е. распределение и смесь из двух его частей уже невозможно отличить друг от друга в информационном плане. После завершения процедуры сегментирования необходимо «склеить» получившиеся распределения в кластеры. Сведение нескольких групп данных в кластеры и определение их оптимального числа является непростой задачей, для решения которой могут быть использованы различные методы. В рамках нашей модели применим метод  $k$ -средних. Каждый из получившихся сегментов может быть нанесен на плоскость в виде точки с двумя координатами – параметрами распределения (среднее значение и стандартное отклонение). После этого слеует группировать точки вокруг центров кластеров, определяя центры так, чтобы суммарное квадратичное отклонение точек от центров было минимальным. Выбор количества кластеров производится эвристическим способом: увеличивается число кластеров последовательно до тех пор, пока качество кластеризации не перестанет существенно улучшаться. Качество кластеризации определяется суммой расстояний от точек кластеров до их центров  $S$ :

$$S = \sum_{i=1 \dots c} \sum_{j=1 \dots n} f(u_i, K_{i,j}) \quad (7)$$

где  $c$  – число кластеров;  $n$  – число точек в каждом кластере;  $u_i$  – центр  $i$ -того кластера;  $K_{i,j}$  – координаты точки в кластере;  $f(u_i, K_{i,j})$  – функция расстояния до центров кластеров.

По итогам процедуры кластеризации на каждом скользящем 200-точечном массиве было выявлено, что число кластеров, при котором качество кластеризации перестает существенно возрастать, равно пяти. На основе этого результата на следующем шаге зададим точно такое же число искусственных нейронных сетей (особей), которые будут конкурировать между собой. При этом следует отметить, что средние длины кластеров отличаются друг от друга не более чем на 20%, из чего можно сделать допущение, что каждая из нейронных сетей будет работать с информационной выборкой примерно одинаковой мощности. Кроме этого, проведенный анализ кластеров показал, что они распределены внутри общего массива достаточно равномерно, т. е. явные концентрации данных одного типа на отдельных сегментах (например, в начале или в конце массива) отсутствуют.

После того как каждый скользящий массив из 200 логарифмированных значений доходности фондового индекса S&P 500 был разбит на 5 различных кластеров с примерно одинаковой информационной мощностью, мы создали такое же число искусственных нейронных сетей-близнецов. Это точно такие же сети прямого прохода, что и описанные в (1), с той разницей, что в рамках каждого скользящего 200-точечного массива они будут обучаться не на 5-дневном отрезке, а на всех данных, включенных в отдельный кластер (длины кластеров могут варьироваться в зависимости от торгового дня  $z$ ).

Далее переходим к применению роевого механизма обучения. По итогам обучения на кластерах в каждой сети будут определены оптимальные веса. На основе этих весов каждая из пяти сетей на каждом торговом шаге  $z$  будет рассчитывать свой тестовый виртуальный инвестиционный портфель в течение 50 торговых дней, следующих за исходным 200-дневным скользящим массивом. В качестве порогового значения  $T$  может выступать как некая константа, взятая из области значения функции активации нейронной сети, или как определенная переменная. Например, мы можем попытаться принимать решение на основе сравнения прогноза сети с ее собственным значением на один или несколько временных шагов назад, или с лагированным значением доходности индекса S&P 500. Следует отметить, что мы намеренно старались использовать достаточно примитивное торговое правило, чтобы, по возможности, минимизировать влияние самого правила на общий результат работы модели.

Формально наше торговое правило имеет вид

$$G_z = \begin{cases} r_z, & \text{если } \sigma_z \geq T, \\ \text{иначе} - r_z \end{cases} \quad (8)$$

где  $G_z$  – логарифмическая доходность виртуального инвестиционного портфеля в торговый день  $z$  (чтобы вернуться к обычным доходностям, мы применяли экспоненциальную функцию для вычисления динамики виртуального инвестиционного портфеля;  $r_z$  – логарифмическая доходность индекса S&P 500 в торговый день  $z$ ;  $\sigma_z$  – скалярное значение прогноза нейронной сети для торгового дня  $z$ ;  $T$  – пороговое значение для прогноза.

Для всех сетей применялись одинаковые торговые правила, чтобы не предопределить выигрыш какой-либо из них. При этом тестовый виртуальный инвестиционный портфель определялся не единожды, он также был скользящим и соответствовал каждому из 200-точечных скользящих начальных массивов, из которых вычленились кластеры.

По итогам 50-дневной тестовой торговли среди нейронных сетей в рое определялся победитель на основе величины виртуального инвестиционного портфеля. Таким образом,

происходила конкуренция между сетями, и возникал определенный эволюционный отбор наиболее эффективной модели.

Однако в рамках данной модели мы решили пойти несколько дальше и передавать качества сети-победителя остальным сетям. Данный подход находится на стыке роевых механизмов обучения и генетических алгоритмов, когда определенные гены скрещиваются, мутируют и передаются от «родителей» к «потомкам».

После подстройки весов других сетей под веса сети-победителя повторяем тестовую торговлю на том же 50-дневном периоде. Мотив для осуществления этой операции заключается в том, что, по нашему предположению, в ходе обучения на кластерах сети прямого прохода могли найти локальный минимум ошибки прогноза, и повторная «прогонка» с улучшенными весами на том же массиве позволит прийти к глобальному минимуму. На практике это будет означать, что после повторной тестовой торговли «победителем» может оказаться другая сеть.

Подстройку весов остальных сетей под значения весов сети-«победителя» мы будем осуществлять с помощью добавления в модель еще одной нейронной сети – карты самоорганизации (сети Кохонена). Таким образом, в рамках одной модели мы соединяем сеть прямого прохода, использующую традиционный механизм обучения по методу наименьших квадратов («обучение с учителем»), роевые и эволюционные методы обучения, а также самообучающуюся нейронную сеть, которой является карта самоорганизации. Сеть Кохонена в плане архитектуры представляет собой несколько иную структуру, чем сеть прямого прохода. По сути, в ней речь идет о различных отображениях исходных векторов-сигналов в пространстве выходного слоя, который имеет большую размерность. В качестве весов, которые обычно оптимизируются при работе с искусственными нейронными сетями, в картах самоорганизации будут выступать группы координат, которые задают отображения исходного вектора в выходном пространстве [2].

Сеть Кохонена можно рассматривать как сигнальную систему: отображения исходного вектора (или векторов) конкурируют между собой, в результате чего и происходит активизация одного из нейронов. Процесс ее оптимизации представляет собой встраивание других отображений в топологическую окрестность вокруг победившего нейрона. Процесс определения упорядоченной топологической окрестности вокруг отображения-«победителя» называется процессом кооперации, а подстройка других отображений под свойства данной топологической области – процессом адаптации. При использовании сети Кохонена в нашей модели будем считать, что поиск победившего отображения уже выполнен. Мы определили отображение-«победитель» (в нашем случае это веса отдельной нейронной сети из роя), на основе величины тестового виртуального инвестиционного портфеля по итогам 50-дневной торговли и теперь можем перейти непосредственно к процессам кооперации и адаптации сети Кохонена. Обычно под «отображениями» подразумеваются веса внутри одной сети Кохонена, однако в данном случае мы предположили, что конкуренция происходит между несколькими независимыми нейронными сетями.

Пошагово процессы кооперации и адаптации сети Кохонена могут быть представлены следующим образом. Формируется топологическая окрестность вокруг сети-«победителя», которая определяет то, каким образом веса других сетей должны измениться в зависимости от весов сети-«победителя» (процесс кооперации). Топологическую окрестность мы будем находить на основе Евклидова расстояния между весами сети-«победителя» и весами остальных сетей. Полученные Евклидовы расстояния используем в качестве аргументов функции Гаусса (9), которая будет экспоненциально убывать во времени, а именно на каждой последующей итерации. Отметим, что именно использование Гауссовой функции обеспечивает нелинейное преобразование в сети Кохонена:

$$h_n^j = \exp\left(-\frac{|w_{n-1}^j - w_{n-1}^{in}|^2}{2\sigma^2 \exp(-2n/\tau_0)}\right) \quad (9)$$

где  $h_n^j$  – функция топологической окрестности;  $w$  – веса одной из нейронных сетей из (1),  $j$  – номер сети;  $n$  – номер итерации, на которой осуществляется подстройка весов;  $w_{in}$  – номер сети-«победителя», по весам которой корректируются веса других сетей;  $\sigma$  – стандартное отклонение Гауссова распределения;  $\tau_0$  – временная константа.

Затем производится подстройка весов в других сетях под веса сети-«победителя» с помощью следующей итеративной процедуры обучения

$$w_n^j = w_{n-1}^j + \eta \exp\left(-\frac{n}{\tau_{-1}}\right) h_n^j (X - w_{n-1}^j) \quad (10)$$

где  $X$  – эмпирический вектор из исходного 200-точечного массива данных с определенным лагом ко дню прогноза;  $w$  – веса одной из нейронных сетей из (1);  $j$  – номер сети;  $n$  – номер итерации, на которой осуществляется подстройка весов;  $\eta$  – параметр, влияющий на скорость обучения. Одно из условий стохастической аппроксимации (разновидностью которой является сеть Кохонена) – это зависимость параметра обучения от времени, что обеспечивается с помощью множителя на основе экспоненциальной функции (в нашем случае параметр обучения будет убывающим);  $\tau$  – временная константа.

После того, как процесс адаптации весов других сетей из роя завершен, мы вновь осуществляем тестовую торговлю на том же скользящем 50-дневном периоде и на основе величины нового тестового портфеля опять определяем победившую нейронную сеть.

Полученные результаты говорят о том, что практически в 100 % случаев после подстройки весов в сети Кохонена номер сети-«победителя» менялся. Это служит убедительным доказательством того, что в ходе первой тестовой торговли мы, скорее всего, находили лишь локальный минимум ошибки прогноза, а после внедрения процессов кооперации и адаптации сети Кохонена приходили в глобальный минимум. Прежде чем перейти к обзору результатов работы модели, еще раз кратко пошагово зафиксируем наш алгоритм (рис. 1):

- было произведено сегментирование и кластеризация исходных эмпирических данных (снова заметим, что обучающая выборка постоянно смещается, и мы выполняем процедуру сегментирования и кластеризации для каждого торгового дня);
- пять идентичных нейронных сетей из (1) провели первый тестовый торговый раунд на скользящем 50-дневном промежутке;
- для каждого скользящего 50-дневного промежутка была определена сеть-«победитель» по наибольшей абсолютной величине торгового портфеля;
- с помощью механизма, заимствованного из карт самоорганизации (сеть Кохонена), на том же 50-дневном скользящем промежутке была осуществлена подстройка весов остальных четырех сетей под веса сети-«победителя»;
- те же пять нейронных сетей провели еще один тестовый торговый раунд на том же 50-дневном скользящем промежутке;
- вновь для каждого скользящего 50-дневного промежутка была определена сеть- «победитель» по наибольшей абсолютной величине торгового портфеля, причем почти всегда это была не та же сеть, что на шаге 3.

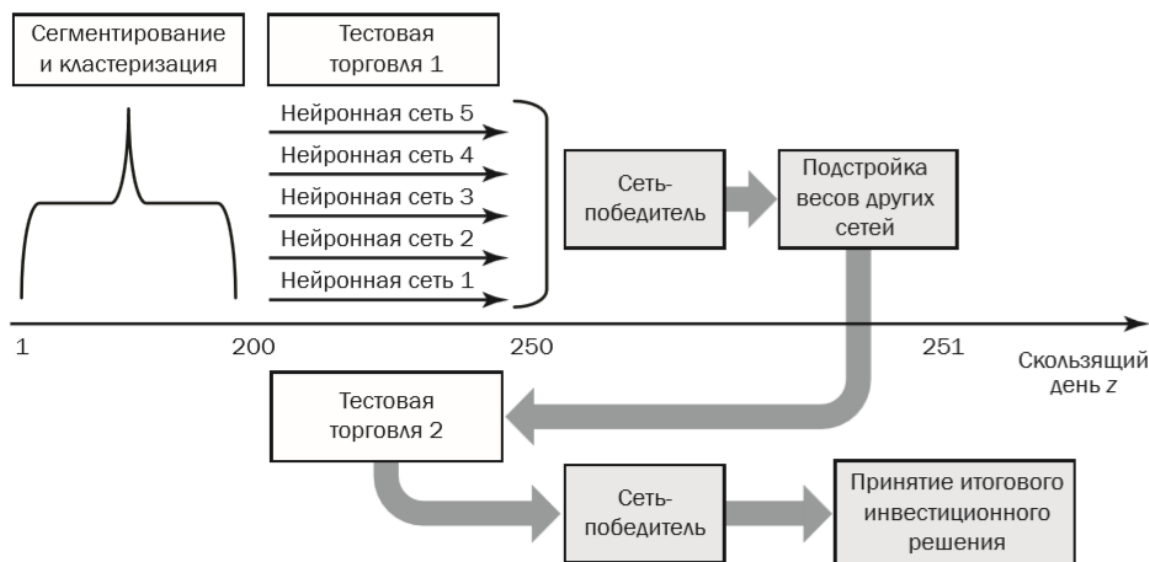


Рис. 1. Схема работы модели

Заметим, что оба тестовых торговых раунда – на шаге 3 и 6 – проводились по заранее известным данным, т. е. они пытались построить аппроксимацию по заранее известным данным. Для реальной торговли это неприменимо, потому что в день  $z - 1$  мы никогда не можем знать значение доходности в день  $z$ . Поэтому итоговый прогноз нашей модели будет формироваться на основе выходного значения сети, победившей на шаге 7, на 1 торговый день вперед за границами обучающей выборки.

Для обеспечения лучшей сравнимости с другими моделями принятия решений сопоставим результаты нашей модели с результатами прогноза по простой авторегрессионной модели:

$$r_z^* = \alpha_z + \beta_z r_{z-1} \quad (11)$$

Начальное значение портфеля, формируемого на основе прогнозов искусственных нейронных сетей, было равно 1. Далее, в зависимости от прогноза сетей, мы ежедневно вставляли в длинную либо в короткую позицию, руководствуясь торговым правилом из (8). Начальное значение портфеля на основе авторегрессии было равно 1. Далее, в зависимости от значения прогноза, мы ежедневно вставляли в длинную либо в короткую позицию, руководствуясь торговым правилом из (8). Под рыночной динамикой мы будем понимать динамику доходности самого индекса S&P 500 во времени (рыночный портфель), при том, что в начале рассматриваемого периода мы принимали его значение равным 1.

Наше предположение состоит в том, что если с помощью торговой стратегии, основанной на использовании искусственных нейронных сетей, нам удастся превзойти динамику рынка и авторегрессионный прогноз, то это будет сигналом того, что данный алгоритм способен с некоторой степенью достоверности воспроизводить поведение действующих на нем агентов.

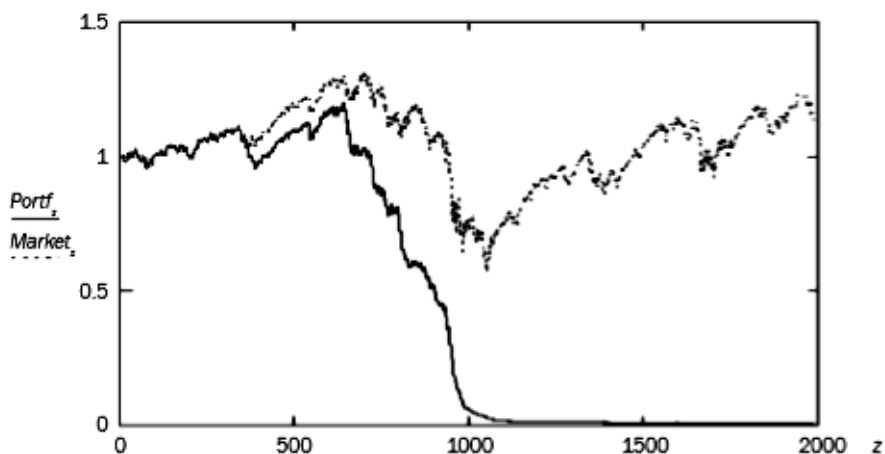


Рис. 2. Торговые результаты, полученные с помощью простой нейронной сети прямого прохода

В качестве дополнительной проверки эффективности нашей модели мы выясним, является ли превышение доходности виртуального инвестиционного портфеля над рыночным на рис. 2 случайным, либо такая динамика закономерна. Если связь между рыночной и портфельной доходностью полностью отсутствует, это будет означать, что наши инвестиционные результаты могли получиться вследствие случайного стечения обстоятельств. Напротив, если между двумя рядами существует статистически значимая взаимосвязь, это будет говорить о том, что результаты работы модели в некоторой степени обусловлены реальными эмпирическими данными и их обработкой.

Для выполнения этой задачи мы начнем с расчета коэффициента корреляции Пирсона между временными рядами Portfolio и Market. Его значение равно 0,66, и он статистически значим на 95% – доверительном интервале (t-статистика равна 82,02 при t-критическом – 1,97, что говорит о необходимости отвергнуть нулевую гипотезу о незначимости коэффициента).

Далее проведем тест причинности Грейнджера, с помощью которого выясним, существует ли причинная зависимость ряда Portfolio от ряда Market. Для выполнения теста Грейнджера необходимо построить две регрессии. Первая – простая авторегрессия для временного ряда Portfolio с лагом в один день. При этом мы должны подобрать лаги регрессора так, чтобы коэффициент при нем был значимым. В нашем случае t-статистика для коэффициента  $b$  равна 755,18 при t-критическом – 1,97, что говорит о необходимости отвергнуть нулевую гипотезу о незначимости коэффициента.

После этого мы строим вторую регрессию, в которую включаем значения временного ряда Market. Мы вновь должны подобрать лаг переменной Market так, чтобы коэффициент при ней был статистически значимым. В нашем случае t-статистика для коэффициента  $g$  равна – 2,28 при t-критическом – 1,97, что говорит о необходимости отвергнуть нулевую гипотезу о незначимости коэффициента.

После того, как обе регрессии построены, мы рассчитываем на основе сумм их квадратичных ошибок F-статистику, которая и должна дать итоговый ответ по тесту Грейнджера. В нашем случае F-статистика равна 58,71, при F-критическом – 3,02. Следовательно, нулевая гипотеза теста Грейнджера о том, что временной ряд Market причинно не обуславливает временной ряд Portfolio, должна быть отвергнута [3].

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что существует значимая статистическая взаимосвязь между реальной рыночной доходностью и нашим виртуальным инвестиционным портфелем. Это означает, что положительная динамика портфеля относительно рынка не может быть признана случайной.

Итак, мы получили еще одно подтверждение и можем с уверенностью говорить, что наша модель может быть успешно использована для прогнозирования фондового рынка на долгосрочном временном интервале.

Кроме этого необходимо выделить и другой, более важный с научной точки зрения, результат. Успех нашей модели в прогнозировании реальной рыночной динамики говорит о том, что в соответствии с нашими исходными предположениями мы смогли сконструировать механизм, который с достаточно высокой точностью воспроизводит алгоритм принятия решений индивидуумами, действующими на рынке. Это еще раз подтверждает перспективность использования искусственных нейронных сетей для построения моделей, призванных имитировать реальные биохимические процессы в голове человека.

#### Библиографический список

1. Исаков А.В. Сигнальная модель для внутреннего денежного рынка // Прикладная эконометрика, 2013.–29 с.
2. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети: Теория и практика. – Телеком, 2002. – 382 с.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – Вильямс, 2006. – 1104 с.

#### References

1. Isakov A. V. Signal model for the domestic money market // Applied econometrics, 2013. – 29 p.
2. Kruglov V. V., Borisov V. V. Artificial neural networks: Theory and practice. – Moscow: Telecom, 2002. – 382 p.
3. S. Haikin Neural networks: full course. – Williams, 2006. – 1104 p.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Доцент кафедры инноватики*

*строительной физики С.Н. Дьяконова*

*Россия, Воронеж, тел. +7 (920) 410-13-55*

*e-mail: sof1355@yandex.ru*

*Студент кафедры инноватики*

*строительной физики В.К. Васильченко*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(905)658-97-96*

*e-mail: vasilchenko.valeria@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Docent of department of innovation and  
building physics S.N. Dyakonova*

*Russia, Voronezh, tel. +7(920) 410-13- 55;*

*e-mail: sof1355@yandex.ru*

*The student of department innovations and  
construction physics V.K. Vasilchenko*

*Russia, Voronezh, tel. +7(905) 658-97-96*

*e-mail: vasilchenko.valeria@yandex.ru*

**С.Н. Дьяконова, В.К. Васильченко**

### **СИСТЕМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

**Аннотация:** еще в 2008 году распознавание человека по его биометрическим данным было скорее темой научных дискуссий и исследований, сейчас же оно превратилось в реальную технологию. К ней проявляют интерес не только коммерческие организации, но и государственные учреждения. В работе проведен сравнительный анализ биометрических технологий, в результате которого была выявлена наиболее эффективная система контроля и управления доступом для учебных заведений.

**Ключевые слова:** биометрия, биометрические технологии, идентификация личности, распознавание по лицу.

**S.N. Dyakonova, V.K. Vasilchenko**

### **A SYSTEM OF BIOMETRIC IDENTIFICATION IN SCHOOLS**

**Abstract:** Back in 2008, the topic of recognizing a person according to his biometric data was more likely a topic of scientific discussions and research, but now it has become a real technology. Not only commercial organizations, but also government institutions are interested in it. A comparative analysis of biometric technologies was carried out, which resulted in the identification of the most effective access control and management system for educational institutions.

**Key words:** biometrics, biometric technologies, personal identification, face recognition.

Как известно, под биометрией понимают методы автоматической идентификации человека и подтверждения личности, основанные на физиологических или поведенческих характеристиках. На сегодняшний день биометрические технологии очень актуальны. Во-первых, биометрические системы работают намного проще и эффективнее и исключают человеческий фактор (например, случаи, когда пользователь системы может забыть пароль или потерять смарт-карту). Для подтверждения личности пользователю достаточно предоставить свои биометрические параметры, которые всегда находятся при нём. Во-вторых, технология позволяет автоматизировать процесс пропуска пользователей и защитить от проникновения на объект посторонних лиц.

Современная аутентификация основывается на двух основных методах – статистическом и динамическом.

Статистические методы основываются на физиологических характеристиках человека, которые свойственны ему от самого рождения до смерти и не могут быть потеряны либо украдены.

Динамические методы основываются на поведенческих характеристиках человека – подсознательных движениях в процессе воспроизведения или повторения какого-либо обыденного действия [1].

На диаграмме представлена примерная динамика развития рынка биометрических систем. Наиболее распространенным является статистический метод аутентификации. Динамическая аутентификация, в свою очередь, занимает лишь 20% рынка, однако в последнее время наблюдается активное развитие данного метода.

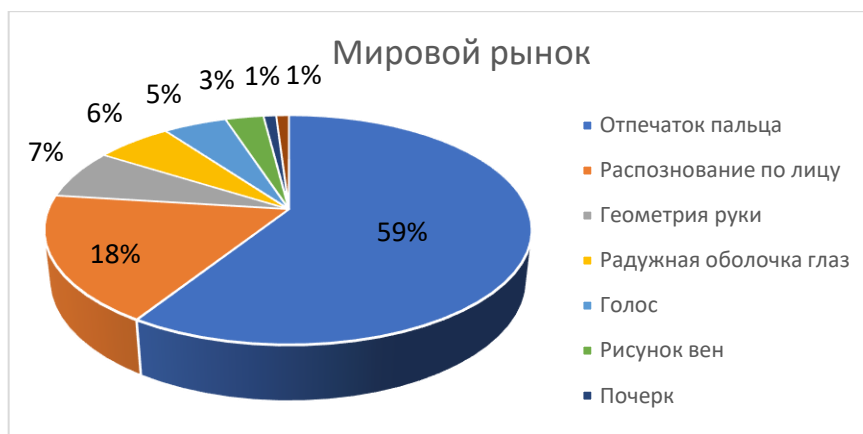


Рис. 1. Мировой рынок биометрических технологий

В глобальном пространстве лидирующую роль занимает технология цифрового отпечатка пальца, в России же наблюдается активный рост технологии распознавания по лицу. За последние 3 года технология увеличила свою долю в общем объеме российского биометрического рынка почти до 50% [2].

Все биометрические системы работают по одинаковой схеме и, как правило, состоят из двух основных частей: аппаратных средств и специализированного программного обеспечения аутентификации. Аппаратные средства могут представлять собой биометрические сканеры или терминалы. Их главной задачей является зафиксировать те или иные биологические данные и преобразовать полученную информацию в цифровую модель, доступную компьютеру.

Итак, в любой биометрической системе идентификация проходит в четыре этапа:

1. процесс записи – система запоминает биометрический параметр, предоставляемый ей пользователем;
2. процесс выделения – полученная системой информация обрабатывается и преобразовывается в математический код;
3. процесс сравнения – сохраненный образец сравнивается с вновь представленным биометрическим образцом;
4. процесс принятия решения «совпадение/несовпадение» – система решает, совпадают ли образцы, и выносит решение.

Главными для оценки любой биометрической системы являются два параметра:

- FAR (False Acceptance Rate) - коэффициент ложного пропуска, т. е. процент возникновения ситуаций, когда система разрешает доступ пользователю, не зарегистрированному в системе;
- FRR (False Rejection Rate) - коэффициент ложного отказа, т. е. отказа в доступе настоящему пользователю системы.

Обе характеристики получают расчетным путем на основе методов математической статистики. Чем ниже эти показатели, тем точнее распознавание объекта. В таблице 1 приведено сравнение некоторых методов идентификации, используемых системами контроля и управления доступом [3].

Существует тенденция активного развития сценариев, связанных с клиентскими сервисами. Данную тенденцию можно наблюдать в различных потребительских сегментах: на транспорте - от систем видеонаблюдения и биометрических СКУД (систем контроля и управления доступом) к системам саморегистрации; на спортивных объектах — от систем видеоаналитики к биометрии и развитию «безбумажных» технологий в билетных кассах;

Таблица 1

Сравнительная характеристика биометрических систем

| <b>Биометрическая СКУД<br/>использует:</b> | <b>FAR</b> | <b>FRR</b> |
|--------------------------------------------|------------|------------|
| Отпечаток пальца                           | 0,001%     | 0,6%       |
| Распознавание лица 2D                      | 0,1%       | 2,5%       |
| Распознавание лица 3D                      | 0,0005%    | 0,1%       |
| Радужная оболочка глаза                    | 0,00001%   | 0,016%     |
| Рисунок вен                                | 0,0008%    | 0,01%      |

Сравнительная характеристика биометрических систем по коэффициентам FAR и FRR в банковском секторе — от физических СКУД и доступа к корпоративным информационным системам к удаленной идентификации клиентов; в ритейле — от систем учета рабочего времени сотрудников к биометрическим платежным системам, персонализированным сервисам, биометрическим системам check-in и использованию биометрических идентификаторов как эффективного инструмента в рекламе и маркетинге [4].

*Разработка биометрической системы контроля и управления доступом на примере ВГТУ*

Внедрение биометрической СКУД осуществляется в три основных этапа:

1. закупка оборудования;
2. установка;
3. ремонт и обслуживание.

На рынке российских биометрических терминалов в настоящее время уже представлено множество вариантов. Диапазон цен колеблется от 30 000 до 150 000 руб.

Для успешной пропускной работы нам необходимо закупить порядка 15 терминалов, отвечающих следующим требованиям:

- поддерживаемые внешние устройства: турникеты;
- используемые идентификаторы: геометрия лица;
- кол-во шаблонов – от 800 и выше;
- терминал русифицирован и поддерживает несколько языков;
- учет рабочего времени;
- функции защиты от двойной регистрации лица и попытки доступа по фотографии.

Удалось подобрать несколько терминалов, их сравнительная характеристика приведена в табл. 2.

Из них, мы выбрали наиболее подходящий по характеристикам нам. Для установки необходимо провести кабель для подзарядки терминалов. Подключить устройство к турникетам, разместив терминал на расстоянии 110 см от пола и подключить их ПК.

По предварительному подсчету затраты составляют 658 900 руб.

Сравнительная характеристика биометрических терминалов

|                        | <b>ZK Teco<br/>SFace900</b>                                                                                                                                                                                          | <b>DAHUA DH1-<br/>ASA4214F-D</b>                                                                                                                                                                                                                                           | <b>BioTime TF7</b>                                                                                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Производитель</b>   | Украина                                                                                                                                                                                                              | Китай                                                                                                                                                                                                                                                                      | Россия                                                                                                                                                                |
| <b>Память шаблонов</b> | Лицо: 3000<br>Отпечаток:<br>3000<br>Смарт-карта:<br>10000                                                                                                                                                            | Лицо: 1000<br>Отпечаток: 3000<br>Смарт-карта: 30000                                                                                                                                                                                                                        | Лицо: 800<br>Отпечаток: 1500<br>Смарт-карта: 3000                                                                                                                     |
| <b>Коммуникации</b>    | TCP/IP,<br>RS232/485,<br>USB для Flash-<br>накопителей,<br>USB-data.                                                                                                                                                 | Wi-Fi 802.11 b/n/g,<br>TCP/IP +, RS-485 +,<br>RS-232 +                                                                                                                                                                                                                     | TCP/IP                                                                                                                                                                |
| <b>Доп. функции</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• переключение режима прохода по времени</li> <li>• самоочистка, Т9</li> <li>• авто-перевод времени «зима-лето»</li> <li>• защита от считывания лиц с фото и видео</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• детекция лиц в режиме реального времени</li> <li>• защита от считывания лиц с фото и видео</li> <li>• высокая эффективность работы в условиях плохого освещения</li> <li>• датчик тревоги, разные режимы разблокировки</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• функции защиты от двойной регистрации лица и попытки доступа по фотографии</li> <li>• подсветка лица пользователя</li> </ul> |
| <b>Цена, руб.</b>      | 37 700                                                                                                                                                                                                               | 50 390                                                                                                                                                                                                                                                                     | 28 900                                                                                                                                                                |

#### Выводы

Биометрические технологии активно проникают в различные сферы жизни во всем мире. Уже сейчас технологии биометрической идентификации личности стали неотъемлемым компонентом мирового рынка информационных технологий. Биометрические технологии являются инновационными методами минимизации мошенничества и преступности.

В статье была представлена разработка биометрической системы контроля и управления доступом на примере ВГТУ. Подводя итоги, можно сказать, что:

- данная система характеризуется новизной;
- затраты на установку незначительны, т. к. терминалы подключаются к уже имеющимся турникетам и подключаются к ПК по Wi-Fi;
- система удобна в использовании, имеет функцию учета рабочего времени;
- повышается уровень безопасности и противодействия террору.

Библиографический список

1. Краткая история биометрии // Журнал «TAdviser. Государство. Бизнес.ИТ». – 2011.
2. Обзор международного рынка биометрических технологий и их применение в финансовом секторе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cbr.ru/content/document/file/36012/rev\\_bio.pdf](http://www.cbr.ru/content/document/file/36012/rev_bio.pdf)
3. Достов В. Л., Шуст П. М., Козырева А. Д. Новые концепции применения риск-ориентированного подхода при осуществлении процедур идентификации // Юридическая наука. – 2017. – № 5. – С.104–112.
4. Крылова И. Ю., Рудакова О. С. Биометрические технологии как механизм обеспечения информационной безопасности в цифровой экономике // Молодой ученый. – 2018. – №45. – С. 74-79.

References

1. A brief history of biometrics // Journal «TAdviser. State. Business.IT». – 2011.
2. Review of the international market of biometric technologies and their application in the financial sector. [Electronic resource.] – Mode of access: [http://www.cbr.ru/content/document/file/36012/rev\\_bio.pdf](http://www.cbr.ru/content/document/file/36012/rev_bio.pdf)
3. V. L. dostov, Shust, P. M., Kozyrev A. D. a New concept of applying a risk-based approach in the implementation of procedures to identify // Legal science. – 2017. – № 5. – P. 104–112.
4. Krylova I. Yu., Rudakova O. S. Biometric technologies as a mechanism of information security in the digital economy // Young scientist. – 2018. – №45. – P. 74-79.

УДК 336(075)

Воронежский государственный  
технический университет

Студент кафедры строительных  
конструкций оснований и фундаментов  
профессора Ю.М. Борисова Е.В. Гопиенко

Россия, г.Воронеж, тел.8-920-437-00-02

e-mail: gopi.alena@gmail.com

Студент кафедры строительных  
конструкций оснований и фундаментов  
профессора Ю.М. Борисова Р.В. Карандеев

Россия, г.Воронеж, тел.8-908-132-07-36

e-mail: roma\_karandeev@mail.ru

Студент кафедры строительных  
конструкций оснований и фундаментов  
профессора Ю.М. Борисова А.Р. Абдуллоев

Россия, г.Воронеж, тел.8-906-678-28-62

e-mail: avzalsho.abdulloev94@mail

Voronezh State Technical University

Student of the Faculty of secondary  
vocational education E.V. Gopienko

Russia, Voronezh, tel.8-920-437-00-02

e-mail: gopi.alena@gmail.com

Student of the Faculty of secondary  
vocational education R.V.Karandeyev

Russia, Voronezh, tel. 8-908-132-07-36

e-mail: roma\_karandeev@mail.ru

Student of the Faculty of secondary  
vocational education A. R. Abdulloev

Russia, Voronezh, tel.8-906-678-28-62

e-mail: avzalsho.abdulloev94@mail E.B.

**Е.В. Гопиенко, Р.В. Карандеев, А.Р. Абдуллоев**

## **УКРЕПЛЕНИЕ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ НА СКЛОНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНОГО МУСОРА НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НА БЕРЕГУ ВОДОХРАНИЛИЩА В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖ**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема укрепления разнородных водонасыщенных грунтов цементацией на примере конкретного объекта. Приводятся характеристики, полученные в ходе лабораторных испытаний образцов различной глубины заложения до и после укрепления. Объясняется физико-химический смысл использования б/у шлакоблока и глины для создания полускального основания.

**Ключевые слова:** укрепление водонасыщенных грунтов, цементация грунтов, использование б/у строительных материалов, характеристики грунта, производство работ.

**E.V. Gopienko, R.V. Karandeev, A.R. Abdulloev**

## **STRENGTHENING OF WATER-SATURATED SOILS ON THE SLOPE WITH THE USE OF CONSTRUCTION DEBRIS, ON THE EXAMPLE OF THE CONSTRUCTION ON THE BANK OF THE RESERVOIR IN THE CITY OF VORONEZH**

**Abstract:** this article discusses the strengthening of dissimilar water-saturated soils by cementation on the example of a specific object. The characteristics obtained during laboratory tests of samples before and after strengthening, of various depths are given. The physico-chemical meaning of using second-hand cinder block and clay to create a semi-rock base is explained.

**Key words:** strengthening of saturated soils, cementation of soils, the use of used building materials, soil characteristics, construction works.

Закрепление грунтов широко применяется при строительстве промышленных и гражданских зданий, в гидротехническом, подземном, дорожном строительстве и горном деле. Оно используется для: усиления грунтовых оснований зданий и сооружений; укрепления откосов выемок дорог и стенок котлованов; предупреждения деформаций

склонов; предупреждения деформаций горных выработок и тоннелей и борьбы с водопритоками в них; создания противофильтрационных завес в основании гидротехнических сооружений; защиты бетонных и каменных сооружений (фундаментов) от агрессивного воздействия; увеличения несущей способности свай, анкерных устройств, опор большого диаметра; удаления связанной воды из грунта; увеличения коэффициента уплотнения грунта; снижения пучинистости грунтов.

В результате закрепления грунтов увеличивается их несущая способность и устойчивость, повышается прочность и водонепроницаемость, увеличивается сопротивление размыву.

Закрепление грунтов достигается принудительным нагнетанием в грунт различных вяжущих материалов, а также воздействием на массив грунта различных физических полей: электрическим током, нагреванием и охлаждением.

В нашем случае использовался метод укрепления объемной цементацией, так как именно он способствовал решению проблемы водонасыщенности грунтов строительной площадки. После осуществления цементации основание стало обладать свойствами полускального массива, которые были проверены в лаборатории Воронежского государственного технического университета (кафедра строительных конструкций оснований и фундаментов).

Процесс укрепления водонасыщенных грунтов осуществлялся на берегу водохранилища в городе Воронеж. В ходе работ на строительной площадке был обнаружен высокий уровень грунтовых вод и разнородные грунты (в большей степени намывные). Еще одной проблемой стал большой перепад высот площадки (растительный слой составлял от 70 см до 4,5 м), что способствовало попаданию на нее стоков местных выгребных канав воды. Все эти проблемы и предстояло решить при строительстве.

В ходе технологического процесса крупный и мелкий камень (шлакоблок) и строительный мусор погрузчик подвозил на площадку. Строительный мусор отсыпался и уплотнялся в привезенную заранее заготовленную глину при помощи виброкатков; за счет этого удалось создать глиняную завесу (т. к. замороженная заранее глина при оттаивании меняла свои свойства) под подошвой фундамента, а в дальнейшем и по периметру здания. Основная задача заключалась в уменьшении водных пленок между частицами грунта и, как следствие, увеличении его несущей способности и уменьшении влажности за счет добавки б/у шлакоблока, который впитывает в себя воду из окружающего массива.

В начале работ на площадке данные геологические условия (рис. 1), представленные в техническом отчете, заставили специалистов сомневаться в достоверности сведений, из-за чего были проведены дополнительные инженерно-геологические изыскания (рис. 2, 3), в ходе которых обнаружились совсем другие результаты.

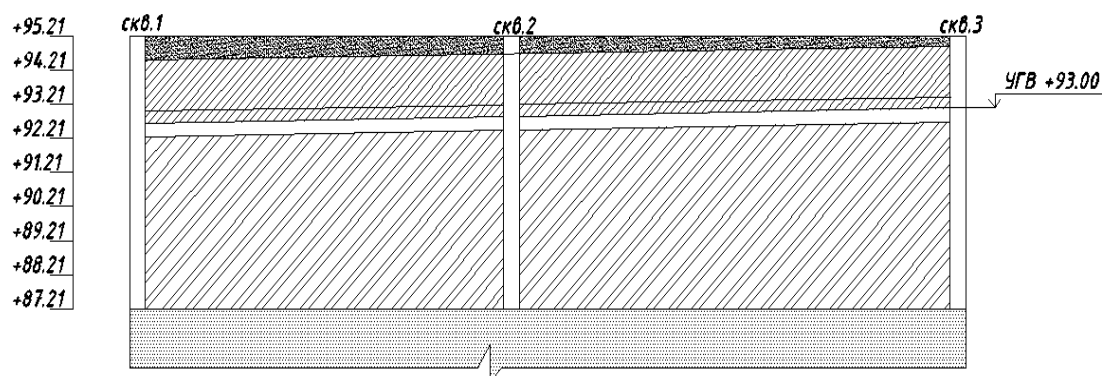


Рис. 1. Колонки разведочных скважин на основании технического отчета по материалам инженерно-геологических изысканий на участке строительства

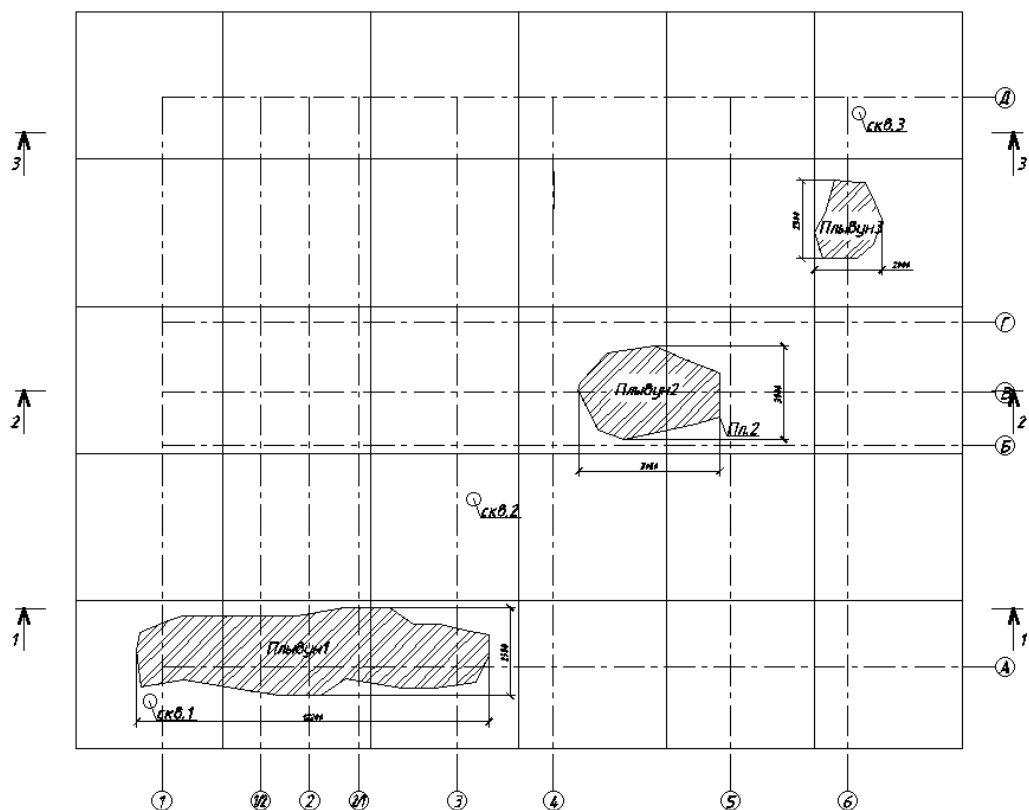


Рис. 2. План расположения плывунов и первичных скважин согласно техническому отчету и фактически полученным данным

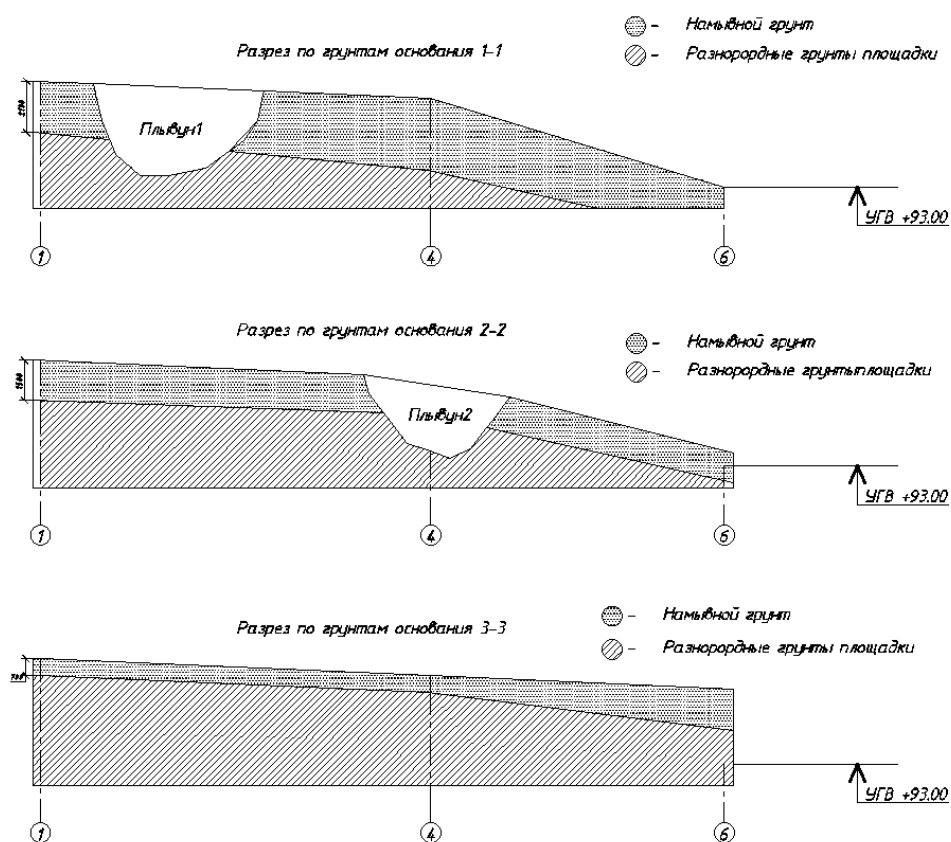


Рис. 3. Уточненные гидрогеологические условия участка строительства, полученные в результате полного снятия растительного слоя

При отборе грунта с площадки (отбор осуществлялся на поверхности и на глубине) и проведении испытаний на компрессионное сжатие и срез было выявлено, что грунт обладает следующими характеристиками (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики неукрепленного грунта**

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| W, %                         | 21,10 |
| $\rho$ , г/см <sup>3</sup>   | 1,96  |
| $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup> | 1,61  |
| $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup> | 2,71  |
| n, %                         | 40,59 |
| e, д.е.                      | 0,68  |
| Sr, д.е.                     | 0,84  |
| I <sub>p</sub> , д.е.        | 10,71 |
| I <sub>L</sub> , д.е.        | 0,61  |

Модуль деформации образцов находился в диапазоне 4,21 – 6,45 МПа (при нагрузке на образец 0.4 МПа), угол внутреннего трения  $\phi$  варьировался от 14,49 до 33,53 градусов, а удельное сцепление C от 0,02 до 0,04 МПа.

После укрепления характеристики стали следующими (табл. 2).

Таблица 2

**Характеристики укрепленного грунта на поверхности**

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| W, %                         | 19,10 |
| $\rho$ , г/см <sup>3</sup>   | 2,12  |
| $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup> | 1,78  |
| $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup> | 2,71  |
| n, %                         | 34,16 |
| e, д.е.                      | 0,52  |
| Sr, д.е.                     | 1,00  |
| I <sub>p</sub> , д.е.        | 8,80  |
| I <sub>L</sub> , д.е.        | 0,34  |

Модуль деформации образцов находился в диапазоне 4,4 – 7,44 МПа (при нагрузке на образец 0.3 МПа), угол внутреннего трения  $\phi$  варьировался от 20,05 до 21,55 градусов, а удельное сцепление C 0,09 МПа.

Таблица 3

**Характеристики укрепленного грунта на глубине**

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| W, %                         | 19,10 |
| $\rho$ , г/см <sup>3</sup>   | 2,12  |
| $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup> | 1,78  |
| $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup> | 2,71  |
| n, %                         | 34,16 |
| e, д.е.                      | 0,52  |
| Sr, д.е.                     | 1,00  |
| I <sub>p</sub> , д.е.        | 8,80  |
| I <sub>L</sub> , д.е.        | 0,34  |

Модуль деформации образцов находился в диапазоне 5,05 – 6,26 МПа (при нагрузке на образец 0.3 МПа), угол внутреннего трения  $\phi$  11.92 градусов, а удельное сцепление C 0,08 МПа.

Таким образом, в ходе укрепления плотность увеличилась на 7,55%, влажность уменьшилась на 2%, пористость уменьшилась на 23,53%. Изменение данных характеристик

говорит об увеличении несущей способности разнородного грунта площадки и улучшении свойств массива. К тому же, т. к. шлакоблок постоянно впитывает воду при открытии котлована под бассейн, было видно, что влажность грунтового основания начала падать.

Вначале гусеничный экскаватор выполнял работу по устройству нагорной канавы, которая направила воду мимо участка. При рытье нагорной канавы было заметно, что грунтовые воды находятся достаточно высоко, вода сочится. В канаву в дальнейшем насыпался дренирующий материал. В нашем случае использовался местный грунт (чернозем) и некрупный строительный мусор (рис. 4).



Рис. 4. Устройство нагорной канавы

После небольшой подготовки (рис. 5) видно, что трактор все еще «садится», но после проведения всего комплекса мероприятий подобного не повторялось, когда виброуплотнение было прекращено.



Рис. 5. Трактор «садится на грунт»

В момент, когда укрепление грунтов на площадке подходило к концу, экскаватором были обнаружены плывуны (рис. 6), что значительно усложнило работу. Объемное укрепление грунтов на месте плывуна производилось методом объемной цементации. Данный метод позволяет тщательно перемешать с цементом, водой и специальными добавками имеющиеся на участке суглинки, супеси или остатки старых дорог и покрытий, а затем уплотнить катками полученную смесь. В итоге верхний слой грунта превращается в несущее основание — монолитную плиту, готовую принять значительные нагрузки. Такая

стабилизация незаменима на слабых, замоченных, пучинистых грунтах, при высоком уровне грунтовых вод.



Рис. 6. Обнаружение плывунов

Тем не менее, вода «шла снизу», и для того, чтобы это исправить, экскаватор втрамбовывал сухой шлакоблок в водонасыщенный грунт (рис. 7). После первичного уплотнения работы продолжил виброкаток. Высота создаваемого искусственного основания составила 1,5 метра. Таким образом, вода будет находиться на этой глубине.



Рис. 7. Втрамбовка сухого шлакоблока в водонасыщенный грунт

Укрепление грунта на подтапливаемой территории осуществлялось при помощи строительного мусора и шлакоблока (рис. 8). Использовался шлакоблок 1939 года производства, с прочностью свыше 10 МПа, обладающий свойствами водопоглощения, поэтому первый слой был отсыпан. Таким образом, удалось подавить появление воды на поверхности. Далее отсыпалась глина, для того чтобы при помощи виброуплотняющей техники была создана глиняная завеса.



Рис. 8. Укрепление грунта на подтапливаемой территории при помощи строительного мусора

Общий подход к укреплению территории заключается в создании «подземного острова», который не будет позволять воде попадать на площадку застройки размером 1200 м<sup>2</sup>.

Шлакоблок при соединении с глиной дает достаточно прочные связи, определенные в лаборатории Воронежского государственного технического университета на кафедре строительных конструкций, оснований и фундаментов. За счет того, что шлакоблок поступал бесплатно, а глина доставалась на стройку только по цене поставки, стоимость строительства снижена максимально.

Отсыпка сухого шлакоблока помогает изменить проницаемость глинистого грунта – при уплотнении и высушивании (рис. 9). Из-за разной несущей способности грунтов оснований, на площадке при виброуплотнении наблюдались «провалы», при дальнейшем уплотнении основание выровнялось и дефекты исчезли.



Рис. 9. Отсыпка сухого шлакоблока

Подводя итог, можно сказать, что в ходе работ на площадке строительства были выполнены дренажные траншеи и нагорная канава, глиняная завеса. Также при выполнении гидрогеологических изысканий было осуществлено укрепление грунтов основания. Гидрогеологические изыскания выполнялись при помощи различных экскаваторов. Перепад грунтов разной степени надежности составлял на площадке порядка 3 метров.

В ходе работ за территорией строительства были найдены три плывуна, воздействие которых ликвидировано, объемной цементацией грунтов. В этих местах глубина достигала 4,5–5 метров, поэтому если бы работы выполнялись другим способом, то было бы возможно только устройство свайного фундамента под основание сооружения. Это бы значительно удорожило процесс, при устройстве свайного фундамента пришлось бы выполнять вывоз ненадежных грунтов и создавать глиняную завесу.

В нашем же случае при выбранном способе подготовки площадки сваи не нужны и на подготовленное основание можно устраивать фундаменты из б/у железобетонных пустотных плит, что значительно удешевляет строительство.

Несмотря на то, что на площадке задействовалось большое количество техники, стоимость была снижена за счет использования б/у шлакоблоков, которые привозились после сноса зданий на левом берегу города Воронеж, и глины, поставлявшейся из Северного района того же города. Таким образом, стоимость работ была снижена в 3–4 раза.

В процессе работы шел сильный дождь, но, тем не менее, порядка 1500 м<sup>3</sup> грунта было укреплено. К тому же, данные погодные условия показали эффективность созданного основания с глиняной завесой (рис. 10) и цементацией грунтов с использованием б/у строительных материалов (рис. 11,12). Теперь стало очевидно, что основание не будет «замокаться» мокнуть.



Рис. 10. Глиняная завеса



Рис. 11. Цементация грунтов с использованием б/у строительных материалов

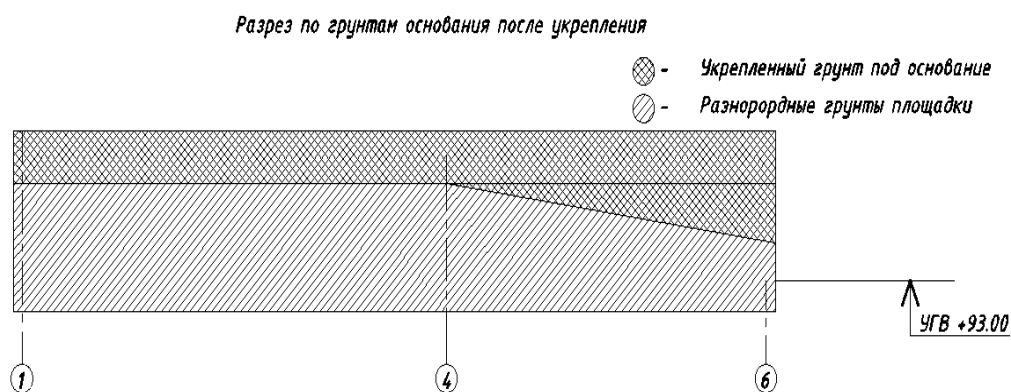


Рис. 12. Конечный разрез по грунтам основания после укрепления объемной цементацией и проведения дополнительных работ

К сожалению, в России вопрос использования б/у строительных материалов практически не освещается, что и делает данный проект уникальным. При рациональном использовании таких материалов осуществляется экономия на утилизации, к тому же метод производства работ достаточно прост, не наносится вред экологии, хотя укрепление цементацией, осуществленное в данном проекте, возможно не во всех грунтовых условиях.

Библиографический список

1. Золотухин С.Н., Чигарев А.Г. К вопросу о цементации грунтов в воронежской области с применением круппотоннажных отходов промышленности // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2015. – №1. – С. 90-92.
2. Золотухин С.Н., Лобосок А.С. Повторное использование строительных материалов и отходов производства в малоэтажном строительстве // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2011. – №1. – С. 63-66.
3. Золотухин С.Н., Кукина О.Б., Абраменко А.А., Гапеев А.А., Соловьева Е.А., Савенкова Е.А. Влияние толщины водных пленок на структуру композиционного строительного материала с использованием фосфогипса.
4. Патент на изобретение. РФ. Способ объемной цементации грунтов // Золотухин С.Н., Кукина О.Б., Абраменко А.А., Лобосок А.С., Вязов А.Ю. заявитель и патентообладатель. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет» Заяв. 11.17.2015г.; опуб. 22.05.2017г.

References

1. Zolotukhin S.N., Chigarev A.G. On the issue of cementation of soils in the Voronezh region with the use of industrial tonnage industry waste // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High Technologies. Ecology. – 2015. – №1. – p. 90-92.
2. Zolotukhin S.N., Lobosok A.S. Reuse of building materials and industrial wastes in low-rise construction // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High Technologies. Ecology. – 2011. – №1. – p. 63-66.
3. Zolotukhin S.N., Kukina O.B., Abramenko A.A., Gapeev A.A., Soloveva E.A., Savenkova E.A. Effect of water film thickness on the structure of a composite building material using phosphogypsum.
4. Patent for invention. RF. Method of volumetric cementation of soils // Zolotukhin SN, Kukina OB, Abramenko AA, Lobosok AS, Vyazov A.Yu. Applicant and patent holder – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering"/ Stated 11.17.2015; publ. 05.22.2017.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный*

*технический университет*

*Студент кафедры инноватики и*

*строительной физики С.Ю. Елизаров*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(910)74967-31*

*e-mail: va6mpi6re@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Student of the department of innovation and  
building physics S.Y. Elizarov*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(910)74967-31*

*e-mail: va6mpi6re@mail.ru*

**С.Ю. Елизаров**

## **ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БЕТОНИРОВАНИИ**

**Аннотация:** в статье рассматриваются инновационные «технологии бетонирования» с обсуждением их недостатков и преимуществ.

**Ключевые слова:** технологии бетонирования, бетон.

**S.Y. Elizarov**

## **THE INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONCRETING**

**Abstract:** The article discusses innovative technologies “concreting technology” with a discussion of their disadvantages and advantages.

**Key words:** concreting technology, concrete, prosperity and disadvantages.

Строительство – является одной из главнейших отраслей материального производства, создающей среду жилья. Одним из архитектурно привлекательных и экологически благоприятных материалов является бетон, часто используемый во всем мире строительный материал. Это объясняется его прочностью, долговечностью и огнестойкостью. Основную массу в бетоне составляют заполнители, являющиеся обычно местными материалами, и отходы промышленных производств, не требующие дальних перевозок. Из бетона можно изготовить конструкции сравнительно простыми технологическими методами. Никакой другой продукт производственной деятельности не изготавливается в таком количестве: в ежегодное производство бетона в мире превышает 2 млрд кубометров, в Европе составляет около 580 млн кубометров. По расчетам российских специалистов (ЦНИИЭП жилища) монолитное домостроение по сравнению с крупнопанельным обеспечивает снижение единовременных затрат на создание производственной базы в среднем на 40–45%, экономию арматурной стали в среднем на 7–25% (экономия зависит от этажности), экономию энергетических затрат на изготовление конструкций в размере 25–35%, снижение стоимости строительства на 5%. По сравнению с кирпичным домостроением при монолитном трудовые затраты меньше на 25-30%, продолжительность строительства – на 10-25%. Технология строительства из монолитного железобетона в последние годы сделала огромный шаг вперед. Из монолитного железобетона за последнее десятилетие построены выдающиеся сооружения с рекордными техническими показателями. Это высотные здания: среди них – сдвоенный небоскреб «Петронас» высотой более 400 м в г. Куала-Лумпуре (Малайзия), рамно-балочный мост из высокопрочного легкого бетона пролетом 300 м в Норвегии, вантовый мост пролетом более 850 м во Франции, тоннели, культовые сооружения и т.д. Железобетонные телебашни в Торонто и Москве являются самыми высокими в мире отдельно стоящими сооружениями.

Совершенствование технологии производства сборного и монолитного железобетона на современном этапе вплотную связано с применением различного рода модифицированных добавок. Много технических задач эффективно решается за счет использования активных добавок с высоким регулирующим эффектом. В частности, в мире сегодня активно применяются супер пластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатного эфира (РСЕ). Применение этих модифицирующих добавок позволяет существенно повысить показатели важнейших эксплуатационных свойства бетона, таких как прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, стойкость к коррозии. В России распространение таких добавок значительно ограничено из-за их стоимости. Однако отечественная стройиндустрия непрерывно предлагает новые типы химических добавок для бетонов с улучшенными свойствами. На российском рынке строительных материалов предлагаются отечественные модификаторы, представленные компаниями «Полипласт», «Суперпласт», «ГидроСар», «Глобул Трейд» и многими другими.

Перед современным потребителем стоит проблема выбора того или иного вида модифицирующего продукта. Для более точного выбора добавок из числа предлагаемых необходимы конкретные виды сравнительных испытаний в бетонах с использованием местной сырьевой базы. Значительную ценность представляет информация, касающаяся кинетики твердения модифицированных бетонов, влияющей на качество бетонирования и темпы строительства.

Целью нашего исследования является сравнительный анализ кинетики и набора прочности тяжелого бетона, а также модифицированного различными видами отечественных пластифицирующих добавок.

Исследовалось влияние содержания модифицирующих добавок российского производства ПЛАСТ-С ООО «ХимФрост», Плантикор 1-1 ООО «СтройЭффект», Полипласт СП-3 компании «Полипласт» «МЛ-2 РЗ ООО «Бетонные Технологии» на кинетику роста прочности тяжелого бетона при твердении. В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ 42,5Н производства ЗАО «Ульяновскцемент», содержание которого в бетонах составляло 390 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона. В качестве крупного заполнителя использовался доломитовый щебень фракции 5–20 мм с маркой по его дробимости М1200. Как мелкий заполнитель применялся природный кварцевый песок мелкозернистый с модулем крупности Мк=1,78. Добавки вводились в бетон с последней 1/3 частью воды затворения. Содержание супер-пластификаторов в бетоне варьировалось в различных долях от массы цемента в соответствии с представленными производителями рекомендациями. Из равно подвижных бетонных смесей формовались образцы – кубы размерами 100×100×100 мм и испытывались на сжатие возрасте 3, 7 и 28 суток хранения в нормальных условиях.

Бетонную смесь готовят на специальном бетонном заводе и в готовом виде доставляют на строительство. При потребности смеси до 3 тыс. м<sup>3</sup> в месяц на строительной площадке может быть смонтирована временная бетоносмесительная установка на эстакаде таким образом, чтобы осуществлять выгрузку бетонной смеси в транспортные средства. Приготовление бетонной смеси состоит из операций по приему и складированию составляющих материалов, его дозированию и перемешиванию и выдачи готовой бетонной смеси на транспортные средства. Зимой данный технологический процесс включает в себя дополнительные операции. При приготовлении бетонной смеси для бетонирования конструкций в условиях низкой температуры необходимо подогревать воду и заполнители; при применении бетона с добавками, следует предварительно изготовить водный раствор добавок.

Бетонную смесь изготавливают по законченной технологии. При законченной технологии в качестве продукта получают готовую бетонную смесь. Основными техническими средствами приготовления бетонной смеси являются расходные бункеры с устройствами распределения, дозаторы, бетоносмесители, системы внутренних

транспортных средств и коммуникаций, раздаточный бункер. В зависимости от потребности могут быть использованы районные бетонные заводы, бетоносмесительные узлы или построечные установки. Районные бетонные заводы будут снабжать готовыми смесями строительные объекты, расположенные недалеко, на расстоянии автомобильных перевозок. Это расстояние называется радиусом действия завода от факторов расстояния зависит не больше 25–30км. Стационарные бетоносмесительные узлы (заводы) обычно устанавливаются в том случае, если здание строится 6 лет. Такие заводы играют роль сборно-разборной блочной конструкции, что позволяет сделать быструю перебазировку на новый объект.

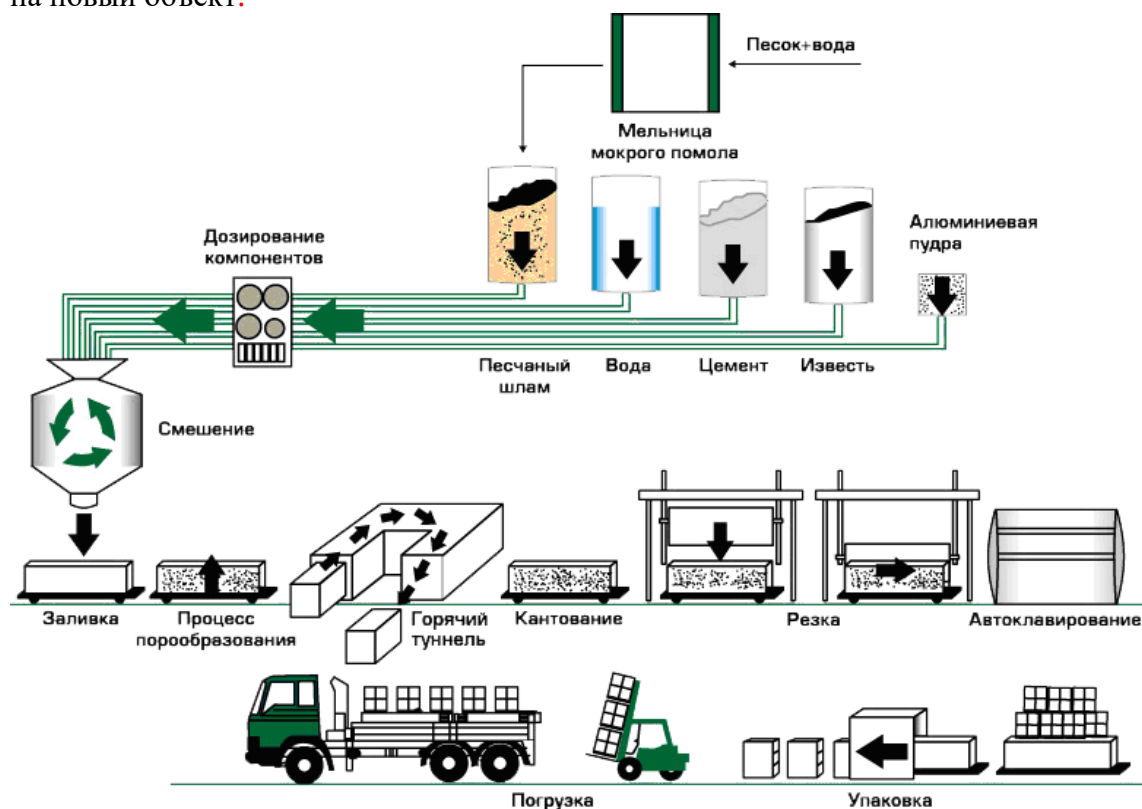


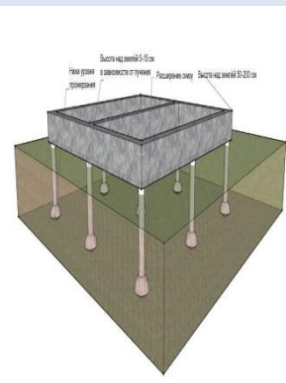
Рис. 1. Изготовление и погрузка бетонной смеси

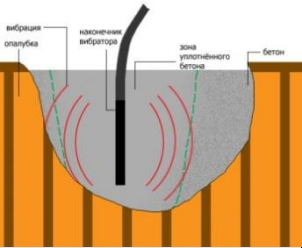
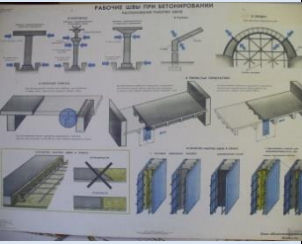
Таблица 1

Описание вариантов технологий бетонирования и их параметров с учетом недостатков и достоинств

| Технология бетонирования                                                                                        | Время схватывания | Цена          | ТРУДОЕМ-КОСТЬ | Недос-татки          | Достоинства            | Примечание                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|---------------|----------------------|------------------------|------------------------------------------------------|
| <p>Приготовление бетона</p>  | 3–4 часа          | 3600 р.м куб. | 1–2 часа      | Уменьшение прочности | Длительный срок службы | Марка цемента должна превышать марку бетона в 2 раза |

Продолжение табл. 1

|                                                                                                                       |          |                                        |                                                                  |                                                                             |                            |                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Транспортирование бетона</p>      | -        | 3600 р.<br>м куб.                      | <p>Летом<br/>0,5–1,5<br/>часа<br/>Зимой<br/>1,5–2,5<br/>часа</p> | <p>Потеря подвижности бетонной смеси</p> <p>Потеря воды из-за испарения</p> | Высокая производительность | <p>Транспорт и- доставка бетонных смесей осуществ ляется в соответствии с требованиями пп. 9.1- 9.2 ГОСТ 7473-2010</p>                       |
| <p>Подготовка к укладки бетона</p>  | 2–3 часа | Залив<br>ка в<br>опалу<br>бку<br>1600р | 2–3<br>часа                                                      | Объемные деформации                                                         | Прочность                  | <p>СНиП 9.03.01-87 используется при строительстве зданий и сооружений для обустройства бетонных и железобетон ных монолитных конструкций</p> |
| <p>Способы укладки бетона</p>      | —        | —                                      | 2–3<br>часа                                                      | Объемные деформации                                                         | Прочность                  | <p>СНиП 9.03.01-87 используется при строительстве зданий и сооружений для обустройства бетонных и железобетон ных монолитных конструкций</p> |

|                                                                                                                             |          |   |            |                            |                                    |                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уплотнение при помощи вибрирования</p>  | —        | — | 20-50 сек. | Недостаточное уплотнение   | Универсальность и консервативность | К прочности, жесткости и надежности опалубки и форм в случае применения опалубочных вибраторов предъявляются повышенные требования, из-за вибрационных нагрузок |
| <p>Устройство рабочих швов</p>             | 45 минут | — | —          | Прочность, морозостойкость | —                                  | —                                                                                                                                                               |

#### Библиографический список

1. Сторк Ю. Теория состава бетонной смеси // Стройиздат. 2012. С. 238.2.
2. Ушеров-Маршак А. В. Информационная технология бетона ускоренного твердения // Бетон и железобетон. 2008. № 6. С. 2–44.
3. Мchedlov-Petrosyan О.П., Ушеров-Маршак А.В., Чернявский В.Л. Структурообразование цементных бетонов при замораживании // сб. «Совершенствование методов бетонирования монолитных конструкций зданий и сооружений, в том числе в зимний период. – Красноярск. 2007.
4. <https://maistro.ru/katalog/beton-zhelezobeton/tehnologii-betonirovaniya>

#### References

1. Yu. Stork. Theory of the composition of a concrete mix // Stroyizdat. 1971. p. 238.2.
2. Usharov-Marshak, A. V. Information technology of concrete of accelerated hardening // Concrete and reinforced concrete. 1994. No. 6. P. 2–44.
3. Mchedlov-Petrosyan, OP, Usharov-Marshak, AV, Chernyavsky, V.L. Structurization of cement concretes during freezing // "Improving the methods of concreting monolithic structures of buildings and structures, including during the winter period. – Krasnoyarsk. – 2007.
4. <https://maistro.ru/katalog/beton-zhelezobeton/tehnologii-betonirovaniya>

УДК 336(075)

Воронежский государственный  
технический университет  
студент кафедры инноватики и  
строительной физики С.Ю. Елизаров  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(910)74967-31  
e-mail: va6mpi6re@mail.ru

Voronezh State Technical University  
student of the department of innovation and  
building physics S.Y. Elizarov  
Russia, Voronezh, ph.: +7(910)74967-31  
e-mail: va6mpi6re@mail.ru

**С.Ю. Елизаров**

## **ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДОБАВКИ В БЕТОНИРОВАНИЕ**

**Аннотация:** В статье рассматриваются недостатки и преимущества инновационной добавки «супер-пластификатор».

**Ключевые слова:** технологии бетонирования, бетон, суперпластификатор.

**S.Y. Elizarov**

## **THE INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONCRETING**

**Abstract:** The article discusses an innovative additive that will be added to concrete "super-plasticizer" with a discussion of its disadvantages and advantages.

**Key words:** concreting technology, concrete, superplasticizer.

Совершенствование производства технологии сборного и монолитного железобетона на современном этапе вплотную связано с применением различного рода модифицированных добавок. Много технических задач эффективно решается за счет использования активных добавок с высоким регулирующим эффектом. В частности, в мире сегодня активно применяются, супер пластификаторы на основе эфиров поли карбоксилатного эфира (PCE). Применение этих модифицирующих добавок на основе эфиров поли карбоксилатного эфира (PCE) позволяет нам существенно повысить показатели важнейших эксплуатационных свойства бетона, например как прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, стойкость к коррозии. В России их распространение значительно уменьшается из-за их стоимости. Отечественная стройиндустрия непрерывно предлагает новые типы химических добавок для бетонов с улучшенными свойствами. На российском рынке строительных материалов предлагаются отечественные модификаторы, представленные отечественными компаниями: «Полипласт», «Суперпласт», «ГидроСар», «Глобул Трейд» и многими другими. Перед современным потребителем стоит проблема осознания выбора того или иного вида модифицирующего продукта. Для более точного выбора добавок из числа предлагаемых необходимы конкретные виды сравнительных испытаний в бетонах с использованием местной сырьевой базы. Значительную ценность представляет информация, касающаяся кинетики твердения модифицированных бетонов, которая способствует повлиять на качество бетонирования и темпы строительства. Целью этого исследования является, его сравнительный анализ кинетики, и набора прочности тяжелого бетона, и модифицированного различными видами отечественных пластифицирующих добавок.

**Материалы и методы исследования:** Исследование влияния содержания модифицирующих добавок отечественного производства ПЛАСТ-С ООО «ХимФрост», Плантитор 1-1 ООО «СтройЭффект», Полипласт СП-3 компании «Полипласт» «МЛ-2 РЗ

ООО «Бетонные Технологии» на кинетику роста прочности тяжелого бетона при твердении. В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ 42,5Н производства ЗАО «Ульяновскцемент», содержание которого в бетонах составляло 390 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона. В качестве крупного заполнителя использовался, доломитовый щебень фракции 5–20 мм с маркой по его дробности М1200. В качестве мелкого заполнителя применялся природный кварцевый песок мелкозернистый с модулем крупности, равным  $M_k=1,78$ . Добавки вводились в бетон с последней 1/3 частью воды за творения. Содержание суперпластификаторов в бетоне варьировалось в различных долях от массы цемента в соответствии с представленными производителями рекомендациями. Из равно подвижных бетонных смесей формовались образцы кубы размерами 100×100×100 мм и испытывались на сжатие в возрасте 3, 7 и 28 суток хранения в нормальных условиях.

Для оценки влияния добавок, таких как суперпластификатор, гиперпластификатор Pentaflow AC и микрокремнезём МКУ-85, необходимо оценить их влияние на подвижность смеси, и водоцементное отношение, прочность.

Согласно работе Н.М. Морозова, Х.Г. Мугинова, эффективным минеральным наполнителем считается микрокремнезём. Положительное влияние микрокремнезёма на структуру и физико-механические свойства бетона обусловлено: пуццоланической активностью МК, а также высокой дисперсностью его частиц. Кремнезем вступает в реакцию с гидроксидом кальция, образующимся в последующем процессе гидратации силикатных фаз самого цемента с последующим образованием малоосновных гидросиликатов кальция. Высокая удельная поверхность микрокремнезема (13000–25000 м<sup>2</sup>/кг) интенсифицирует образование продуктов гидратации. Следовательно, совместное использование микрокремнезема в количестве 5% от массы цемента с пластификаторами Melflux 2651F, Glenium ACE 430 и C-3 должно увеличивать прочность самого мелкозернистого бетона.

Согласно опытным данным, расход цемента в составе песчаного бетона составлял 500 кг на 1 м<sup>3</sup> смеси. Цемент использовали марки М500 с нормальной густотой 25%. Наполнители вводились в песчаный бетон взамен части цемента, дозировка суперпластификаторов составляла 0,5% от массы цемента. Подвижность во всех составах была постоянной. Показано, что совместное использование молотого кварцевого песка в количестве 5% от массы цемента с пластификаторами Melflux 2651F, Glenium ACE 430 и C-3 приводит к значительному увеличению прочности мелкозернистого бетона (см. рис.1).

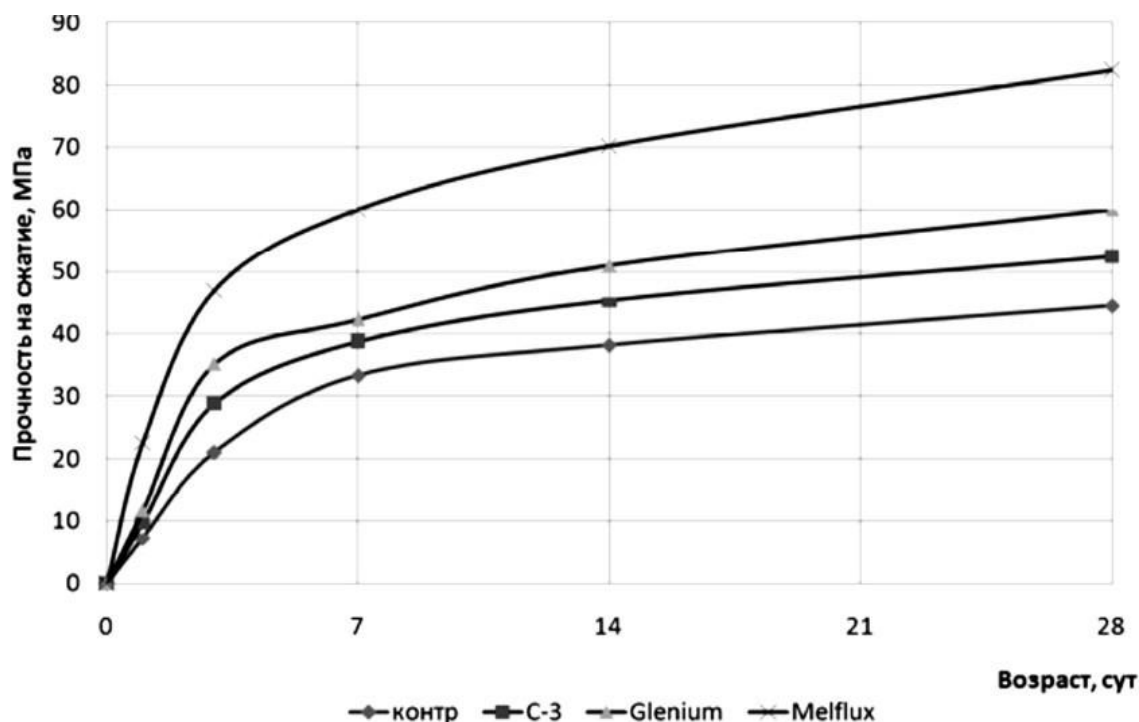
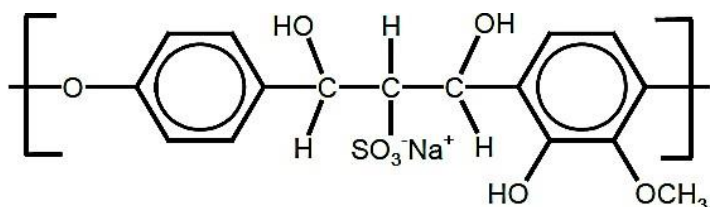


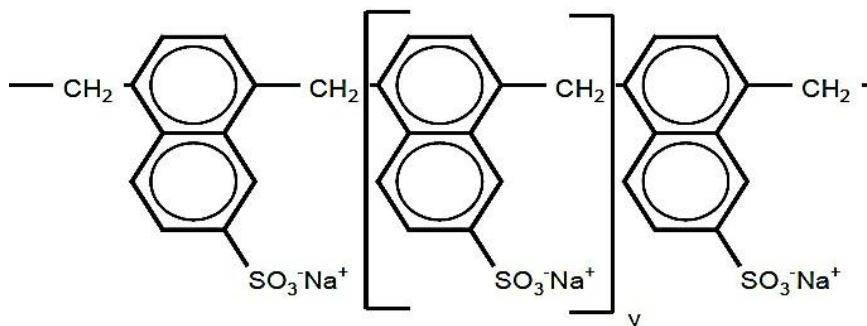
Рис.1. Кинетика прочности набора песчаного бетона с молотым кварцевым песком и суперпластификаторами

Последующие значения получают на гидравлическом прессе с помощью разрушения бетонных кубов в контрольном возрасте в специализированной лаборатории. Помимо разрушающего контроля прочности бетонных образцов, необходимо в последующем действии исследовать кинетику процесса гидратации на первых этапах затворения водой с помощью калориметрии, для последующего подтверждения общепринятого действия пластификаторов, описанного в электронном справочнике. Имеется в виду замедление самого процесса гидратации в связи с уменьшением реакционной поверхности цемента, образуемое пластификатором на поверхности частиц цемента плохо проницаемой пленки, которая снижает доступ к цементу воды, тем самым свободной воды остается больше и смесь имеет большую подвижность, в отличие от раствора без пластификатора. Сам термин «пластификатор» чаще используется среди потребителей этих добавок, тогда как термин «диспергатор» используется для объяснения особенностей их работы с точки зрения коллоидной химии. Механизм действия напрямую зависит от химизма ПАВа и его стерической структуры. Применяемые пластификаторы дальше представляют собой полианионные поверхностно-активные вещества.

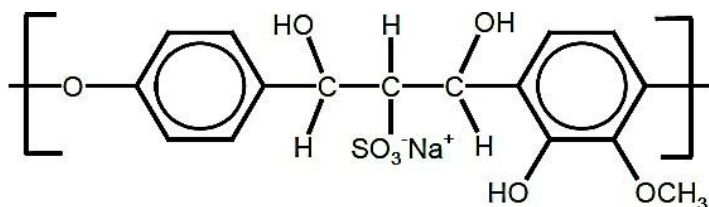
Принцип действия SNF и SMF – электростатическое диспергирование, далее основан на сильном смещении  $\chi$ -потенциала частиц цемента в отрицательную область. Диспергирование частиц цемента происходит в самой гидратации, при этом оно имеет место молекул хемосорбция молекул пластификатора.



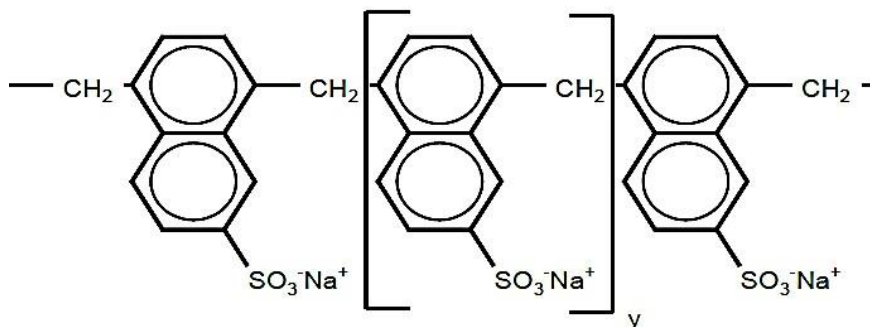
ЛСТ (LST) - лигносульфонат технический



СНФ (SNF) - Сульфонафталинформальдегид (С-3)



ЛСТ (LST) - лигносульфонат технический



СНФ (SNF) - Сульфонафталинформальдегид (С-3)

Поверхности частиц цемента, особенно при высоком содержании в составе цемента фаз С3А и СS. При самом росте продуктов гидратации наблюдается резкое падение подвижности системы. Суперпластификаторы при основе поликарбоксилатных эфиров обрели коммерческое название «гиперпластификаторы. Они имеют возможность понижения водоцементного соотношения (до 40%) и разжижения бетонной смеси гораздо выше, чем у традиционных полиметиленафталинсульфонатов (ПНС) и полиметиленаминасульфонатов (ПМС). Поликарбоксилаты отличаются тем, что диспергирование с их помощью происходит на двух уровнях.

Суперпластификатор С-3 представляет собой водоредуцирующую добавку, которая давно успешно используется в строительстве. С-3 применяется повсеместно: в сборных

железобетонных конструкциях, в монолитном бетонировании. С-3 – это смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы. Согласно данным, приведенным в [12], применение С-3 позволяет достичь следующих показателей:

1. увеличения подвижности бетонной смеси от П1 до П5;
2. снижение водопотребности при затворении вяжущего вещества на 20-25%;
3. увеличения конечных прочностных характеристик на 25% и более;
4. увеличения сроков схватывания и живучести бетонной смеси.

Таблица 1

Влияние добавки суперпластификатора на последующую подвижность бетонной смеси и прочность бетона

| Добавка |              | Бетонная смесь |                              |                                   |        | Прочность бетона на сжатие, МПа в возрасте, сут. |      |      |      |
|---------|--------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------------------------------|------|------|------|
| Состав  | Дозировка, % | В/Ц            | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Расход цемента, кг/м <sup>3</sup> | ОК, см | 1                                                | 3    | 7    | 28   |
| Контр   | 0            | 0,5            | 2383                         | 357                               | 2,5    | 11,6                                             | 31   | 48,6 | 57,7 |
| С-3 №1  | 0,6          | 0,5            | 2362                         | 350                               | 21,5   | 9,3                                              | 30,4 | 47,5 | 57,9 |
| С-3 №2  | 0,6          | 0,42           | 2370                         | 352                               | 3      | 19                                               | 43,5 | 64,7 | 70,1 |

Содержание добавок в бетонных смесях составило: «Мобет-2» – 1,2% (НПК «Антигидрон»), «С-3» – 0,8%, «Одолит-К» – 1% (ООО «ОДОЛИТ.КОМ»), «Одолит-Т» – 1,3% (ООО «ОДОЛИТ.КОМ»), «Антигидрон-5» – 1,2% (НПК «Антигидрон») от массы цемента. Добавки вводились в растворную смесь с водой затворения.

Водоцементное отношение состава без добавки составило 0,46, с добавкой «Мобет-2», «Одолит-К» – 0,33, с добавкой «С-3» – 0,39, а с добавкой «Одолит-Т» и «Антигидрон-5» – 0,35. Контрольные образцы – кубы с размерами 10х10х10см – сразу после изготовления помещались в камеру нормального хранения и испытывались через 1, 3, 7, 28 суток.

Таблица 2

Влияние добавок на среднюю плотность бетона и его сжатие

| № п/п | Содержание добавок, % |              |          |          |     | Средняя плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup> | Прочность при сжатии (МПа) бетона в возрасте, сут. |                        |                        |                       |
|-------|-----------------------|--------------|----------|----------|-----|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|       | Мобет-2               | Антигидрон-5 | Одолит-К | Одолит-Т | С-3 |                                                     | 1                                                  | 3                      | 7                      | 28                    |
| 1.    | –                     | –            | –        | –        | –   | 2370                                                | <u>7.52*</u><br>100 %                              | <u>18.05*</u><br>100 % | <u>29.38*</u><br>100 % | <u>36.8*</u><br>100 % |
| 2.    | 1.2                   | –            | –        | –        | –   | 2475                                                | <u>12.41</u><br>165 %                              | <u>28.16</u><br>156 %  | <u>44.36</u><br>151 %  | <u>54.8</u><br>149 %  |
| 3.    | –                     | 1.2          | –        | –        | –   | 2460                                                | <u>10.68</u><br>142 %                              | <u>25.09</u><br>139 %  | <u>40.25</u><br>137 %  | <u>47.84</u><br>130 % |

Продолжение табл. 2

|    |   |   |   |     |     |      |                       |                       |                       |                       |
|----|---|---|---|-----|-----|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 4. | — | — | 1 | —   | —   | 2475 | <u>12.56</u><br>167 % | <u>27.8</u><br>154 %  | <u>44.07</u><br>150 % | <u>54.8</u><br>149 %  |
| 5. | — | — | — | 1.3 | —   | 2475 | <u>10.83</u><br>144 % | <u>25.27</u><br>140 % | <u>40.25</u><br>137 % | <u>48.57</u><br>132 % |
| 6. | — | — | — | —   | 0.8 | 2460 | <u>9.78</u><br>130 %  | <u>23.15</u><br>128 % | <u>37.4</u><br>127 %  | <u>46.4</u><br>126 %  |

\*Примечание: над чертой – среднее значение показателя; под чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

Таблица 3

Стоимость СП при рекомендуемом их содержании в цементе

| Вид Суперпластификатора                                | Мобет-2    | Антигидрон-5 | Pentaflow AC |
|--------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|
| Цена по состоянию на апрель 2018г.                     | 187 руб. л | 300 руб. л   | 385 руб. кг  |
| Рекомендованное процентное содержание от массы цемента | 1,2 %      | 1,2 %        | 0,2 %        |
| Затраты на добавку для 100 кг цемента                  | 224,4      | 360          | 77           |

#### Библиографический список

1. Кербер М. Л. Химический Энциклопедический Словарь. Гл. ред. И. Л. Кнунянц. — М.: Советская энциклопедия, 2006—792 с.
2. Тиниус К. Пластификаторы, пер. с нем., М. – Л., 2005.
3. Барштейн Р. С., Кирилович В. И., Носовский Ю. Е. Пластификаторы для полимеров, М., 2012.
4. <https://allbeton.ru/forum/topic13557.html>
5. [https://www.avtobeton.ru/statyi\\_o\\_stroitelstve/betonirovanie.html](https://www.avtobeton.ru/statyi_o_stroitelstve/betonirovanie.html)

#### References

1. Kerber M. L. Encyclopedic Dictionary of Chemical. Ch. ed. I. L. Knunyants. – M. : Soviet encyclopedia, 2006 – 792.
2. Tinius K. Plasticizers, trans. with him. M. – L., 2005.
3. Barstein R.S., Kirilovich V.I., Nosovskiy Yu. E. Plasticizers for polymers, M., 2012.
4. <https://allbeton.ru/forum/topic13557.html>
5. [https://www.avtobeton.ru/statyi\\_o\\_stroitelstve/betonirovanie.html](https://www.avtobeton.ru/statyi_o_stroitelstve/betonirovanie.html)

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент кафедры инноватики и  
строительной физики И.А. Желтобрюх  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)227-79-83  
e-mail: ivan.zheltobryukh@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Student of the department of innovation and  
building physics I.A. Zheltobryukh  
Russia, Voronezh, ph.: +7(920)277-79-83  
e-mail: ivan.zheltobryukh@mail.ru*

**И.А. Желтобрюх**

## **DIGITAL-STORYTELLING – ВАЖНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ В ФОРМИРОВАНИИ БРЕНДА**

**Аннотация:** история, которая помогает позиционировать бренд и продавать продукт. С этим простым принципом родился storytelling, который активно развивается в цифровой среде. Storytelling набрал популярность благодаря социальным сетям, которые стали оптимальным местом для размещения историй, основанные на опыте и коротких рассказах.

**Ключевые слова:** digital-storytelling, социальные сети, интернет-маркетинг, коммуникации в интернете.

**I.A. Zheltobryukh**

## **DIGITAL-STORYTELLING IS AN ESSENTIAL TOOL FOR BRAND BUILDING**

**Abstract:** tell a story that helps position a brand and sell a product. With this simple principle, storytelling was born, which is actively developing in the digital environment. Storytelling has gained popularity due to social networks, which have become the best place to post stories based on experience and short stories.

**Key words:** digital-storytelling, social networks, internet marketing, communication on the Internet.

Потребители окружены потоками информации, которые формируются брендами и СМИ. Раньше клиенты в меньшей степени задумывались о брендах, теперь же им интересен производитель, материал экологичности и т.д. Маркетолог Геральд Зальтман уверен, что на 95% процесс принятия решения о покупке происходит в подсознании человека, поэтому необходимо апеллировать именно к эмоциям потенциальных клиентов. Основатель Storyworks.in Индранил Чакраборти, нашел ответ на вопрос, какую финансовую прибыль приносит компании storytelling. Он считает, что эта технология позволяет возвращать в 28 раз больше, чем было инвестировано. Автор даже установил точную прибыльность сторителлинга – €17 за слово.

Технологии создания Storetelling не новы. Изначально истории появились на телевидении, где эмоциональный контекст сообщения проецировался на реальную жизнь. На тот момент телевидение было оптимальным каналом для эффективной передачи сообщения. Например, в 1971 году в День Земли организации Keep America Beautiful и Совет по рекламе наняли Marsteller Advertising для создания рекламы «Crying Indian», в которой коренной американец катается на каноэ по загрязненным водам. Второй рекламный ролик показывает Америку в разные периоды. Сначала это зеленая магистраль, потом водитель бросает мусор из движущегося автомобиля на обочину дороги, цикл повторяется, и магистраль

превращается в свалку. Ролики вызвали резонанс среди зрителей, после чего началась активная переработка мусора по всей стране.

Сила повествования теперь используется в творческом рекламном процессе среди социальных сетей и стратегий внешнего маркетинга. Storytelling – это искусство рассказывать интригующую историю. Однако, сильные стороны этого инструмента лежат далеко от привычного маркетинга. Компании стремятся развивать эту технику, продвигая новые аспекты имиджа. Storytelling стремится создать близость, сопереживание, старается развивать связи с пользователями, чей способ потребления информации изменился. Эта маркетинговая техника использует новые способы повествования, чтобы выделять продукт среди конкурентов. Когда люди погружаются в историю продукта или бренда, то отождествляют себя с героем. Storytelling с глубокими связями и необычной легендой превращает потенциальных клиентов в постоянных, они находят мотивацию для того, чтобы использовать этот продукт. Проект швейцарских авиалиний Swiss Air – удачный пример информативного рассказа. В нем подается та же информация, что и на порталах других авиаперевозчиков, но создатели World of SWISS сделали ставку на визуальное оформление. Вместо привычного перечисления преимуществ компании они приглашают посетителя сайта в виртуальное путешествие: репортажи из кабины пилотов, рассказы об экипаже и корпоративных традициях, легенды и даже схема движения самолетов в реальном времени.

Digital-storytelling – это новый формат передачи сообщения посредством интернет-каналов, с использованием цифровых инструментов: инфографики, фото, видео и т. д. В digital-storytelling можно выделить ряд особенностей:

1. погружение в легенду. Читатель должен проникнуться описанием. Чтобы достичь такого эффекта, необходимо использовать разные точки зрения, цитаты, экспертное мнение. Для усиления восприятия информации разрабатывается специальный цифровой концепт.

2. глубокая проработка темы. Storytelling требует больше, чем обычная статья или любой другой журналистский формат. Легенда должна быть полезной и развлекательной. В идеальной ситуации читатель после прочтения хочет найти еще больше информации по тематике<sup>4</sup>

3. интерактив. Возможности цифрового формата сегодня безграничны. Дизайнер может донести информацию до читателя в увлекательном формате: анимация, инфорграфика, видео, VR и т. д. Конечная цель – добиться максимальной заинтересованности: шэры в соц сетях, комментарии, лайки и т. д.;

4. оформление. Броские заголовки, разбивка по смысловому наполнению, подборка шрифтов, цвета – это то, что делает материал современным и актуальным.

Социальные сети способствовали общению, основанному на принципе: «Я должен что-то сказать». Этот способ общения через влиятельных лиц, блоггеров Instagram и YouTube облегчил повествование и стал частью повседневной жизни. В социальных сетях, пользователи пресыщены информацией, поэтому поиск новых способов общения, которые нарушают традиционную рыночную тенденцию, является идеальным решением.

Digital-технологии продолжают развиваться: 23 мая 2018 г. «Яндекс» анонсировал старт продаж цифровой наружной рекламы в Москве. Новый метод размещения тестируется в «Яндекс». Дисплее и доступен рекламодателям по заявкам. Наружная реклама продаётся с оплатой за тысячу OTS (opportunity to see, частота контактов аудитории с рекламой). Рекламодатели получают данные о профиле охваченной аудитории – её интересах и социально-демографических характеристиках, – а также сегменты для ретаргетинга в Директе. Управлять кампанией можно в режиме реального времени: выбирать период показа рекламы, оценивать её эффективность и управлять частотой контактов при ретаргетинге. «Мы создаём единую платформу, которую можно использовать для работы с разными рекламными форматами на всех этапах воронки продаж. Сейчас в Директе есть и контекст, и смарт-баннеры, и видеореклама, и медийка. Скоро у рекламодателей Директа будет доступ

ещё и к аукционным закупкам наружной рекламы с возможностью проводить кросс-медийные кампании», — говорит Леонид Савков, коммерческий директор «Яндекса».

Сегодня цифровые маркетологи способны отслеживать каждый шаг, который делает потенциальный покупатель. Они также способны определять индивидуальные потребности, которые основаны на том, как клиенты взаимодействовали с другими сообщениями. Механизмы отслеживания информации создаются для того, чтобы привлекать людей на каждом этапе «путешествия» покупателя; потенциальных клиентов готовят с помощью персонализированных сообщений, чтобы потребители приняли решение о покупке. Digital-storytelling сам по себе является мощным инструментом, но, если добавить уникальное повествование в цифровой микс, получится совершенно новый уровень коммуникации, где клиенты визуализируют бренд, а описываемый продукт становится лучшим решением для удовлетворения потребностей.

#### Библиографический список

1. Информационный портал: [www.business2community.com](http://www.business2community.com) // <https://www.business2community.com/digital-marketing/storytelling-future-digital-marketing-01063653>
2. Информационный портал: [www.digitalmarketer.com](http://www.digitalmarketer.com) // <https://www.digitalmarketer.com/best-digital-marketing-articles/>
3. Информационный портал: [www.cossa.ru](http://www.cossa.ru) // [https://www.cossa.ru/news/203241/?utm\\_source=vk.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=vou--yandeks-otsifrovyvaet-oflayn-reklamu!&utm\\_content=19724553](https://www.cossa.ru/news/203241/?utm_source=vk.com&utm_medium=social&utm_campaign=vou--yandeks-otsifrovyvaet-oflayn-reklamu!&utm_content=19724553)

#### References

1. Information portal: [www.business2community.com](http://www.business2community.com) // <https://www.business2community.com/digital-marketing/storytelling-future-digital-marketing-01063653>
2. Information portal: [www.digitalmarketer.com](http://www.digitalmarketer.com) // <https://www.digitalmarketer.com/best-digital-marketing-articles/>
3. Information portal: [www.cossa.ru](http://www.cossa.ru) // [https://www.cossa.ru/news/203241/?utm\\_source=vk.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=vou--yandeks-otsifrovyvaet-oflayn-reklamu!&utm\\_con==727253](https://www.cossa.ru/news/203241/?utm_source=vk.com&utm_medium=social&utm_campaign=vou--yandeks-otsifrovyvaet-oflayn-reklamu!&utm_con==727253)

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*студент кафедры инноватики и  
строительной физики И.А. Желтобрюх  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)227-79-83  
e-mail: ivan.zheltobryukh@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*student of the department of innovation and  
building physics I.A. Zheltobryukh  
Russia, Voronezh, ph.: +7(920)277-79-83  
e-mail: ivan.zheltobryukh@mail.ru*

**И.А. Желтобрюх**

## **ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

**Аннотация:** Понятие интегрированных маркетинговых коммуникаций до сих пор относится к категории малоизвестных, учитывая, что соответствующая управленческая концепция развивается уже не один десяток лет. Основная задача ИМК – это системное управление функцией маркетинга в коммерческих компаниях.

**Ключевые слова:** маркетинговые коммуникации, коммуникативный процесс, интегрированные коммуникации, обмен информацией, маркетинговые инструменты.

**I.A. Zheltobryukh**

## **TECHNOLOGY INTEGRATED MARKETING COMMUNICATIONS**

**Abstract:** the concept of integrated marketing communications still belongs to the category of little-known, given that the corresponding management concept has been developing for more than a dozen years. The main task of IMC is a system management of the function of marketing in commercial companies.

**Key words:** Marketing communications, communicative process, integrated communications, information exchange, marketing tools.

Американская ассоциация рекламных агентств определяет Интегрированные маркетинговые коммуникации (ИМК) как концепцию планирования маркетинговых коммуникаций, исходящую из необходимости оценки стратегической роли их отдельных направлений (рекламы, стимулирования сбыта, связей с общественностью и др.) и поиска оптимального сочетания для обеспечения четкости, последовательности и максимизации воздействия коммуникативных программ посредством интеграции всех дискретных обращений. Цель интеграции – обеспечить четкость, последовательность и повышение эффективности воздействия коммуникационных программ на основе релевантной интеграции всех отдельных коммуникационных сообщений. Именно интеграционные процессы различных маркетинговых коммуникаций формируют целостную систему деятельности субъекта, направленную на извлечение максимальной экономической и социальной выгоды из доступных ресурсов, синтезирующих различные маркетинговые инструменты и принципы управления коммуникативными процессами.

Все больше зарубежных и российских компаний пытаются применять интегрированный подход к формированию и реализации маркетинговых коммуникаций. Маркетинг во многом зависит от результативного обмена информацией между компанией и потребителями. Изготовление продукта и его доступность на рынке – это только часть работы компании. Не менее важно информировать потребителя о том, что продукт доступен на рынке. На конкурентном рынке, где несколько фирм борются за потребителя, этого

недостаточно, если доступность продукта известна только потребителю, – важно распространять отличительные особенности продукта. Здесь процесс не заканчивается, фирма должна получать отзывы о том, как потребитель принимает продукт и интерпретирует полученную информацию. Эта многоступенчатая функция может быть выполнена только посредством эффективного, непрерывного и двухстороннего потока информации между фирмой и потребителями. Бренд пытается добиться внимания потребителя через качественный продукт, красивую упаковку, письменные сообщения, изображения, символы и привлекательные выставочные залы. Когда эти стимулы принимаются и интерпретируются потребителем, происходит маркетинговое общение.

Разработка ИМК строится на комплексном обновлении тех ресурсов компании, которые фокусируются на внешних коммуникациях. Инструментарий маркетинговых коммуникаций огромен, но есть базовые компоненты, на которых выстраивается ИМК:

1) синергия – применение нескольких каналов продвижения продукта вместо использования одного. Такая стратегия будет успешной, поскольку каждый канал коммуникации усиливает действие других. Этот процесс можно наблюдать, когда медийная редакция освещает конкретное событие или проблему различными способами: онлайн-трансляция, статьи, фотографии;

2) оперативность – готовность использовать не только специально спланированную, но и непроизвольно возникающую информацию для внешних коммуникаций. Сюда относятся, громкие инфоповоды охватывающие большие массы, тренды и другая информация, находящаяся в обсуждении общественности;

3) персонализация – способность оптимизировать сообщение для определенных клиентов с помощью выбранных каналов.

Интегрированная маркетинговая коммуникация эффективно объединяет все способы воздействия и одновременно использует их для результативного продвижения различных продуктов и услуг среди клиентов, в конечном итоге стимулируя рост доходов для организации. Основные инструменты ИМК:

1) реклама – один из наиболее эффективных способов продвижения бренда. Она помогает компаниям охватить широкую аудиторию в кратчайшие сроки. Рекламные сообщения не только увеличивают потребление конкретного продукта / услуги, но и создают узнаваемость бренда среди клиентов. Главное условие – чтобы информация достигала конкретную ЦА в конкретное время;

2) стимулирование сбыта. Продукты и услуги также могут продвигаться посредством купонов на скидку для постоянных клиентов, клубов лояльности, привлекательной упаковки, специально разработанных акций и т. д.;

3) прямой маркетинг. Позволяет организациям напрямую общаться с конечными пользователями. Инструменты прямого маркетинга – это электронные письма, текстовые сообщения, каталоги, брошюры, рекламные письма и т. д.;

4) личные продажи – один из наиболее продуктивных инструментов для комплексной маркетинговой коммуникации. Личная продажа происходит, когда торговый представитель продает продукты или услуги клиентам. Такая продажа включает в себя следующие шаги: поиски, первый контакт, звонок на продажу, обработка возражений (если таковые имеются) и закрытие продажи;

5) мероприятия по связям с общественностью. Деятельность по связям с общественностью помогает продвигать бренд через пресс-релизы, новости, события, публичные выступления и т. д. Роль сотрудника по связям с общественностью заключается в том, чтобы представить организацию в лучшем свете.

В условиях плотной конкуренции на рынке, постоянно меняющихся условиях в экономической сфере специалистам по коммуникациям нужно постоянно придумывать новые модели общения с клиентом. Информационное поле потребителей непрерывно

расширяется, клиенты становятся более разборчивыми, и привлечь их внимание сложнее. Однако, несмотря на эти условия, можно выделить наиболее перспективные тенденции в ИМК.

1. Будет возрастать сложность принятия решений о покупке.

Потребители используют все виды мультимедиа для принятия решений о покупке – от YouTube до Facebook. Сегментация становится более сложной. Один и тот же клиент может одновременно приобретать продукт из категории «премиум» и один низкого уровня. Сегодня легко найти человека, который мог бы совершить рейс EasyJet из Лондона в Милан, чтобы купить сумку Gucci. Люди выбирают, какие потребительские товары они хотят купить несбалансированным сочетанием эмоций и обоснований.

2. Персонализация в коммуникациях.

Благодаря большим данным, социальным сетям и гибкому производству все больше компаний учатся предлагать индивидуальные продукты и проекты. Эта тенденция распространяется на все большее число отраслей.

3. Прозрачность будет диктовать отношения бренда с клиентом.

Бренды не могут избежать прозрачности, навязываемой социальными сетями. Большинство компаний понимают, что если они не будут правдивыми, то будут платить цену, которая выражается не только в штрафах от властей, но и в потере лояльности и доверия клиентов.

4. Маркетинг, основанный на данных.

Благодаря большим данным компании изучают клиентов и их предпочтения. Bigdata будет продолжать развиваться, нацеливаясь на конкретного покупателя и обмениваясь с ним самым эффективным способом в зависимости от его индивидуальных привычек и особенностей.

5. Маркетинговая организация будет переходить от цифровых каналов к интегрированным концептам.

Несколько лет назад отдельно существовали цифровая команда с одной стороны и маркетинговая команда – с другой. Это уже не так – digital должен быть частью всего, поэтому цифровые компоненты должны быть полностью интегрированы. Компаниям необязательно нужна цифровая стратегия – им нужно знать, как подключить цифровой компонент к сложному процессу и как потребители принимают решения о покупке.

Изменения в деловой среде, технологических инновациях, диверсификации потребительских требований и изменения в практике интегрированной маркетинговой коммуникации привели к тому, что организации улучшили отношения с потребителями. Специалисты области понимают, что при использовании интегрированных маркетинговых коммуникаций, как единого комплекса, общение с ЦА будет наиболее продуктивными. В экономике с сильной конкурентной особенностью организациям необходимо капитализировать ИМК, чтобы обеспечить создание и поддержание долгосрочных отношений с текущими и потенциальными клиентами.

Библиографический список:

- 1) Информационный портал: <http://www.businessdictionary.com> // <http://www.businessdictionary.com/definition/integrated-marketing-communications-IMC.html>
- 2) Информационный портал: <http://www.toprankblog.com> // <http://www.toprankblog.com/2018/02/top-marketing-trends-2018/>
- 3) Информационный портал: <http://pranabusinessconsulting.com> // <http://pranabusinessconsulting.com/12-innovation-marketing-trends-for-2018/>

Referents

1. Information portal: <http://www.businessdictionary.com> //
- <http://www.businessdictionary.com/definition/integrated-marketing-communications-IMC.html>
2. Information portal: <http://www.toprankblog.com> //
- <http://www.toprankblog.com/2018/02/top-marketing-trends-2018/>
3. Information portal: <http://pranabusinessconsulting.com> //
- <http://pranabusinessconsulting.com/12-innovation-marketing-trends-for-2018/>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент кафедры инноватики и*

*строительной физики А.В. Жечева*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(909)215-08-61*

*e-mail: nastena.zhecheva@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Student of the department of innovation and  
building physics A.V. Zhecheva*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(909)215-08-61*

*e-mail: nastena.zhecheva@mail.ru*

**А.В. Жечева**

## **КОРАБЛЬ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА NEW SHEPARD**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается многоразовая капсула и ракета для суборбитальных полётов, основной целью которых является осуществление космического туризма. Описываются этапы полета. Приводится сравнение New Shepard с подобными разработками.

**Ключевые слова:** космический туризм, космос, многоразовая суборбитальная ракета, суборбитальный полёт, инновации, Blue Origin, New Shepard.

**A.V. Zhecheva**

## **SHIP FOR SPACE TOURISM NEW SHEPARD**

**Abstract:** this article discusses the reusable capsule and rocket for suborbital flights, the main purpose of which is the implementation of space tourism. Describes the stages of the flight. It also a comparison New Shepard with similar developments.

**Key words:** space tourism, space, reusable suborbital rocket, suborbital flight, innovations, Blue Origin, New Shepard.

В области современного мирового туризма постепенно, но довольно активно развивается новое направление – космический туризм (коммерческий космический полет). На данный момент несколько компаний занимаются разработкой и испытанием систем для космического туризма. Среди прочих выделяется частная аэрокосмическая компания Blue Origin. Разработка системы New Shepard началась в 2006 году, в том же году состоялся испытательный полёт первого прототипа. Всего было проведено десять испытаний, в ходе которых тестировались различные возможности ракеты.

Система New Shepard представляет собой многоразовую пилотируемую капсулу и ракету для суборбитальных полётов.

Капсула стартует вертикально с помощью одноступенчатой многоразовой ракеты и на высоте 40 километров отделяется от ракеты и совершает подъём по инерции до высоты более 100 километров, затем приземляется на парашютах. Носитель капсулы представляет собой одноступенчатую многоразовую ракету и оснащается ЖРД ВЕ-3, работающим на водороде (горючее) и кислороде (окислитель). Тяга двигателя около 50 тонн-сил (490 килоньютон). После отделения капсулы ракета совершает самостоятельный спуск и вертикальную посадку с помощью маршевого двигателя. Этапы полета представлены на рис. 1.

Реализация данного направления туризма становится возможной за счет многоразового использования аппарата. Повторное использование – единственный способ снизить стоимость доступа к космическому пространству. Устройство вертикального взлета и вертикальной посадки позволяет повторно использовать первую ступень ракет-носителей с

минимальным ремонтом. Это обеспечивает высокую степень использования активов, что снижает затраты и повышает доступность космического туризма.

Первых космических туристов Blue Origin планирует возить к линии Кармана, которая находится на высоте 100 км над уровнем моря и является условной границей между земной атмосферой и космосом. На такой высоте пассажиры смогут испытать невесомость.

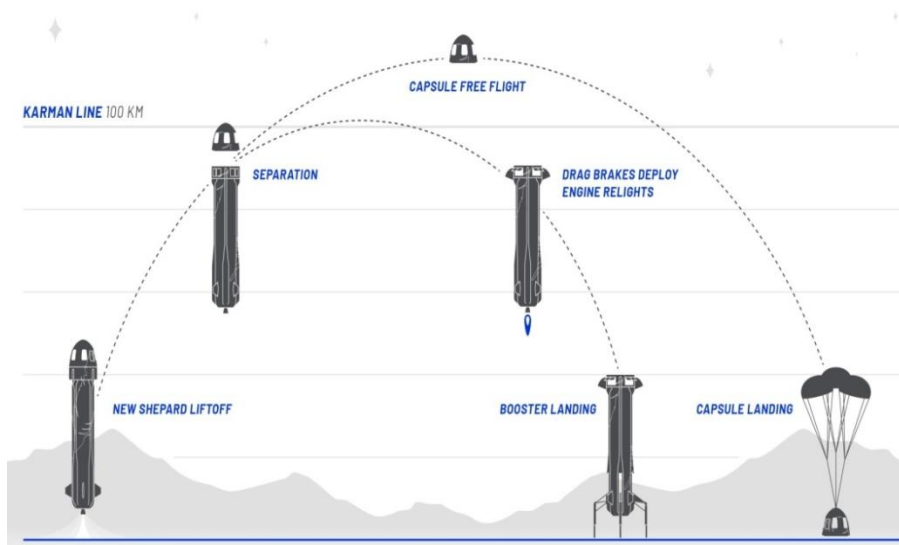


Рис. 1. Схема полета системы New Shepard

Миллиардеры Илон Маск, Джефф Безос и Ричард Брэнсон являются основными конкурентами в сфере космического туризма. Их компании (SpaceX, Blue Origin и Virgin Galactic соответственно), стремятся сделать космические путешествия и космический туризм более доступными. Однако цели компаний и способы реализации несколько отличаются друг от друга.

Blue Origin фокусируется на коммерческом космическом полете, или космическом туризме. Полет предназначен для развлекательных целей и, следовательно, не только для космонавтов. Компания планирует запустить ракету-носитель с прикрепленной пассажирской капсулой в суборбитальное пространство (без выхода на орбиту). Билет на New Shepard (рис. 2) от Blue Origin, вероятно, будет стоить от 200 000 до 300 000 долларов США.

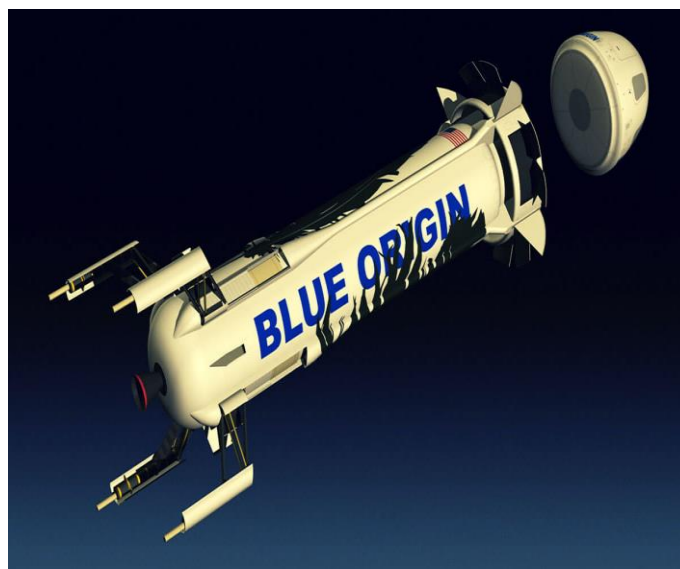


Рис. 2. Корабль для космического туризма New Shepard

Космический корабль Dragon (рис. 3) от компании SpaceX способен перевозить до 7 пассажиров одновременно на Международную космическую станцию и обратно. Герметичная секция капсулы предназначена для перевозки как людей, так и экологически чувствительных грузов. Двигательная установка Dragon V2 состоит из 8 двигателей SuperDraco, которые будут использоваться в качестве системы аварийного спасения и для управляемого приземления, и 16 двигателей Draco, используемых для маневрирования в космосе. Система двигателей разбита на 4 отдельных блока, в каждом по 2 спаренных двигателя SuperDraco и по 4 двигателя Draco. Оба типа двигателей работают на одном виде топлива, смеси монометилгидразина и тетраоксида азота, и могут многократно перезапускаться. Каждый двигатель SuperDraco может создавать тягу до 73 кН. Однако для повышения устойчивости системы максимальная тяга двигателей, устанавливаемых на Dragon V2, будет снижена до 68 кН. Тяга двигателей SuperDraco регулируется в широком диапазоне, суммарная максимальная тяга 8 двигателей на уровне моря может достигать 545 кН.

Компания SpaceX зарабатывает, заключая контракты с НАСА на поставку Международной космической станции и контракты с частными компаниями для запуска спутников на орбиту.



Рис. 3. Космический корабль Dragon

Чтобы попасть на корабль SpaceX, нужно быть космонавтом, а для полета на одном из аппаратов Blue Origin космонавтом быть не обязательно. Это подводит нас к основному отличию космических ракет-носителей двух компаний. Внешне они очень похожи, но предназначены для двух совершенно разных целей.

Virgin Galactic, так же как и Blue Origin, стремится сделать коммерческие космические путешествия доступными. Но аппарат, который использует Virgin Galactic, выглядит совсем по-другому. VSS Unity от Virgin Galactic больше похож на самолет, чем на ракету. Корабль состоит из самолета-носителя WhiteKnightTwo и космического корабля SpaceShipTwo. SpaceShipTwo (рис. 4) может перевозить шесть пассажиров и двух членов экипажа и подниматься на высоту 89,9 км. Подобно как в Blue Origin, пассажиры будут испытывать невесомость от четырех до пяти минут, прежде чем корабль снова войдет в атмосферу. Основатель Ричард Брэнсон станет одним из первых, кто отправится в путешествие. Virgin Galactic уже продала более 700 билетов на будущие рейсы стоимостью 250 000 долларов США каждый.



Рис. 4. Космический корабль SpaceShipTwo

Чёткой границы между земной атмосферой и космосом не существует, атмосфера разрежается постепенно по мере удаления от земной поверхности. Международная авиационная федерация в качестве рабочей границы между атмосферой и космосом установила высоту в 100 км [62 мили] (линия Кармана), в США эта цифра отличается [80 км или 50 миль]. Одна из проблем, которую в конечном итоге придется решать Virgin Galactic, заключается в том, что их транспортное средство не способно летать выше линии Кармана.

Россия также старается не отставать от западных компаний. В феврале 2019 года стало известно о том, что НПО «Авиационно-космические технологии» разрабатывает новый космический корабль, точнее «яхту». Предполагается, что этот будет комфортный прогулочный космический корабль, то есть часть программы, направленной на развитие в России космического туризма. В «Авиационно-космических технологиях» говорят, что намерены построить несколько таких кораблей. Предполагаемая цена билета должна будет составлять от 200 до 300 тысяч долларов: примерно столько же, сколько и у конкурентов. Турист получит довольно долгое время пребывания в невесомости: возможно, более десяти минут.

Как именно компания намерена реализовать столь сложный проект, точно не известно. Еще более сложным вызовом будет окупаемость разработки, но до этого момента, насколько можно судить, компании придется найти средства на первые этапы проектирования. Добавляет неопределенности отсутствие новой информации за месяцы, прошедшие после презентации проекта.



Рис. 5. Проект «Космическая яхта Селена»

Разработка суборбитального беспилотного (полет будет осуществляться в автоматическом режиме) космического корабля под названием «Космическая яхта Селена» (рис. 5) началась два года назад, однако о ней сообщили впервые. Согласно задумке, яхта сможет подниматься в воздух как самолет, взлетая с обычных аэродромов. Предполагается, что челнок выходит в космос на максимальной скорости 3,5 маха, на высоту 120-140 километров. Далее корабль через некоторое время начинает входить обратно в атмосферу на скорости 0,85 маха. Всего намечено создание трех экземпляров кораблей. На борту планируется шесть пассажирских мест. Хотя аппарат будет беспилотным, для спокойствия и удобства пассажиров в нем будет присутствовать пилот. «Внутри будет находиться пилот-специалист, но управлять судном он не будет. Связано это с тем, что людям комфортно, когда они знают, что на борту есть пилот, к тому же после входа в атмосферу людей будут поздравлять с этим событием», – пояснил представитель агентства.

Космический туризм – это отрасль, требующая колоссальных инвестиций, проведения огромного количества дорогостоящих испытаний и достаточно длительного промежутка времени на окупаемость. Однако это очень перспективное направление бизнеса, которое может принести инвесторам прибыль, а путешественникам непередаваемые эмоции.

#### Библиографический список

1. <https://topcor.ru/7691-kosmicheskaja-selena-zachem-v-rossii-hotjat-sozdat-suborbitalnuju-jahtu.html>
2. <https://www.blueorigin.com/>
3. <https://www.businessinsider.com.au/spacex-blue-origin-virgin-galactic-space-tourism-2018-9>
4. <https://www.spacex.com/dragon>

#### References

1. <https://topcor.ru/7691-kosmicheskaja-selena-zachem-v-rossii-hotjat-sozdat-suborbitalnuju-jahtu.html>
2. <https://www.blueorigin.com/>
3. <https://www.businessinsider.com.au/spacex-blue-origin-virgin-galactic-space-tourism-2018-9>
4. <https://www.spacex.com/dragon>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент кафедры инноватики и*

*строительной физики В.А. Коршунов*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(980)537-93-76*

*e-mail: korshunovvladik@gmail.com*

*Voronezh State Technical University*

*Student of the department of innovation and  
building physics B.A. Korshunov*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(980)537-93-76*

*e-mail: korshunovvladik@gmail.com*

**В.А. Коршунов**

## **ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Аннотация:** в данной статье приведено описание различных видов композиционных материалов, а также указаны основные приближения и методы, используемые для математического моделирования их структуры.

**Ключевые слова:** композиты, волокнистые композиты, композиционный материал.

**V.A. Korshunov**

## **FIBROUS COMPOSITE MATERIALS: SRTUCTURE AND MATHEMATICAL MODEL**

**Abstract:** This article describes composite materials, namely fibrous materials. Their structure, mathematical characteristics (properties, structure of fillers, etc.) are considered.

**Key words:** composites, fibrous composites, composite material.

Волокнистые композиционные материалы являются разновидностью композиционных материалов. Под термином «композиционные материалы» понимаются материалы, имеющие следующие отличительные признаки: не встречаются в природе, поскольку созданы человеком; состоят из двух или более компонентов, различающихся по своему химическому составу и разделенных выраженной границей; имеют новые свойства, отличающиеся от свойств составляющих их компонентов; неоднородны в микромасштабе и однородны в макромасштабе; состав, форма и распределение компонентов в изделии «запроектированы» заранее; свойства определяются каждым из компонентов, которые в связи с этим должны быть в материале в строго нормируемых количествах.

Компонент, формирующий объем и конфигурацию композиционного материала, называется матрицей; компонент с высоким уровнем упруго–прочностных свойств, локально или непрерывно распределенный в объеме матрицы, называется армирующим элементом. В качестве матрицы могут использоваться металлы, их сплавы, органические и неорганические полимеры, керамика и другие вещества. Армирующими компонентами чаще всего являются тонкодисперсные порошкообразные частицы или волокнистые материалы различной природы.

Существуют различные принципы классификации композиционных материалов. В частности, в зависимости от вида армирующего компонента композиты могут быть разделены на две основные группы: дисперсно-упрочненные и волокнистые композиционные материалы. Дисперсно-упрочненные композиты представляют собой материал, в матрице которого равномерно распределены мелкодисперсные частицы второго вещества. В таких материалах при нагружении всю нагрузку воспринимает матрица, в которой с помощью множества практически не растворяющихся в ней частиц второй фазы

создается структура, эффективно сопротивляющаяся пластической деформации. Особенность волокнистой композиционной структуры заключается в равномерном распределении высокопрочных, высокомодульных волокон в пластичной матрице (содержание их может достигать 75%). В дисперсно-упрочненных материалах оптимальным содержанием дисперсной фазы считается 2–4%. Дисперсные частицы в указанных материалах, в отличие от волокон, создают только «косвенное» упрочнение.

Для армирования волокнистых композитов используют волокна либо нитевидные кристаллы. Даже небольшое их содержание в материале такого типа существенно улучшает его механические свойства. Возможность изменения при армировании ориентации волокон, их размера и концентрации позволяет еще шире варьировать свойства композитного материала.

Для армирования в большинстве случаев используют волокна углерода, бора, стеклянные, базальтовые или полимерные. Исключительный интерес, благодаря чрезвычайно высокому модулю упругости и прочности при растяжении, вызывают также монокристаллические волокна в виде нитевидных кристаллов.

Волокнистые композиционные материалы, к примеру цемент, гипсоволоконные плиты и другие, в своем составе обычно содержат волокна стекла, пластмассы, стали или углерода. Что же касается натуральных волокон, например, целлюлозы, то процент их использования в данном сегменте рынка значительно ниже, но и они, в свою очередь, придают композиту принципиально новые характеристики. Среди них можно выделить:

- более высокую степень эластичности;
- лучшую способность влагорегулирования;
- меньшую плотность и вес.

### **Структура наполнителей**

Основные типы волокон, в частности стеклянные и углеродные, имеют в основном круглое сечение  $\varnothing$  8-20 мкм, хотя в сечении может лежать также треугольник, ромб или другая фигура. Непрерывные волокна с сечением, отличным от круга, называют профильными. Они могут быть также полыми, что способствует снижению плотности армированного композита.

По структуре же их классифицируют на четыре группы: непрерывные однонаправленные, тканевые, нетканые, объемного плетения. Придавая наполнителям различную структуру и фиксируя ее, помимо первичных крученых нитей, лент, можно получать разные виды усиливающих наполнителей: сетка, пленка, холст и другие.

Первые работы в области механики структурно-неоднородных сред были посвящены исследованиям эффективных механических характеристик микронеоднородных материалов по правилу механического смешивания. В 1946 году И.М. Лифшиц и Л.Н. Розенцвейг предложили рассчитывать макроскопические свойства поликристаллов, решая стохастическую краевую задачу. Этот метод был развит впоследствии в трудах основоположников современной механики композитных материалов стохастической структуры: В.А. Ломакина, Л.П. Хорошуна, Т.Д. Шермергора, Г.А. Ванина, М. Берана и многих других ученых. В настоящее время достигнуты значительные результаты в прогнозировании эффективных линейно- и нелинейно-упругих свойств, упругопластических и вязкоупругих характеристик, процессов деформирования и разрушения структурно-неоднородных материалов. При математическом моделировании процессов в таких материалах удобно использовать концепцию микронеоднородной среды, позволяющую учитывать существование отчетливых границ между элементами структуры с различными свойствами.

Математическая модель структурно-неоднородной среды представляется геометрией области  $V$  с границей  $\Gamma$ , содержащей в себе множество непересекающихся областей  $w_i$ , ограниченных поверхностями  $\Gamma_i$  и моделями сред, занимающих эти области. Основными допущениями микронееднородной среды являются следующие.

1. Характерный размер областей  $w_i$  много больше молекулярно-кинетических размеров.

2. Характерный размер областей  $w_i$  много меньше расстояний, на которых существенно меняются осредненные или макроскопические параметры. Представительным объемом области  $V_L$  с характерным размером  $L$ , представляющим объем порошкового материала, можно считать подобласть  $V_l$  с характерным размером  $l \ll L$  для непрерывной всюду внутри  $V_l$  функции  $g(r)$ , если существует и ограничена осредненная по объему величина  $\bar{g} = \frac{1}{V_l} \int_{V_l} g(r) dr$ , и если для любого положительного сколь угодно малого числа  $\delta_\gamma$  существует такое положительное  $\gamma$ , зависящее только от  $\delta_\gamma$ , что

$$\left| \frac{1}{V_l + \gamma l} \int_{V_l + \gamma l} g(r) dr - \frac{1}{V_l} \int_{V_l} g(r) dr \right| \delta_\gamma.$$

Чтобы представительный объем  $V_l$  на физическом уровне строгости имел смысл элементарного макрообъема микронееднородной среды, необходимо принять  $L \gg l \gg l_w$ , где  $l_w$  – характерный размер компонента порошкового тела. При выполнении указанных условий можно пренебречь влиянием масштаба осреднения  $l$  на значение усредняемой величины. Таким образом, композитную среду можно считать микромеханически неоднородной, если характерные размеры  $l_i$  ее компонентов  $w_i$  много больше молекулярно-кинетических размеров и много меньше расстояний, на которых заметно изменяются осредненные параметры состояния.

Оценки макроскопических свойств стохастических многокомпонентных материалов могут быть сделаны методами статистической механики на основе данных о функциях распределения локальных эффективных характеристик.

#### Библиографический список

1. Лифшиц И.М., Розенцвейг Л.Н. К теории упругих свойств поликристаллов // ЖЭТФ. – 1946. – Т. 16, вып. 11. – С. 967-980.
2. Ломакин В.А. Статистические задачи механики твердых деформируемых тел. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
3. Хорошун Л.П., Вецало Ю.А. К теории эффективных свойств идеальнопластических композитных материалов // Прикл. мех. – 1987. – Т. 23, № 1. – С. 86-90.

#### References

1. Lifshits I.M., Rozenzweig L.N. To the theory of elastic properties of polycrystals // JETP. – 1946. no. 11. – p. 967-980.
2. Lomakin V.A. Statistical problems of mechanics of solid deformable bodies. – M.: Science, 1980. – 512 p.
3. Khoroshun L.P., Vetsalo Yu.A. To the theory of effective properties of ideal plastic composite materials // Prikl. Fur. – 1987. – V. 23, № 1. – p. 86-90.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Доцент кафедры инноватики и строительной  
физики С.Н. Дьяконова*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7-920-410-13-55*

*e-mail: sof1355@yandex.ru*

*Студент кафедры инноватики и строительной  
физики В.А. Маевский*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7-951-854-47-77*

*e-mail: l1ketravel@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Docent of department of innovation and  
building physics S.N. Dyakonova*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(920)4101355;*

*e-mail: sof1355@yandex.ru*

*The student of department innovations  
and construction physics V.A. Mayevsky*

*Russia, Voronezh, ph. +7-951-854-47-77*

*e-mail: l1ketravel@yandex.ru*

**С.Н. Дьяконова, В.А. Маевский**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОУСТАНОВОК НА РЫНКЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ И АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

**Аннотация:** В работе исследуются требования к альтернативным и возобновляемым источникам энергии (АИЭ и ВИЭ), обобщаются их преимущества по сравнению с традиционными источниками энергии. Проведен подробный анализ преимуществ и недостатков применения ветроустановок. Выделены основные преимущества АИЭ и ВИЭ перед другими источниками получения энергии, основные из которых: возобновляемость, экологичность, доступность, экономичность, автономность, безопасность перевозок, социальная значимость и пр.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, альтернативные источники энергии, ветроэнергетика, ветроустановки, энергетика

**S.N. Dyakonova, V.A. Mayevsky**

### **EXAMINATION OF THE USE OF WIND TURBINES ON THE RENEWABLE AND ALTERNATIVE ENERGY**

**Annotation:** The paper presents the requirements for alternative and renewable energy sources (AE and RES), summarizes their advantages compared with traditional energy sources. A detailed analysis of the advantages and disadvantages of the use of wind turbines. The main advantages of renewable energy sources and renewable energy over other sources of energy are highlighted, the main of which are: renewability, environmental friendliness, accessibility, cost effectiveness, autonomy, transportation safety, social importance, etc.

**Key words:** renewable energy sources, alternative energy sources, wind power, wind turbines, power engineering

Альтернативная энергетика сегодня переживает существенный подъем, что обусловлено невозможностью человечества потреблять углеводороды в таком же объеме, как и несколько десятилетий назад. Причин сокращения использования углеводородов много, основными из них являются истощение запасов нефтяных ресурсов и газа в мире, удорожание традиционного топлива, ухудшение экологической обстановки на планете и многие другие. Кроме того, с большой скоростью происходит удешевление альтернативного

топлива. В последние годы себестоимость ветряной электроэнергии упала на 61%, а себестоимость солнечной электроэнергии – на 82 % [1].

Рынки энергетики сегодня развиваются под сильным влиянием двух факторов:

1. Стоимость производства электричества с помощью ВИЭ постоянно снижается и уже не превосходит стоимость его выработки углеводородной генерацией.
2. Принятие политических и законодательных решений, стимулирующих развитие альтернативной и возобновляемой энергетики, а также ограничивающих использование традиционных энергоресурсов, продиктовано ухудшающейся экологической обстановкой во всем мире.

АИЭ и ВИЭ должны соответствовать следующим требованиям:

1. иметь низкую стоимость;
2. быть возобновляемыми;
3. являться автономными;
4. не требовать длинные магистрали для переноса энергии;
5. иметь переход внутри городов от центральных источников энергии к локальным индивидуальным источникам энергии;
6. быть экологически чистыми;
7. давать энергию от сотен ватт до сотен мегаватт.

**Ветроэнергетика** - отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) достигли в наши дни уровня коммерческой зрелости и в местах с благоприятными скоростями ветра могут конкурировать с традиционными источниками электроснабжения [2]. У ветроэнергетики есть как преимущества, так и недостатки, показанные в табл.1.

Таблица 1

**Преимущества и недостатки ветроэнергетики**

| <b>Преимущества ветроэнергетики</b>                                                                                                                                                                           | <b>Недостатки ветроэнергетики</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Энергию ветра относят к возобновляемым видам энергии                                                                                                                                                       | 1. Непостоянность: этот фактор заключается в риске неполучения нужного количества электроэнергии. На неких участках суши силы ветра может оказаться недостаточно для выработки нужного количества электроэнергии                                                                                      |
| 2. Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью                                                                                                                                                      | 2. Шумовое загрязнение                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3. В отличие от ископаемого топлива, энергия ветра практически неисчерпаема, повсеместно доступна и более экологична. Запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты | 3. Высокая стоимость:<br>- стоимость инвертора ~ 50% стоимости всей установки;<br>- стоимость аккумуляторных батарей - около 25 % стоимости установки;<br>- для обеспечения надёжного электроснабжения к такой установке иногда добавляют дизель-генератор, сравнимый по стоимости со всей установкой |

Продолжение табл. 1

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Экономия топлива. Ветряные генераторы в процессе эксплуатации не потребляют ископаемого топлива. Работа ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти | 4. Условно низкий выход электроэнергии: ветровые генераторы веско уступают в выработке электроэнергии дизельным генераторам, что приводит к необходимости установки сходу нескольких турбин. Необходимо учесть, что ветровые турбины неэффективны при пиковых отягощениях                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. В отличие от традиционных тепловых электростанций, ветряные электростанции не используют воду, что позволяет существенно снизить нагрузку на водные ресурсы                                                                  | 5. Опасность для живой природы: вертящиеся лопасти турбины представляют потенциальную опасность для некоторых видов живых организмов. По статистике, лопасти каждой установленной турбины являются предпосылкой гибели не менее 4 особей птиц в год                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6. Ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выбросы в атмосферу на 1800 т CO <sub>2</sub> , 9 т SO <sub>2</sub> , 4 т оксидов азота                                                                                   | 6. Низкочастотные вибрации: низкочастотные колебания, передающиеся через почву, вызывают ощутимый дребезг стекол в домах на расстоянии до 60 м от ветроустановок мегаваттного класса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 7. Эргономика. Ветровые электростанции занимают совсем немного места и вписываются в любой ландшафт, а также хорошо сочетаются с иными видами хозяйственного применения территорий                                              | 7. Ветрогенераторы изымают часть кинетической энергии движущихся воздушных масс, что приводит к снижению скорости их движения. При массовом использовании ветряков (например, в Европе) это замедление теоретически может оказывать заметное влияние на локальные (и даже глобальные) климатические условия местности. Снижение средней скорости ветров способно сделать климат региона более континентальным за счет того, что медленно движущиеся воздушные массы успевают сильнее нагреться летом и охлаждаться зимой |
| 8. Ветровая энергетика - лучшее решение для труднодоступных мест: для удалённых мест установка ветровых электрогенераторов может быть лучшим и более дешёвым решением                                                           | 8. Обледенение лопастей: при эксплуатации ветроустановок в зимний период при высокой влажности воздуха возможно образование ледяных наростов на лопастях. При пуске ветроустановки возможен разлёт льда на значительное расстояние                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Причин развивать альтернативную и возобновляемую энергетику достаточно, но существуют две основные – экологическая безопасность и энергонезависимость. Однако нестабильность в выработке мешает выйти отечественным предприятиям на уровень промышленного потребления [3, 4].

В России крупные корпорации пока не готовы брать на себя обязательства даже по частичному переходу на обеспечение своих потребностей в электроэнергии за счет ВИЭ. Правительство решило, что доля зелёной энергетики к 2020 г. может достигнуть 2,5%. Самые выгодные условия получили инвесторы в солнечную энергию: разыграно 60 % квот.

При этом приходящихся на развитие ветроэнергетики - 4 %. Не популярны у финансистов и станции, использующие гидроэнергетику, торф, свалочный газ, биогаз, биомассу [5].

Развитая наука и технологичное промышленное производство в сочетании с доступным финансированием позволяют не только создавать конкурентоспособные энергетические альтернативы, но и получать высокие прибыли с растущего рынка ВИЭ, потенциальная емкость которого даже больше, чем сырьевого.

Возобновляемые и альтернативные источники энергии получили широкое признание и распространение в последние годы. Это связано с принятием ряда политических и законодательных решений, продиктованных ухудшением экологической обстановки на планете, растущей ценой на ископаемое топливо, социальной напряженностью в ряде стран, истощаемостью природных ресурсов.

Постоянные обновления, современные разработки и инновации повышают конкурентоспособность и темпы развития альтернативной энергетики.

Немаловажным элементом работы является анализ недостатков и преимуществ использования энергии ветра и гелиоэнергетики. Основной проблемой при использовании АИЭ и ВИЭ в РФ является отсутствие технологий и ресурсов для собственного производства, а также высокая стоимость гелиоустановок.

#### Библиографический список

1. Андреев Е. Стоимость солнечной энергии упала на четверть. Новые известия, 2016 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://newizv.ru/news/economy/28-09-2016>.
2. [http://www.r-energo.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1123:2012-06-04-07-29-24&catid=17:2009-12-05-19-39-49&Itemid=72](http://www.r-energo.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1123:2012-06-04-07-29-24&catid=17:2009-12-05-19-39-49&Itemid=72)
3. Магай А.А. Динамичные фасады высотных зданий в России и за рубежом / А.А. Магай, П.П. Семикин // Журнал Окна. Двери. Фасады. 2014. № 4 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://odf.ru/-dinamichnye-fasady-vysotnyh-z-article\\_575.html](http://odf.ru/-dinamichnye-fasady-vysotnyh-z-article_575.html)
4. <https://geektimes.ru/post/285758/>
5. Солнцу и ветру выделяют долю // Аргументы недели. № 45 (437) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://argumenti.ru/talks/n465>

#### References

1. Andreev E. The cost of solar energy fell by a quarter. New news, 2016 [Electronic resource] // Access mode: <https://newizv.ru/news/economy/28-09-2016>.
2. [http://www.r-energo.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1123:2012-06-04-07-29-24&catid=17:2009-12-05-19-39-49&Itemid=72](http://www.r-energo.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1123:2012-06-04-07-29-24&catid=17:2009-12-05-19-39-49&Itemid=72)
3. Magay A.A. Dynamic facades of high-rise buildings in Russia and abroad // A.A. Magay, P.P. Semikin // Journal of Windows. Doors. Facades. 2014. No. 4 / [Electronic resource] // Access mode: [http://odf.ru/-dinamichnye-fasady-vysotnyh-z-article\\_575.html](http://odf.ru/-dinamichnye-fasady-vysotnyh-z-article_575.html)
4. <https://geektimes.ru/post/285758/>
5. Sun and wind will allocate share // Arguments of the week. № 45 (437) [Electronic resource]. Access mode: <http://argumenti.ru/talks/n465>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент кафедры инноватики и  
строительной физики М.М. Никулин  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)24487-11  
e-mail: mik-nik-96@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Student of the department of innovation and  
building physics M.M. Nikulin  
Russia, Voronezh, ph.: +7(919)24487-11  
e-mail: mik-nik-96@mail.ru*

**М.М. Никулин**

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНСТРУКЦИИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается инновационная система освещения «энергоемкие автоматизированные объекты».

**Ключевые слова:** энергосбережение, освещение, инновации.

**M.M. Nikulin**

## **FEATURES OF ENERGY SAVING TECHNOLOGIES IN THE STREET LIGHTING SYSTEM**

**Abstract:** this article discusses the innovative lighting system "energy-intensive automated objects".

**Key words:** energy saving, lighting, innovation.

Уличное освещение – средства искусственного увеличения оптической видимости на улице в тёмное время суток. Как правило, осуществляется лампами, закреплёнными на мачтах, столбах, путепроводах и других опорах. Лампы включаются в ночное время автоматически с помощью элементов системы управления освещением либо вручную из диспетчерского пункта [1].

Создание качественного освещения на территории является важной частью инфраструктуры каждого района города. Подсветка выполняет следующие задачи с приходом вечера и ночи:

- создает достаточное освещение проезжей части, минимизирует риск травмирования или ДТП;
- обеспечивает хорошую видимость как для транспортных средств, въезжающих на парковочные места, так и для пешеходов;
- повышает уровень безопасности, так как по статистике грабители не нападают на своих жертв на хорошо освещенных участках.

Все дорожное и городское освещение должно иметь единую систему централизованного управления. При больших расстояниях между объектами или при наличии природных препятствий допускается разделение на районные схемы управления освещением. Однако в любом случае они должны иметь централизованное управление посредством телефонной или радиосвязи.

В настоящее время существует не только ручное управление уличным освещением, но и система управления с использованием датчиков, реле времени и микропроцессорные механизмы [2].

Искусственные источники света – устройства различной конструкции, преобразовывающие энергию в световое излучение.

Источники света, более часто применяемые для искусственного освещения, делят на три группы – газоразрядные лампы, лампы накаливания и светодиоды.

Таблица 1

Сравнительная оценка источников света

| Тип                                         | Световая<br>эффективность лм/Вт | ПРУ                            |
|---------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Лампы<br>накаливания                        | 6 – 15                          | Нет                            |
| Галогенные<br>лампы                         | 13 – 15                         | Нет                            |
| Компактные<br>люминесцентные<br>лампы       | 50 – 70                         | Да                             |
| Люминесцентные<br>лампы                     | 80– 100                         | Да                             |
| Газоразрядные<br>лампы высокого<br>давления | 75 – 120                        | Да                             |
| Светодиоды                                  | 20 – 230<br>(260 – теор. макс)  | Да (при<br>питании<br>от сети) |

*Газоразрядные лампы.* Световой поток образуется в результате электрического разряда в инертном газе и паров металла.

Преимущества газоразрядных ламп:

- большая световая отдача;
- большой срок службы (до 8-12 тыс. часов);
- возможность получения светового потока в любой части спектра.

Недостатки газоразрядных ламп:

- безинерционность – приводит к пульсации светового потока и возникновению стробоскопического эффекта, что может привести к травматизму;
- высокая стоимость объясняется сложностью изготовления лампы;
- необходимость наличия пусковой аппаратуры;
- большая чувствительность к изменению температуры окружающей среды (при температуре меньше +5 С лампа может не зажечься) и напряжению сети (при снижении напряжения на 10% от номинального – лампа не зажжется);
- может быть источником радиопомех (электрический разряд – это электромагнитные волны).

Типы газоразрядных ламп:

1. люминесцентные низкого давления;
2. ДРЛ – дуговая ртутная люминесцентная, применяется для уличного освещения;
3. ДРИ – галогенная, спектр близок к дневному;
4. ДРИсТ – ксеноновые, обладают большой единичной мощностью (5–50кВт), используются для освещения больших площадей;
5. ДНаТ – натриевые.

*Лампа накаливания* – электрический источник света, в котором свет излучается нагретым до высокой температуры телом накала. Принцип действия основан на эффекте выделения теплоты при протекании через проводник электрического тока. В лампе накаливания электрический ток проходит через вольфрамовую спираль (тело накала), разогревая ее до температуры 2400...2500 °С. При такой температуре нить накала излучает

свет, однако основная часть излучения (в соответствии с законом Планка) приходится на невидимую инфракрасную (тепловую) область. С помощью существующих ламп накаливания принципиально невозможно получить аналогичный дневному свет, поскольку для этого тело накала необходимо разогреть до температуры поверхности солнца (5500 °С), что значительно выше температуры плавления вольфрама (3410 °С). Максимум излучения света для лампы накаливания достигается при температуре 3100 °С, однако работа в таком режиме приводит к существенному сокращению службы лампы [3].

Свет, излучаемый лампами накаливания, желто-красный с непрерывным спектром, аналогичным спектру естественных источников света. По этой причине свет ламп накаливания не сказывается негативно на самочувствии человека. На открытом воздухе вольфрамовая спираль, разогретая до высокой температуры, вступает во взаимодействие с кислородом воздуха, окисляясь (сгорая) в течении нескольких секунд. Для исключения перегорания спираль помещена внутрь прозрачной стеклянной герметичной колбы, из которой выкачан воздух. Однако в безвоздушном пространстве под действием высокой температуры происходит испарение вольфрама, и спираль становится тоньше, что со временем приводит к ее обрыву под действием собственного веса или незначительной тряски. Испарившийся вольфрам оседает на стекле колбы, и со временем она темнеет. Для увеличения срока службы колба под небольшим давлением заполняется инертными газами (азотом, аргоном, криптоном).

Достоинства ламп накаливания являются:

- простота конструкции;
- низкая стоимость;
- возможность изготавливать лампы различной мощности при различных напряжениях;
- возможность работы на постоянном или переменном токе;
- отсутствие мерцаний при работе на переменном токе промышленной частоты;
- лампы накаливания не требуют пускорегулирующего устройства;
- непрерывный спектр излучения, не влияющий на самочувствие человека;
- спектр излучения не зависит от производителя лампы (лампы разных производителей имеют одинаковую цветовую температуру).

Недостатки ламп накаливания:

- низкая светоотдача (5...15 Лм/Вт);
- ограниченный срок службы (1000 часов);
- зависимость спектра излучения от напряжения: уменьшение напряжения приводит к смещению спектра излучения в красную область;
- чувствительность к механическим вибрациям и тряске (приводят к обрыву нити накала).

Исторически лампы накаливания были первыми из созданных человеком электрических источников света. Простота и низкая стоимость привели к их широкому распространению по всему миру. Однако низкая светоотдача привела к необходимости замены их на более энергоэффективные. В ряде стран Европы и в России лампы накаливания постепенно выводят из эксплуатации, на уровне государства принимаются законы, ограничивающие их производство и использование. Постепенно лампы накаливания перестанут использоваться в системах освещения. Промышленностью будут выпускаться лампы накаливания только малой мощности, которые будут использоваться для решения других вопросов.

*Светодиодные лампы* – электрические источники света, в которых он излучается за счет прохождения электрического тока через электронно–дырочный переход или контакт металл–полупроводник внутри полупроводниковых светодиодов.

Теоретическая возможность создания осветительных светодиодов белого свечения появилась в 1989 году после изобретения синего светодиода (красный и зеленый были изобретены намного раньше). Поскольку переход светодиода излучает свет только определенной длины волны, то для получения белого цвета требуется комбинировать излучение от нескольких светодиодов разных цветов (подобный принцип используется в телевидении).

За последние 20 лет мировыми производителями освоена технология производства мощных светодиодов и ламп на их основе с высокой светоотдачей. Это приводит к постепенному вытеснению обычных источников света из систем освещения.

Достоинствами светодиодных ламп являются

- высокая световая отдача (до 230 лм/Вт, теоретический предел – 260 лм/Вт);
- высокая механическая прочность, вибростойкость (отсутствие нити накаливания и иных чувствительных составляющих);
- длительный срок службы (50000...100000 часов);
- улучшенный по сравнению с люминесцентными лампами спектр излучения;
- малый угол излучения – простота формирования направленного излучения;
- низкое напряжение (не более 4В), необходимое для работы;
- нечувствительность к низким температурам;
- отсутствие опасных для человека веществ, в первую очередь ртути.

Недостатками светодиодов являются:

- высокая цена;
- необходимость использования пускорегулирующего устройства;
- малый угол излучения для формирования рассеянного света требуются специальные линзы [4].

На сегодняшний день светодиодные источники являются перспективным направлением в системах освещения. Уже существуют светодиодные лампы, позволяющие выполнять замену большинства существующих типов ламп.

Важные характеристики уличных светильников:

- вандалоустойчивость – уличные светильники должны обладать повышенным уровнем надежности;
- длительный срок эксплуатации;
- высокая световая отдача.

Светильники для наружного освещения часто имеют зеркальные отражатели, широкую кривую силу света. Для освещения улиц в промышленных районах, в крупных городах с большой запыленностью воздуха применяются светильники со степенью защиты IP53, IP54 и IP65. Для установки светильников могут применяться металлические, железобетонные или деревянные опоры, а также тросовые подвесы.

Тросовый подвес светильников применяется в сложившейся части города на улицах и проездах, где затруднено размещение опор.

Уличные светильники на опорах наиболее эффективные и надежные, так как свет исходит с определенной высоты, а значит, захватывает наибольшую площадь. Сам источник света при этом менее подвержен механическим повреждениям.

Основные типы уличных светильников для осветительных опор:

- консольные уличные светильники – применяются для освещения улиц, дорог, площадей, пешеходных переходов, открытых пространств производственного назначения. Консольные светильники рекомендуется устанавливать на Г-образных кронштейнах опор под углом 0...15° к горизонту;
- торшерные уличные светильники – предназначены для функционально-декоративного освещения открытых пространств. Устанавливаются на опору сверху. Для

установки торшерного светильника высота опоры должна подбираться таким образом, чтобы исключить эффект ослепления пешеходов.

С появлением светильников на основе светодиодов, срок службы которых без обслуживания соизмерим со сроком службы опор освещения отпала и необходимость в частой замене ламп. Многие ошибочно полагают, что светодиодные светильники намного дороже, но на самом деле просто необходимо изменить саму концепцию освещения.

Отличие новой концепции от старой – в уменьшении высоты опор освещения до 6–8 м и уменьшении расстояния между опорами до 15–20 м. Такое решение стало возможным потому, что срок службы качественных и необслуживаемых светильников на основе светодиодов составляет более 23 лет. На первый взгляд можно решить, что стоимость монтажа должна увеличиться из-за большого количества опор. Однако это не так.

Таблица 2

Расчет стоимости установки опор разной высоты с разным шагом.

| Варианты установки опор на расстоянии 900 м | Общая стоимость (с НДС 18%), тыс. руб. |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| 23 опор высотой 12 м с шагом 40 м           | 914                                    |
| 30 опор высотой 8 м с шагом 30 м            | 601                                    |
| 36 опор высотой 8 м с шагом 25 м            | 552                                    |
| 45 опор высотой 8 м с шагом 20 м            | 774                                    |
| 60 опор высотой 8 м с шагом 15 м            | 920                                    |

В таблице представлен расчет стоимости установки опор разной высоты с разным шагом между ними, сделанный на сайте Tiu.ru. Как мы видим установка светильников с шагом 20, 25 и 30 м экономически выгоднее, чем установка опор на расстоянии 40 м. Если взять за основу расстояние в 20 м, то установка опор высотой 8 м на 140 000 дешевле, чем установка 12-метровых опор с шагом 40 м.

#### Библиографический список

1. Мешков В. В. Осветительные установки. М.: Энергия, 1972. – , 206 с.
2. Кнорринг Г. М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. М.: Энергия, 1973, 347 с.
3. Мешков В. В. Курс осветительной техники. М.: Госэнергоиздат, 1953. – , 312 с.
4. <https://www.elec.ru/articles/energoberegayushie-tehnologii-v-naruzhnom-osveshe/>

#### References

1. Meshkov V. V. Lighting systems. M.: Energy, 1972. – , 206 p.
2. Knorring G. M. Lighting calculations in artificial lighting installations. M.: Energy, 1973. – , 347 p.
3. Meshkov V. V. Course of lighting equipment. M.: Gosenergoizdat, 1953, 312 p.
4. <https://www.elec.ru/articles/energoberegayushie-tehnologii-v-naruzhnom-osveshe/>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Магистрант кафедры инноватики и  
строительной физики И.А. Пальчиков  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(950)770-04-24  
e-mail: ilya.paltchicov@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Magister of the department of innovation  
and building physics I.A.Palchikov  
Russia, Voronezh, ph.: +7(950)770-04-24  
e-mail: ilya.paltchicov@yandex.ru*

**И.А. Пальчиков**

## **ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭКОДОМОВ В РОССИИ И ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема строительства и эксплуатации экодому в России и Европе. Представлена концепция экодому, его преимущество перед традиционным домом и информация о странах лидерах по строительству экодому.

**Ключевые слова:** строительство, экодому, энергоресурсы, энергосбережение.

**I.A. Palchikov**

## **EXPERIENCE IN OPERATING ECO-HOUSE IN RUSSIA AND WESTERN EUROPE**

**Abstract:** this article deals with the problem of construction and operation of eco-houses in Russia and Foreign Europe. The concept of eco-house, its advantage over the traditional house and the information of the leading countries in the construction of eco-houses are presented.

**Key words:** construction, eco-house, energy resources, energy saving.

Увеличение затрат на приобретение энергетических ресурсов, уменьшение последних их запасов приводит необходимости задуматься о развитии строительства, где будут применены энергоэффективные методы. Строительная сфера считается одной из главных в области энергосбережения, поэтому в ней в первую очередь нужно переходить на возобновляемые источники энергии. Организация строительства жилых домов и иных зданий, которые используют возобновляемые и чистые в экологическом плане источники энергии, не вызывает сомнений в актуальности и полезности. Благодаря такому типу строений можно снизить показатели выброса парниковых газов, уменьшить расходы на энергетическое обеспечение, а также значительно сэкономить энергетические и топливные ресурсы.

Экодому – это современное жилое помещение, при создании которого используются только натуральные материалы, которые были подвергнуты минимальной химической и промышленной обработке. К этим материалам можно отнести различные виды дерева, природный камень, пеноблоки, пеностекло, цветные и чёрные металлы.

Архитектурная концепция экодому подразумевает удобную структуру строения, его компактность, качественное и эффективное утепление.

В проектах экодому используется вытяжная и приточная система вентиляции. Тепло исходить от бытовых приборов и от проживающих людей, которые там проживают. Если необходим дополнительный обогрев, используются альтернативные источники энергии. Это может быть горячее водоснабжение за счёт использования тепловых насосов или солнечных водонагревателей. Помимо этого, для обогрева и освещения можно применять солнечные электростанции, которые включают в себя солнечные панели, солнечный контроллер,

инвертор, аккумулятор, кабели. Геотермальный тепловой насос будет кондиционировать и охлаждать здание.



Двухэтажный экодом в России

В Европе существуют экодому, не нуждающиеся в отоплении дома с очень низким потреблением энергии и дома с низкими затратами энергии.

В Германии экодому престижны, так как они проходят сертификацию, что положительно влияет на цену строения. Таких проектов уже больше четырёх тысяч. С 2012 года все здания в стране должны минимально потреблять энергию.

В настоящее время в Финляндии есть несколько домов, которые не используют энергию. К ним относятся дом пенсионеров в Лахти и дом для инвалидов в Ярвенпяа. Они используют солнечные коллекторы, конструкции ограждения, эффективную теплоизоляцию, а также системы жизнеобеспечения, которые хорошо автоматизированы. Как показывает практика, можно создать комфортные условия и при суровом климате.

В первые годы эксплуатации домов с современными энергосберегающими технологиями окупает первоначальные вложения в материалы, а в будущем значительно экономит деньги. Благодаря повышению энергетической эффективности жители Европы пользуются своими экодому как долгосрочной инвестицией.

В России общая площадь зданий в эксплуатации занимает порядка пяти миллиардов квадратных метров. Больше трети энергетических ресурсов страны расходуется на их отопление, а это порядка 400 миллионов топлива в год. Около 45% энергии тепла и 20% электрической энергии, которая производится в России, используется в коммунальном хозяйстве, что в 2-3 раза больше расхода энергии на одно здание, чем в Европе. Необходимы новые подходы к строительству, а для этого нужны изменения в экономике.

Первый энергосберегающий двухэтажный экодому под названием «Активный дом» был построен на территории подмосковного посёлка «Западная долина». Он считается самым прогрессивным на сегодняшний день проектом экодому в России.

Подводя итоги, хочется сказать, что в нашей стране строительство экодому находится на ранней стадии: таких проектов единицы. Здесь может играть роль отсутствие проработанных концепций энергосбережения и механизмов стимулирования в строительстве. Но, тем не менее, в России появляются специальные целевые программы для повышения энергоэффективности.

Помимо энергосбережения, концепция экодому не вредит окружающей среде, что является важным фактором. Несомненно, это интересная строительная инновация, которая должна получить развитие в будущем.

#### Библиографический список

1. Николаева И.П.. Экодому в Европе: учебное пособие. М.: Дашков и К, 2012.
2. Даниленко Л.Н.. Умные дома: учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.

3. Ньюэлл М.В.. Проекты в строительстве: учебное пособие. М.: КУДИЦ-Образ, 2016.
4. <https://tion.ru/blog/ekodom>

References

1. Nikolaeva I.P. Eco-house in Europe: textbook. M.: Dashkov and K, 2012.
2. Danilenko L.N. Smart house: textbook. M.: SIC INFRA-M, 2014.
3. Newell M.V. Projects in construction: textbook. M.: CUDITS-Image, 2016.
4. <https://tion.ru/blog/ekodom>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Кандидат экономических наук,  
доцент кафедры инноватики и  
строительной физики И.В. Фатеева  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-920-228-18-65  
e-mail: [fat.irina2015@yandex.ru](mailto:fat.irina2015@yandex.ru)*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Магистрант кафедры инноватики и  
строительной физики  
И.Ю. Лоншаков  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-904-210-96-22  
e-mail: [CoolDog2015@mail.ru](mailto:CoolDog2015@mail.ru)*

*Voronezh State Technical University*

*Candidate of Economic Sciences  
Associate Professor of innovation and  
building physics I. V. Fateeva  
Russia, Voronezh, tel.: + 7- 920-228-18-65  
e-mail: [fat.irina2015@yandex.ru](mailto:fat.irina2015@yandex.ru)  
Voronezh State Technical University*

*Magister of the Faculty of secondary vo-  
cational education  
I.Yu. Lonshakov  
Russia, Voronezh, tel.: + 7- 904-210-96-22  
e-mail: [CoolDog2015@mail.ru](mailto:CoolDog2015@mail.ru)*

**И.В. Фатеева, И.Ю. Лоншаков**

## **АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ ПО ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема применения ортотропных плит при строительстве автомобильных дорог. Представлена структура ортотропной плиты и существующие методы ее защиты от коррозии и деформации.

**Ключевые слова:** надежность, автодорожные мосты, сварка, ортотропные плиты

**I. V. Fateeva, I. Yu. Lonshakov**

## **ANALYSIS OF THE PRODUCTION OF ORTHOTROPIC PLATES ACCORDING TO THE TRADITIONAL TECHNOLOGY**

**Abstract:** this article deals with the problem of the use of orthotropic plates in the construction of roads. The structure of the orthotropic plate and the existing methods of its protection against corrosion and deformation are presented.

**Key words:** reliability, road bridges, welding, orthotropic plates

Любое строительство – это сложный многоступенчатый процесс, включающий в себя организационные, изыскательские, проектные, строительно-монтажные, пусконаладочные и многие другие работы. Увеличение объемов дорожного строительства, рост городов, необходимость преобразования ряда транспортных развязок, широкое освоение новых районов страны требуют увеличения выпуска мостовых конструкций [1].

Широкое распространение получили пролетные строения с главными балками как из цельно перевозимых блоков, так и образуемых при монтаже, с проезжей частью на металлических ортотропных плитах. Ортотропная плита является частью блока главной балки мостов автомобильных дорог [2].

С увеличением длины пролетов в конструкциях автодорожных мостов для уменьшения веса широкое применение находит металлический настил, одновременно служащий в качестве верхним поясом основной несущей конструкции [3]. Металлический настил из стального листа с продольными и поперечными ребрами образует в горизонтальной плоскости плиту, обладающую различными жесткостями в двух взаимно

перпендикулярных направлениях, которую принято называть *ортотропной*. Таким образом, в стальных пролетных строениях ортотропные плиты являются основными несущими элементами, воспринимающими нагрузки от движения по ним автомобильного транспорта и работающие на изгиб.

Основным свойством, определяющим надежность строительной конструкции, является безотказность ее работы, способность сохранять заданные эксплуатационные качества в течение определенного срока службы.

Условия обеспечения надежности заключаются в том, чтобы расчетные значения нагрузок или вызываемых ими усилий, напряжений, деформаций, перемещений, раскрытий трещин не превышали соответствующих им предельных значений, устанавливаемых нормами проектирования [4].

При эксплуатации ортотропной плиты большое внимание уделяют предотвращению хрупких разрушений, что обеспечивается строгим соблюдением действующих норм выбора материалов, конструирования и расчета элементов соединений, сборки, сварки и контроля сварных швов, а также противокоррозионной защиты.

Основными методами защиты конструкции от коррозии являются: применение коррозионностойких сплавов, изоляция металла от внешней среды коррозионностойкими материалами (лакокрасочные материалы), применение новых конструктивных решений [5].

Ортотропная плита (рис.1) представляет собой стальную металлоконструкцию, выполняемую из листового проката.

Помимо продольных и поперечных ребер жесткости, к металлическому настилу приварены две балки таврового сечения, которые, как и ребра жесткости, воспринимают значительную часть статических и динамических нагрузок. В результате соединенные при помощи сварки и между собой несущие элементы образуют достаточно жесткую конструкцию.

В целом металлический настил состоит из пяти плит в ширину и двенадцати в длину. При этом один пролет моста в длину составляет три ортотропных плиты. С целью исключения монтажной сварки ребра, настильные листы плит проезда между собой и с поясами балок соединены высокопрочными болтами.



Рис.1. Ортотропная плита

Сборка ортотропной плиты должна обеспечивать симметрию и взаимную перпендикулярность ребер жесткости к плите. Для крепления конструкции на монтаже в тавровых балках в ортотропной плите выполняют отверстия под болтовые соединения [6].

Конструкция не подлежит расчленению на отдельные узлы, так как согласно СП 012-2000 при проектировании мостовых конструкций рекомендуется применять блоки

максимальной заводской готовности с минимальным объемом работ по образованию соединений на монтажной площадке.

При изготовлении ортотропной плиты для соединения деталей между собой применяются двусторонние тавровые соединения с катетом 6 и 8 мм, а также стыковые. Такие соединения выполняются по ГОСТ 8713-79 для автоматической сварки под слоем флюса или ГОСТ 14771-76 для полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

Применяемый способ сварки определяется расположением, протяженностью, траекторией линии стыка сварного, а также степенью его ответственности по отношению к работоспособности конструкции в целом [7]. Наиболее ответственными соединениями в изделии являются:

- а) тавровые соединения полок главных тавровых балок со стенками;
- б) тавровые соединения главных тавровых балок с металлическим настилом;
- в) тавровые соединения продольных ребер жесткости с настилом;
- г) стыковые соединения, выполняемые при сварке моста в целом.

В серийном производстве ортотропной плиты для соединения всех элементов применяют сварку. Конструкция имеет большие размеры и сложное сечение, поэтому сварное исполнение наиболее выгодно. При данном способе изготовления очень высоки технико-экономические показатели комбинированных сварных узлов данной конструкции. При этом достигается снижение трудозатрат, сокращение цикла производства, экономия металла и более полное использование его свойств, снижение массы конструкции и повышение ее эксплуатационной надежности.

#### Библиографический список

1. Омельченко Е.С., Фатеева И.В. Инновационные подходы в дизайне строительных конструкций «прозрачный бетон»// Инновационная наука как основа развития современного государства. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 2017. С. 48-49.
2. Фатеева И.В., Бахтызина И.В. Повышение эффективности и долгосрочности строительных объектов посредством применения системы Макволл // Наука нового времени: сохраняя прошлое – создаем будущее. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 14-15.
3. Дмитриева О.Г., Фатеева И.В. Теоретические аспекты решения проблем коммунального и жилищного хозяйства // Инновации, технологии и бизнес. 2018. № 1 (4). С. 24-29.
4. Барбарош А.А., Смольянинов А.В., Поцбнева И.В. Моделирование бизнес-процессов при реинжиниринге производства // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. № 3 (13). С. 59-63.
5. Поцбнева И.В., Иванова А.В., Иварлак К.Д., Ермакова О.В. Анализ программ имитационного моделирования для совершенствования процессов и конструкций //Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 162-166.
6. Лепешкин В.И., Поцбнева И.В. Моделирование технологических процессов строительного производства // Авиакосмические технологии (АКТ-2017) Тезисы XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 135-137.
7. Смольянинов А.В., Поцбнева И.В., Сторожева А.С. Управление качеством современного производства // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование сборник научных трудов 3-й международной молодежной научно-практической конференции: в 2 томах. 2016. С. 264-266.

References

1. Omelchenko E.S., Fateeva I.V. Innovative approaches in the design of construction structures – "transparent concrete" // In the collection: Innovation science as the basis for the development of the modern state Collection of scientific articles on the results of the international scientific-practical conference. 2017. p. 48-49.
2. Fateeva I.V., Bakhtyzina I.V. Improving the efficiency and long-term of construction objects through the application of the macwall system // Science of the New Time: Keeping the Past – Creating the Future Collection of scientific articles on the results of the International Scientific and Practical Conference. 2017. pp. 14-15.
3. Dmitrieva OG, Fateeva I.V. Theoretical aspects of solving the problems of communal and housing economy // Innovation, technology and business. 2018. No. 1 (4). Pp. 24-29.
4. Barbarosh A.A., Smolyaninov A.V., Pocebneva I.V. Modeling business processes in production reengineering // Information technology in building, social and economic systems. 2018. No. 3 (13). Pp. 59-63.
5. Pocebneva I.V., Ivanova A.V., Ivarlak KD, Ermakova O.V. Analysis of imitation modeling programs to improve processes and designs // Modern innovations in science and technology Collection of scientific papers of the 8th All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation. Executive editor A.A. Gorokhov. 2018. pp. 162-166.
6. Lepeshkin V.I., Pocebneva I.V. Modeling of technological processes of construction production // Aerospace Technologies (ACT-2017) Abstracts of the XVIII International Scientific and Technical Conference and the school of young scientists, graduate students and students. 2017. p. 135-137.
7. Smolyaninov A.V., Potsebneva I.V., Storozheva A.S. Quality management of modern production // Product quality: control, management, improvement, planning a collection of scientific papers of the 3rd International Youth Scientific and Practical Conference: in 2 volumes. 2016. p. 264-266.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Кандидат экономических наук,  
доцент кафедры инноватики и  
строительной физики И.В. Фатеева  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-920-228-18-65*

*e-mail: fat.irina2015@yandex.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Магистрант кафедры инноватики и  
строительной физики*

*И.Ю. Лоншаков*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7-904-210-96-22*

*e-mail: CoolDog2015@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Candidate of Economic Sciences  
Associate Professor of innovation and  
building physics I. V. Fateeva*

*Russia, Voronezh, tel.: + 7- 920-228-18-65  
e-mail: fat.irina2015@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Magister of the Faculty of secondary vo  
cational education I.Yu. Lonshakov*

*Russia, Voronezh, tel.:+ 7- 904-210-96-22*

*e-mail: CoolDog2015@mail.ru*

**И.В. Фатеева, И.Ю. Лоншаков**

### **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТАВРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается инновационная технология изготовления составных элементов ортотропных плит. Представлена схема и расчет приложения сил растяжения и сжатия к ребру жесткости.

**Ключевые слова:** надежность, ребро жесткости, ортотропные плиты, ребристые панели.

**I. V. Fateeva, I. Yu. Lonshakov**

### **INNOVATIVE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF T-ELEMENTS ORTHOTROPIC PLATE**

**Abstract:** this article discusses the innovative technology of manufacturing the components of orthotropic plates. The scheme and calculation of the application of tensile and compressive forces to the stiffening edge are presented.

**Key words:** reliability, stiffener, orthotropic plates, ribbed panels.

Изобретение может быть использовано при изготовлении ребристых панелей, в частности длинномерных тавровых и двутавровых профилей [1]. На опорной плите сборочного стенда укладывают настильный лист и прикрепляют его по контуру плиты. Устанавливают и неподвижно закрепляют с помощью приспособлений на настильном листе ребро жесткости с защемлением одного его конца. Ко второму незащемленному концу ребра прикладывают усилие под углом  $\alpha = 3 \div 10^\circ$  с созданием одновременно продольных растягивающих и сжимающих усилий соответственно выше и ниже оси симметрии ребра. В процессе сварки проводят стабилизацию ребра жесткости путем поджатия его к настильному листу перед зоной формирования сварного шва [2]. Используемая в способе схема приложения усилий в процессе сварки исключает поднятие ребра при сварке, ограничивает его деформацию в вертикальной и горизонтальной плоскости, обеспечивает снижение усилия натяжения ребра.

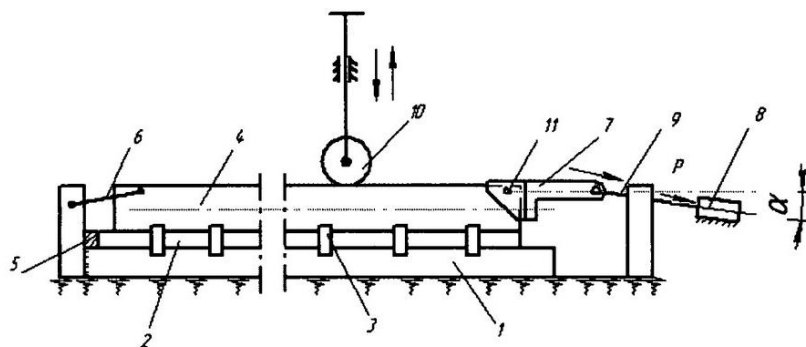


Рис. 1. Схема закрепления и установки ребра жесткости на настильный лист в стенде (вид сбоку)

При сваривании длинномерных элементов в готовых конструкциях возникают значительные остаточные деформации и напряжения, которые могут изменить проектные формы и размеры, выведя их за пределы допустимых, поэтому для уменьшения или недопущения этого применяют различные специальные меры, например механическую или термическую правку, жесткое закрепление, обратный выгиб и т. д. Однако по различным причинам при сварке длинномерных изделий эти мероприятия в целом не дают должного технического результата, и поэтому решение вопроса об устранении напряжений и коробления длинномерных изделий в процессе и после сварки с одновременным снижением трудозатрат в настоящее время является достаточно сложной проблемой [3].

Так, известен способ изготовления тавровых элементов ребристой панели (ортотропной плиты), который включает в себя раскладку на металлической плите сборочного стенда настильного листа, прикрепление его по контуру к опорной плите с применением съемных прижимных приспособлений, обеспечивающих плотный контакт настильного листа с опорной плитой сборочного стенда. Затем производится установка ребер по разметке, закрепление на настильном листе с помощью прихваток и приварка к листу ребер жесткости параллельно продольным кромкам листа, преимущественно с помощью двухдугового сварочного трактора.

После этого производят релаксацию продольных остаточных напряжений путем нагрева листа по линиям швов с обратной стороны, а потом разъединение готовой плиты с опорной плитой сборочного стенда.

Этому способу присущи следующие недостатки. Он достаточно трудоемок, поскольку предварительная прихватка ребер жесткости к настильному листу требует дополнительного времени сварщика, а впоследствии ручной зачистки абразивным инструментом излишнего металла сварного шва в местах прихваток. Проводимая релаксация продольных остаточных напряжений в местах сварки путем газопламенного нагрева также связана с излишним расходом газов и, в целом, обуславливает необходимость использования дополнительных затрат труда, что повышает общую стоимость изготовления ребристой панели.

Наиболее близким по решаемой задаче, технической сущности и достигаемому результату к заявляемому способу является способ изготовления ребристых панелей (ортотропных плит), который принят в качестве прототипа.

Способ включает раскладку на опорной плите кондуктора настильного листа, прикрепление его по контуру плиты, установку и закрепление на настильный лист с помощью приспособлений ребра жесткости, создание в них растягивающих напряжений путем продольного приложения усилия, после чего осуществляется операция их сварки и производится демонтаж готового изделия из стенда. Причем растягивающие напряжения не должны превышать предела текучести материала устанавливаемых ребер жесткости [4].

Этот способ устраняет необходимость прихватки ребер жесткости к настильному листу, зачистку излишнего металла на готовом шве в местах прихватки, обеспечивает снижение деформации и трудоемкости изготовления сварного изделия. Однако и этому способу присущи свои недостатки. Создание в ребре растягивающих упругопластических деформаций вызывает необходимость прикладывания к ребру больших усилий до 10 тонн. При наличии семи и более ребер на панели общее усилие составит  $>70$  т, что усложняет и удорожает оснастку.

В связи с этим предложена конструкция захвата ребра, передающего нагрузку от ребра на домкрат, и стена, обеспечивающая растягивающие напряжения по верхней кромке ребра и сжимающие или малые растягивающие напряжения по нижней кромке ребра, т. е. в районе сварочного шва, что существенно снижает усилия воздействия на ребро и сборочный стенд.

Кроме того, как показала практика применения способа, в отдельных случаях в ребрах жесткости в процессе сварки образуется обратный вогнутый прогиб с поднятием края ребра [5].

Задача состоит в том, чтобы исключить при сварке поднятие конца ребра, ограничить его деформацию в вертикальных и горизонтальных плоскостях, а также снизить усилия натяжения ребра.

Решение указанной задачи достигается за счет изменения схемы приложения сил к ребру жесткости в процессе сварки [6].

Для создания растягивающих условий на верхней кромке ребра и сжимающих усилий или малых растягивающих усилий на нижней кромке усилие прилагается, во-первых, выше осевой линии ребра, во-вторых, растягивающее усилие прикладывается к ребру под углом  $\alpha = 3 \div 10$ .

Непременным условием реализации способа является выбор растягивающего напряжения ребра жесткости по величине, не превышающей предела текучести его материала при комнатной температуре.

Указанная схема нагружения позволяет уменьшить растягивающее усилие к ребру до  $3 \div 6$  т и не позволяет краю ребра при сварке деформироваться в вертикальной плоскости.

Технический результат, заключающийся в снижении усилия, прикладываемого к привариваемому ребру жесткости, и устранении в процессе сварки его вогнутого прогиба, достигается за счет того, что перед сваркой одновременно с растягивающим усилием прикладывают к этому же концу и сжимающее усилие, создавая на нижней кромке ребра жесткости сжимающее напряжение, при этом растягивающее и сжимающее усилия прикладывают соответственно выше и ниже оси симметрии ребра жесткости. В процессе сварки проводят стабилизацию ребра жесткости путем поджатия его к настильному листу перед зоной формирования сварного шва, с целью недопущения образования зазора, превышающего технологический допуск, между нижней кромкой ребра жесткости и настильным листом.

Для достижения технического результата необходимо, чтобы создаваемое напряжение растяжения в ребре жесткости не превышало предела текучести его материала [7].

Обязательным условием реализации заявленного способа является необходимость одновременного приложения продольных усилий сжатия и растяжения к ребру жесткости под  $\alpha = 3 \div 10$  к горизонтали. Такое приложение усилий препятствует деформации ребра в вертикальной плоскости и уменьшает напряжение на нижней кромке ребра.

Предложенное техническое решение обладает новизной, поскольку признаки отличительной части формулы изобретения не обнаружены в патентных и других литературных источниках.

Способ также имеет изобретательский уровень, так как одновременное растягивание ребра жесткости перед сваркой по верхней его кромке и сжатие в нижней зоне по кромке,

прилегающей к настильному листу, и приложение усилия под углом  $3 \div 10^\circ$  к горизонтали ребра не является очевидным. Такое комбинированное воздействие усилия на ребро жесткости позволяет снизить приложение нагрузки на каждое ребро до  $3 \div 6$  тонн. Способ прошел проверку на стадии опытно-промышленного изготовления тавров. Получены положительные результаты.

Реализация способа схематически отражена на чертежах, где на рис.2 изображено закрепление и установка ребра жесткости на настильный лист в стенде (вид сбоку), на рис.3 (вид сверху) показано растяжение и сжатие нескольких ребер жесткости на настильном листе панели с помощью силовых установок, на рис.4 помещена схема приложения сил растяжения и сжатия к ребру жесткости.

Изготовление длинномерных ребристых панелей, тавровых и двутавровых профилей выполняют с применением самоходного портала, на который навешивают шесть и более сварочных головок и устанавливают для стабилизации ребра жесткости необходимый ролик 10, при этом приварку ребра жесткости к настильному листу осуществляют следующим образом.

Настильный лист 2 ребристой панели размещают на опорной плите 1 сборочного стенда по базовому упору 5 и закрепляют его по контуру плиты с применением прижимов 3, обеспечивая плотный контакт.

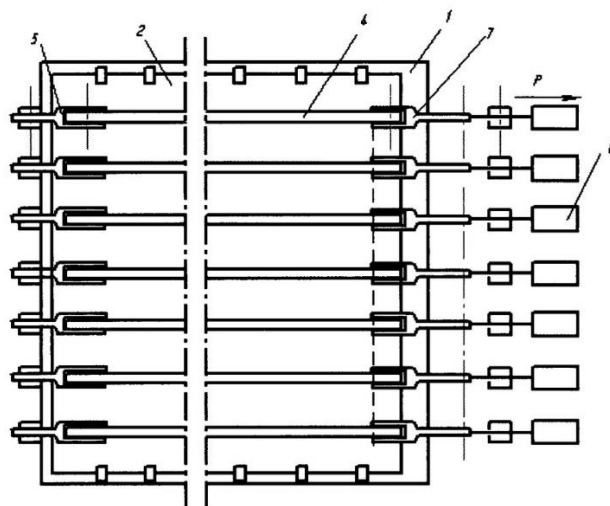


Рис. 2. Схема закрепления и установка ребра жесткости на настильный лист в стенде (вид сверху)

Далее перед сваркой устанавливают ребро жесткости 4 перпендикулярно настильному листу 2 и фиксируют с помощью захватов 6, 7 и пальцев (на рис.2. показаны условно), обеспечивают надежность и устойчивость закрепления. Захват 7 имеет специальную конструкцию, обеспечивающую растягивающее напряжение в верхней кромке ребра и сжимающую в нижней кромке, привод усилия через гидропривод 8 направлен под углом  $\alpha = 3 \div 10^\circ$ . Другой конец ребра заземляется, т. е. закрепляется неподвижно ловителем-штангой 6.

После установки и фиксации ребра жесткости 4 в сборочном стенде приводят в действие силовой агрегат гидросистемы 8, создавая в ребре через штангу 9 напряжения растяжения – сжатия. Затем производят автоматическую приварку ребра в напряженном состоянии к настильному листу 2 по всей длине со стороны неподвижного его конца 6 от упора 5 сплошным швом одновременно с двух сторон.

В процессе приварки ребра 4 к настильному листу 2 в зоне формирования сварного шва происходит температурная деформация и отрыв нижней кромки от листа с образованием

недопустимого для сварки технологического зазора. Для устранения этого нежелательного последствия перед зоной формирования сварного шва производят стабилизацию ребра жесткости путем поджатия его к настильному листу 2 роликом 10, который установлен на подвижной части портала, впереди сварочной горелки.

По окончании сварки изготовленную ребристую панель снимают со сборочного стенда, при этом ее размеры удовлетворяют техническим требованиям по прогибам и кривизне [8].

Расчет усилия, прикладываемого к ребру жесткости 4, производят исходя из допускаемого справочного напряжения, не превышая предел его текучести при комнатной температуре в зависимости от марки материала и площади поперечного сечения. Этим же полученным значением усилия руководствуются при расчете прочности растягивающего приспособления сборочного стенда.

Значение угла приложения продольных растягивающих и сжимающих усилий  $\alpha = 3 \div 10$  ко второму незащемленному концу ребра жесткости выбрано экспериментально опытным путем.

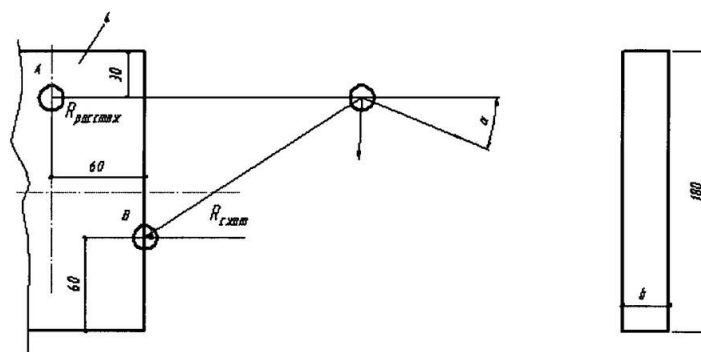


Рис. 3. Схема приложения сил растяжения и сжатия к ребру жесткости

#### Пример реализации способа

В сборочный стенд размещают настильный лист 2 из стали 15×СНД по ГОСТ 6713-88 с габаритами в мм 7000×250×12, на который устанавливали в ловители ребро жесткости 4 с размерами 7000×180×12, затем ребра жесткости зафиксировали через технологические или монтажные отверстия и отверстия 11 в ловителях 5 «пальцами» диаметром 24 мм. Натяжение производили гидравлическими домкратами 8. Расчет величины усилия  $N_p$  растяжения ребра 4 проводился исходя из условия, что оно не должно превышать предела текучести способ изготовления ребристых панелей,  $\sigma_T$  материала ребра при нормальной температуре по схеме, изображенной на рис.3.

Предел текучести ребра для стали 15×СНД составляет 355 МПа (36 кг/мм<sup>2</sup>) (см. СНиП 11-23-81, табл. № 51).

Предельное усилие растяжения ребра составляет:

$$P = \sigma \times A = 36 \text{ кг/мм}^2 \times 180 \text{ мм} \times 12 \text{ мм} = 81260 \approx 81 \text{ т},$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести,

A – площадь ребра (мм<sup>2</sup>).

Расчет усилия  $R_{\text{растяж}}$  и  $R_{\text{сжат}}$  проводили согласно схеме, приведенной на рис.3.

Расчетная схема

Геометрические параметры ребра:

$$A = b \times h = 1.2 \times 18 = 21.6 \text{ см}^2 \text{ – площадь ребра};$$

$$W_x = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{1.2 \times 18^2}{6} = 64.8 \text{ см}^2 \text{ – момент сопротивления};$$

$$I_x = \frac{b \times h^3}{12} = 583.2 \text{ см}^4 \text{ – момент инерции}.$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{583.2}{21.6}} = 5.196 \text{ см.}$$

$$x_0 = \infty, y_0 = \frac{i_x^2}{y_F}.$$

Определение  $R_{\text{растяж}}$  и  $R_{\text{сжат}}$

$$\sum M_B = P \times \cos 10^\circ \times 6.0 + P \times \sin 10^\circ \times 14.5 - R_A \times 6.0 = 0;$$

$$R_A = (P \times \cos 10^\circ \times 6.0 + P \times \sin 10^\circ \times 14.5) / 6.0;$$

$$\sum M_A = P \times \sin 10^\circ \times (14.5 + 6.0) - M_B \times 6.0 - R_B \times 6.0 = 0;$$

$$R_B = (P \times \sin 10^\circ \times (14.5 + 6.0) - M_B \times 6.0) / 6.0.$$

Результаты расчета сведены в табл.1

Таблица 1

| Растягивающее усилие, $T$ | Угол прилож. усилия, $\alpha$ | Напряжение, $\sigma$ |        |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------|--------|
| Верх. ребра, $\sigma_B$   | Низ. ребра, $\sigma_H$        |                      |        |
| 1                         | 0                             | 138,9                | -46,3  |
| 3                         | 169,2                         | -76,8                |        |
| 10                        | 238,1                         | -146,9               |        |
| 3                         | 0                             | 416,7                | -138,9 |
| 3                         | 507,7                         | -230,3               |        |
| 10                        | 714,2                         | -440,7               |        |
| 6                         | 0                             | 833,3                | -277,7 |
| 3                         | 1015,4                        | -460,6               |        |
| 10                        | 1428,4                        | -881,3               |        |

Выбор величины усилия и угла приложения усилия производится опытным путем, критерием является остаточная после сварки и охлаждения стрела прогиба, которая не должна превышать 1,5 мм на 1 м длины панели, но не более 10 мм.

Величина усилия натяжения зависит от толщин и, следовательно, от величин жесткости настильного листа и ребер.

#### Библиографический список

1. Шишкина И.Н., Фатеева И.В. Проблемы коммерциализации научно-технических разработок // Инновационная наука как основа развития современного государства. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 2017. С. 341-342.
2. Фатеева И.В., Бахтызина И.В. Повышение эффективности и долгосрочности строительных объектов посредством применения системы Макволл // Наука нового времени: сохраняя прошлое - создаем будущее. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 14-15.
3. Бабайцева Н.А., Фатеева И.В. Применение инновационных подходов к решению экологических проблем // Молодая наука XXI века: проблемы, поиски, решения. Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 89-90.
4. Фатеева И.В., Бахтызина И.В. Повышение качества безопасности передвижения и автомобилестроения посредством применения инновационных технологий // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации.

Сборник научных трудов Международной студенческой научно-практической конференции. Ответственный редактор И.В. Поцбнева. 2017. С. 115-118.

5. Поцбнева И.В., Иванова А.В., Иварлак К.Д., Ермакова О.В. Анализ программ имитационного моделирования для совершенствования процессов и конструкций // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 162-166.

6. Лепешкин В.И., Поцбнева И.В. Моделирование технологических процессов строительного производства // Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научных статей 4-й Международной молодежной научно-практической конференции. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2017. С. 102-103.

7. Поцбнева И.В., Алаа Ш., Соболев А.С., Попов А.С. Применение методов компьютерного моделирования для принятия управленческих решений // Наука молодых – будущее России Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5-ти томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2017. С. 144-148.

#### References

1. Shishkina I.N., Fateeva I.V. Problems of commercialization of scientific and technical developments // Innovation science as the basis for the development of the modern state Collection of scientific articles on the results of the international scientific-practical conference. 2017 p. 341-342.

2. Fateeva I.V., Bakhtyzina I.V. Improving the efficiency and long-term of construction objects through the application of the macwall system // Science of the New Time: Keeping the Past – Creating the Future Collection of scientific articles on the results of the International Scientific and Practical Conference. 2017. Pp. 14-15.

3. Babaytseva N.A., Fateeva I.V. Application of innovative approaches to solving environmental problems //Young Science of the XXI Century: Problems, Searches, Solutions Collection of scientific articles on the results of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. 2018. pp. 89-90.

4. Fateeva I.V., Bakhtyzina I.V. Improving the quality of safety of movement and automobile construction by means of using innovative technologies // Modern technologies in the problems of management, automatics and processing of information Collection of scientific papers of the International Student Scientific-Practical Conference. Executive editor I.V. Pocebneva. 2017. Pp. 115-118.

5. Pocebneva I.V., Ivanova A.V., Ivarlak KD, Ermakova O.V. Analysis of imitation modeling programs to improve processes and designs //Modern innovations in science and technology. Collection of scientific papers of the 8th All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation. Executive editor A.A. Gorokhov. 2018. pp. 162-166.

6. Lepeshkin V.I., Pocebneva I.V. Modeling of technological processes of construction production // Progressive technologies and processes Collection of scientific articles of the 4th International Youth Scientific and Practical Conference. Executive editor A.A. Gorokhov. 2017. Pp. 102-103.

7. Pocebneva I.V., Alaa Sh., Sobolev A.S., Popov A.S. Application of computer modeling methods for adopting administrative decisions //The Science of the Young is the Future of Russia. The collection of scientific articles of the 2nd International Scientific Conference of Advanced Developments of Young Scientists. In 5 volumes. Executive editor A.A. Gorokhov. 2017. P. 144-148.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Доцент кафедры инноватики и строительной  
физики С.Н. Дьяконова*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7-920-410-13-55*

*e-mail: sof1355@yandex.ru*

*Студент кафедры инноватики и строительной  
физики С.И. Жогов*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(908)1379430*

*Voronezh State Technical University*

*Docent of department of innovation and  
building physics S.N. Dyakonova*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(920)4101355;*

*e-mail: sof1355@yandex.ru*

*The student of department innovations and  
construction physics S.I. Zhogov*

*Russia, Voronezh, ph. +7(908)1379430*

**С.Н. Дьяконова, С.И. Жогов**

### **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Аннотация:** В данной статье характеризуется обеспечение конкурентоспособности предприятия при применении инновационных технологий. Исследуется конкурентоспособность инноваций и ее влияние на производственную деятельность. Выявлено, что сегодня инновации стали одним из главных экономических ресурсов, формирующих конкурентоспособность, приносящих немалые преимущества и дающие успех на рынке. Выявлено, как формируется достижение конкурентных преимуществ и какие возможности и трудности при этом возникают у компании. Обосновываются пути развития конкурентоспособности при помощи инновационных технологий.

**Ключевые слова:** инновации, маркетинг, конкуренция, конкурентоспособность, инновационные технологии.

**S.N. Dyakonova, S.I. Zhogov**

### **THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AS FACTOR OF INCREASE OF COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE**

**Abstract:** This article reveals the competitiveness of enterprises in the application of innovative technologies. Investigates the competitiveness of innovation, and its impact on production activities. It is revealed that today innovations have become one of the main economic resources that shape competitiveness, bringing considerable advantages and giving success in the market. It is revealed how the achievement of competitive advantages is formed and what opportunities and difficulties arise for the company. It justifies the ways to develop competitiveness with the help of innovative technologies.

**Key words:** innovation, marketing, competition, competitiveness, innovative technologies.

Главная цель применения инноваций - это повышение конкурентоспособности предприятия при помощи современных методов управления и организации инновационных процессов.

Стратегий повышения конкурентоспособности множество, и выбор наиболее подходящей зависит от того, какими возможностями и ресурсами располагает предприятие. Многие предприятия не имеют квалифицированных кадров, не имеют инновационных идей, владеют устаревшим оборудованием и ограниченными ресурсами. Такие предприятия не могут рассчитывать на какую-либо значительную долю рынка, на достаточный доход и

прибыльность. Они могут продавать свой товар по низкой стоимости и владеть ситуацией и перспективами только на ближайшее время.

Собственные разработки инновационной технологии дают существенные конкурентные преимущества и лидерство на рынке. Снижение цены инновации возможно, если процесс разработки будет более дешевым и коротким по жизненному циклу. Как вариант возможна покупка лицензии. В этом случае инновационный продукт можно быстро запустить в производство, он является уже апробированным и характеризуется высокой готовностью к стадии выхода на рынок. Это показано на рис.1.

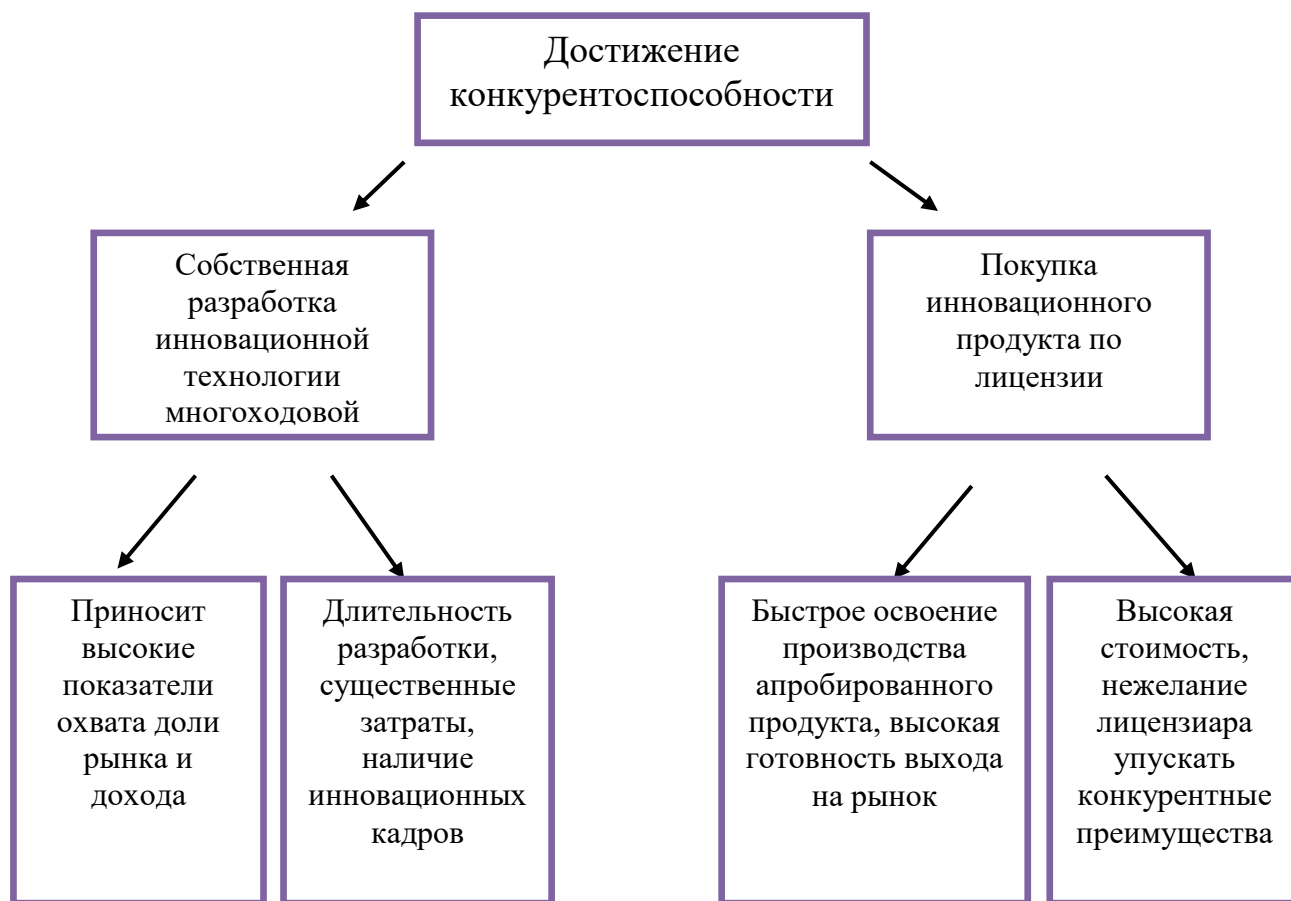


Рис.1 Пути достижения конкурентоспособности при помощи инновационных продуктов

Однако покупка лицензии не всегда возможна из-за достаточно высокой стоимости технологии. Чем выше новизна технологии и заинтересованность рынка в ней, тем сложнее и дороже может стать процесс лицензионного соглашения. Владелец лицензии (лицензиар) может неохотно расставаться со своим конкурентным преимуществом и продавать лицензию лицензиату (покупателю лицензии). Если интеллектуальная собственность находится в режиме ноу-хау, а не является запатентованным изобретением, то в большинстве случаев владелец технологии откажется ее продавать и раскрывать ее суть.

Поэтому предприятие – владелец инновационной технологии на длительный срок может оставаться в лидирующем и устойчивом положении, с минимальными рисками. Самыми надежными стратегиями обеспечения и повышения конкурентоспособности продукции являются ее уникальность и новизна, качество, своевременность выхода на рынок, периодическое обновление ассортимента, рекламные мероприятия. В свою очередь,

конкурентоспособность самого предприятия поддерживается инновационными технологиями и конкурентоспособной продукцией, недоступной другим участникам рынка, лидерством и обеспечением деловой репутации компании.

Состав и структура циклов жизни новой техники и технологии тесно связаны с параметрами развития производства. Когда происходит первая стадия внедрения инновационной технологии в производство, производительность труда низкая, себестоимость продукции снижается медленно, медленно возрастает прибыль предприятия, часто экономическая прибыль даже является отрицательной. Изначально инновационное производство продукции бывает убыточным. Когда происходит быстрый рост производства продукции, то себестоимость также начинает снижаться и первоначальные вложения начинают приносить доход и окупаться [1].

Частые периоды внедрения техники и технологии создают большие сложности и делают производство нестабильным. В период перехода на новую технику и освоения новых технологических процессов снижаются показатели эффективности всех подразделений предприятия. Подобные случаи должны решаться с помощью грамотного управления, использующего прогрессивные методы организации труда, новые принципы работы, и налаживания технологических процессов и модернизации производства. При организации любого инновационного производства должны обязательно учитываться принципы ритмичности, адаптивности, гибкости, поточности, пропорциональности, специализации, комбинирования, и кооперирования производства. Инновационное производство должно иметь способность быстро перестраиваться на совершенно новую продукцию в кратчайшие сроки и с учетом обновления машин и механизмов и с учетом переобучения и переквалификации кадров [2].

Жизненный цикл инноваций необходимо учитывать при определении таких важнейших показателей, как максимальный объем выпуска продукции, объем продаж и прибыли, и, безусловно, продолжительность цикла жизни конкретного результата инновационной деятельности [3].

Выполнение поставленных задач и достижение намеченных целей необходимо оценивать уже на рынке научно-технической продукции.

В настоящее время конкурентоспособность и эффективность деятельности многих предприятий в значительной мере определяется их способностью адаптироваться к динамическим изменениям, происходящим во внутренней и внешней среде. С развитием рыночных отношений, быстротой и масштабностью технологических изменений невозможно обеспечить конкурентоспособность лишь за счет использования материальных и финансовых факторов, используемых большинством предприятий. Наличие у компаний инновационных технологий увеличивает рыночную стоимость организации, повышает инвестиционную привлекательность, защищает от недобросовестной конкуренции, обеспечивает конкурентные преимущества на внутренних и внешних рынках, способствует оптимизации издержек производства и т.д. Сегодня инновации стали одним из главных экономических ресурсов, формирующих конкурентоспособность. Необходимость их использования с каждым годом растет. К этому неизбежно приводят:

- изменяющиеся предпочтения потребителей;
- усиливающаяся конкуренция между отечественными и иностранными компаниями;
- быстрое развитие технологий [4].

Большинство российских предприятий пока уступают зарубежным производителям и по объему продукции в стоимостном выражении, и по размеру затрат на научно-технические и конструкторские разработки, а соответственно, и по техническому уровню [3].

Библиографический список

1. Лукьянова Н.А. Конкурентные стратегии в менеджменте: учебное пособие [электронный ресурс] / Н.А. Лукьянова.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 100 с.
2. Суровцев И.С. Инновационный менеджмент: учеб. пособие / И.С. Суровцев, С.Н. Дьяконова, М.А. Карпович; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2014. - 237 с.
3. Дьяконова С.Н. Деловая репутация строительных предприятий / Дьяконова С.Н., Шигина Н.С. / В мире научных открытий. 2012. № 6. – С. 193-203.
4. Дьяконова С.Н. Инновационное развитие: концепции, управление, практическая реализация (монография). – Воронеж, 2012.

References

1. Lukyanova N.A. Competitive strategies in management: a tutorial [electronic resource] / N. And. Lukyanova – Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2011. – 100 p.
2. Surovtsev I.S. Innovative management: studies. manual / I.S. Surovtsev, S.N. Dyakonova, M.A. Karpovich; Voronezh gazu. Voronezh, 2014. – 237 p.
3. Dyakonova S.N. Business reputation of construction companies / Dyakonova SN, Shigina NS In the world of scientific discoveries. 2012. № 6. – Pp. 193-203.
4. Dyakonova S.N. Innovative development: concepts, management, practical implementation (monograph). – Voronezh, 2012.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный*

*технический университет*

*Доцент кафедры инноватики и*

*строительной физики, канд. экон. наук*

*И.В. Фатеева*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7-920-228-18-65*

*e-mail: fat.irina2015@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Associate Professor of innovation and*

*building physics, k.e.n. I. V. Fateeva*

*Russia, Voronezh, tel.: + 7- 920-228-18-65*

*e-mail: fat.irina2015@yandex.ru*

**И.В. Фатеева**

## **ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМ В ОРГАНИЗАЦИИ**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема внедрения инноваций в современных организациях. Приводится классификация основных факторов сопротивления инновациям и способы их нейтрализации. Представлены способы оптимизации инновационных процессов.

**Ключевые слова:** инновации, сопротивления инновациям, «кривая трансформации»

**I. V. Fateeva**

## **THE MAIN CAUSES OF RESISTANCE TO INNOVATION IN ORGANIZATIONS**

**Abstract:** this article deals with the problem of innovation in modern organizations. The classification of the main factors of resistance to innovation and ways to neutralize them. The ways of optimization of innovative processes are presented.

**Key words:** innovation, resistance to innovation, «transformation curve»

В настоящее время большинство компаний уделяют первоочередное внимание достижению поставленных целей, а также производству в срок полного объема номенклатуры намеченных изделий. Однако для того, чтобы оставаться конкурентоспособными на современном рынке, становится жизненно необходимым внедрение инновационных технологий в производственный процесс и управление организацией. В связи с этим возникает проблема «принятия» инноваций как руководителями, так и непосредственно подчиненными. Так, последние исследования, проведенные специалистами крупных консалтинговых компаний, показали, что всего лишь один из трёх опрошенных респондентов отметил успешность внедренных инноваций; кроме того, значительная часть руководителей считают, что их подчиненные не обладают достаточной энергией для внедрения инноваций. Многие директора отказываются от внедрения инноваций и инновационных технологий из-за боязни неудач или уверены, что данная деятельность не является приоритетной в общем производственном регламенте [1].

Большая часть проблем, возникающих в ходе внедрения инноваций в производственный процесс, зачастую связана с неадекватной реакцией людей на эти изменения. Можно с уверенностью сказать, что ни одна из существующих инновационных стратегий не была претворена в жизнь без сопротивления со стороны субъектов инноваций. Часто несвоевременная и непродуманная реакция руководства компании на такого рода «саботаж» инноваций приводила к полному провалу инновационной политики и значительному ущербу. Провалы и неудачи, связанные с выпуском новой продукции, выходом на новые рынки сбыта, неоправдавшиеся надежды на реорганизацию фирм – все

это происходило и происходит не только с новичками в бизнесе, но и с всемирно известными фирмами. Причиной тому часто становятся инертность и консерватизм, изначально присущие человеку и создающие внешние и внутренние барьеры на пути инноваций [2]. Сформулируем основное определение сопротивления. Сопротивление – сложное поведение людей (работников предприятия), приводящее к явному или скрытому противодействию коренным изменениям в системе управления организацией. Можно выделить факторы внутреннего и внешнего сопротивления инновациям (рис. 1) [3].

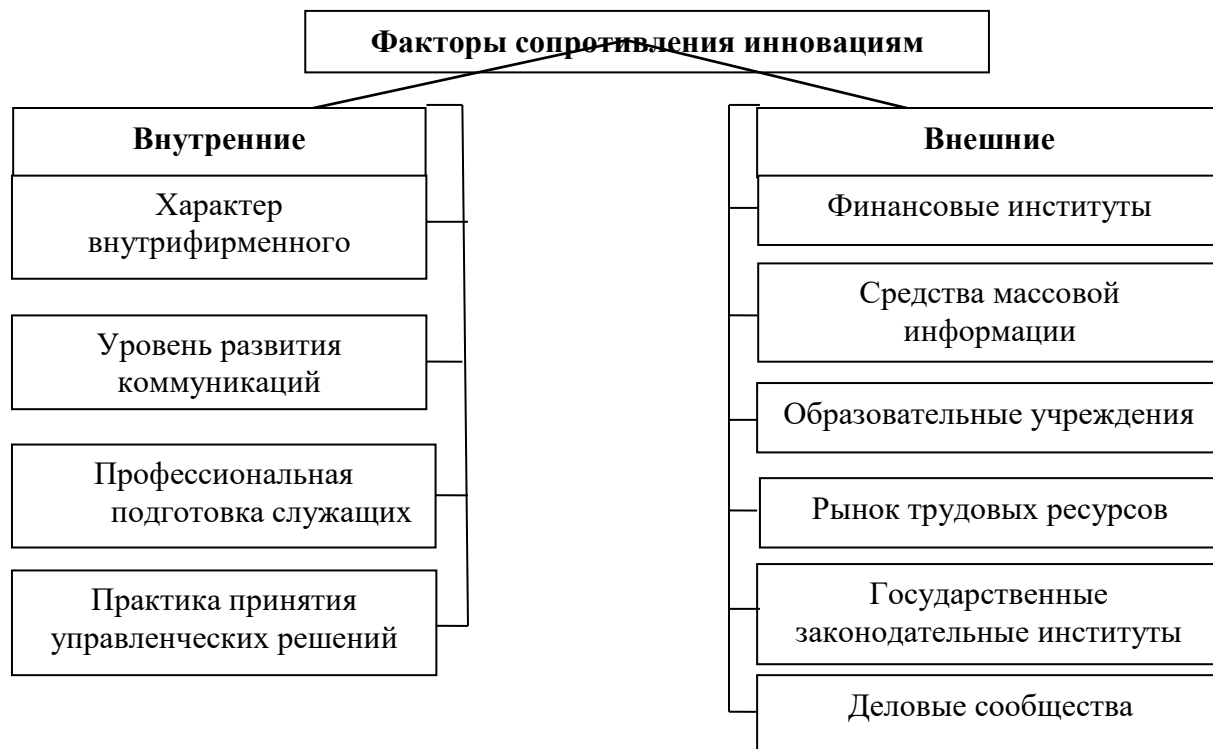


Рис. 1. Факторы сопротивления инновациям

**1. Внутреннее сопротивление инновациям.** Под внутренним сопротивлением инновациям подразумевается нежелание или полный отказ участвовать в этом процессе со стороны организационных единиц компании, руководителей различных уровней управления и самих служащих. Данный вид сопротивления носит как осознанный, так и неосознанный характер и зависит от множества факторов.

*Среди основных факторов внутреннего сопротивления можно выделить:*

- характер внутрифирменного управления (в частности, такие функции, как планирование и контроль);
- уровень развития коммуникаций и системы сбора и анализа информации;
- подготовку служащих;
- практику принятия решений руководством компании.

В настоящее время большинство крупных компаний предпринимают попытки сочетать централизованное и децентрализованное управление [4]. Однако остались фирмы с централизованно-бюрократическими структурами. Так как данная структура предполагает наличие сложной системы найма работников, оплаты труда и оценки деятельности, системы учета, то мы можем сказать об отсутствии системы делегирования полномочий. Для служащих строго оговорены нормы и стиль поведения, которые являются частью культуры компании. Она подразумевает единое отношение и восприятие таких параметров деятельности компании, как качество продукции, пунктуальность, отношение к клиенту,

лояльность поставщиков и социальный имидж. Особенную роль во внутрифирменном управлении играет сложившаяся система планирования. Долгосрочные стратегические планы, принимаемые на высшем уровне управления, нередко создают положение, когда руководитель просто не в состоянии воспринимать непредвиденные ситуации, не входящие в фирменную стратегию. Более того, успех выбранной стратегии заставляет руководство недооценивать важность инноваций и корректировки выбранной стратегии.

Если мы коснемся вопроса о степени зависимости сопротивления инновациям от характера системы существующих коммуникаций, то получим, что она зависит от множества составных элементов, таких как организация сбора и анализа информации, количество уровней управления, через которые она проходит, от наличия обратной связи, т. е. открытого доступа к информации всех заинтересованных единиц компании [5]. Очень часто руководитель наделен ограниченными возможностями в получении информации из внешней среды. Но, несмотря на совершенность системы сбора и обработки информации, она так или иначе отфильтровывает одни данные и акцентирует внимание на других, поэтому до руководителя доходит усеченный вариант сведений, что ограничивает его в необходимости принятия решений, снижая вероятность выбора наиболее эффективной инновационной альтернативы. Значительно понизить или полностью устранить сопротивление инновациям со стороны подчиненных можно путем организации их доступа к информации. От степени информированности и компетентности подчиненных зависит поддержка курса инновационной политики.

Учеными разработана так называемая «кривая трансформации отношений к инновациям» (рис.2), которая наглядно демонстрирует, как руководство компании может оптимизировать инновационные процессы.



Рис. 2. «Кривая трансформации отношений к инновациям»

«Кривая трансформации» носит достаточно условный характер и зависит от множества факторов, в том числе от вида инновации, корпоративной культуры, личностных характеристик самих служащих и т. д. Однако в данном подходе виден алгоритм сокращения времени восприятия изменений, а значит, и поддержки служащими инновационных процессов.

Для снижения сопротивления инновациям при планировании и принятии решений. Своевременное получение информации способствует желанию служащих принимать участие в выработке рациональных предложений по эффективному внедрению инновационных проектов, а участие в предпроектной фазе гарантирует поддержку проекта на стадии реализации. Таким образом, «кривая трансформации» может стать значительно короче, а сам процесс — менее болезненным [6].

Если мы говорим о внешнем окружении, то здесь важно отметить, что любая организация действует в окружении других субъектов рынка и, естественно, испытывает воздействие с их стороны. Поставщики, потребители, посредники, общественные организации, конкуренты так или иначе влияют на деятельность компании. В период осуществления инноваций это влияние часто переходит в давление и сопротивление в силу того, что стратегические нововведения затрагивают все вышеназванные субъекты микросреды.

В настоящее время существуют шесть групп рыночных субъектов, активно влияющих на эффективность осуществления инноваций:

**финансовые институты** – все финансовые институты заинтересованы в стабильности производственного процесса и получения быстрого дохода. Это делает неактуальным принятие решений относительно инвестиций в инновации, приносящих доход лишь в долгосрочном плане, будь это новые обширные исследования или замена все еще продуктивного, но давно устаревшего и неэффективного оборудования. Нейтрализовать такое сопротивление можно путем четкого планирования инновационного процесса и создания доступной системы информации относительно будущей выгоды от внедрения инноваций не только для фирмы, но и для ее кредиторов и финансовых контрагентов;

**средства массовой информации** – большинство из них дают оценочную позицию событиям, происходящим в фирмах, а также определяют перспективы их развития. Такая оценка в большинстве случаев носит негативный характер, так как общественное мнение более подвержено воздействию негативной информации. Выходом из данной ситуации является стимулирование СМИ к позитивной оценке нового товара, слиянию, реорганизации и т. д. Основными методами здесь становятся презентации, пресс-конференции, дегустации или рассылка образцов продукции;

**образовательные учреждения** – отсутствие своевременной информации у студентов негативно сказывается на формировании их мировоззрения. Нехватка часов, единая программа и отсутствие специализированных курсов по управлению инновациями, слишком узкая специализация и ограниченность ситуационных практических занятий стали одной из причин несостоятельности выпускников в качестве руководителей фирм и их подразделений, особенно во времена постоянных изменений во внешней среде;

**рынок трудовых ресурсов** – по мере роста технологического потенциала фирм и их ориентации на автоматизацию и компьютеризацию они во все большей степени зависят от профессиональных знаний и опыта служащих и рабочих;

**государственные законодательные институты** – государство в лице правительства, министерств и ведомств двояко относится к внедрению инноваций – с одной стороны: стимулирует инновации (например, экологическое законодательство устанавливает нормы, вынуждающие компании использовать более экологичные и менее энерго- и ресурсоемкие производства), а с другой – выступают в качестве сильнейшего барьера на их пути;

**деловые сообщества** – современная стадия развития экономики определяется функционированием так называемых деловых сообществ, объединяющих фирмы одной или разных отраслей. Компаниям, входящим в эти сообщества, сложнее преодолеть сопротивление инновациям, так как нововведения одного из членов сообщества незамедлительно сказываются на всех остальных, и тогда либо возникает необходимость принять инновацию и сделать ее всеобщей, либо сообщество устанавливает своего рода вето на инновационную идею.

Таким образом, любой инновации всегда сопутствует сопротивление [7]. Задачами руководителя являются нейтрализация этого сопротивления и направление энергии в положительное русло еще на стадии планирования и разработки инновационной политики. Для этого необходимо:

- реально подходить к возможностям фирмы;
- создать стройную систему сбора и обработки информации;
- стимулировать поступление информации от всех функциональных подразделений;
- внедрить систему коллективного принятия решений и коллективной ответственности с участием руководителей всех уровней и служащих;
- построить мотивационную систему для стимулирования творческого подхода и генерации идей на низовых уровнях;
- в инновационной деятельности ориентироваться на социально-этическую полезность нововведений для общества в целом;

- создавать долгосрочные связи с кредиторами, поставщиками и потребителями, а также всячески взаимодействовать с общественными группами и учреждениями на взаимовыгодной основе, привлекая их к участию в инновационном процессе.

Так, для вовлечения ведущих предприятий в процесс НИОКР в России были предприняты следующие меры: топ-менеджеров госкомпаний будут лишать стимулирующих надбавок за недостаточное внимание к повышению эффективности внедрения инноваций в производство. Госкомпаниям, в число которых входят «Аэрофлот», АЛРОСА, «РЖД», «Ростех», «Газпром», «Роснефть» и «Роснефтегаз», а также их «дочки», придётся учитывать свои инновационные успехи при расчёте стимулирующей части вознаграждения высшего руководства. Топ-менеджерам нефтяных госкомпаний невнимание к инновациям может стоить до 10% премии, а представителям других отраслей — до 25%.

#### Библиографический список

1. Шишкина И.Н., Фатеева И.В. Проблемы коммерциализации научно-технических разработок // Сборник научных статей по результатам международной научно-практической конференции. 2017. С. 341-342.
2. Фатеева И.В., Бахтызина И.В. Повышение эффективности и долгосрочности строительных объектов посредством применения системы Макволл // Наука нового времени: сохраняя прошлое – создаем будущее. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 14-15.
3. Дмитриева О.Г., Фатеева И.В. Теоретические аспекты внедрения инноваций в управление жилищными услугами // Инновации, технологии и бизнес. 2018. № 1 (4). С. 20-23.
4. Барбарош А.А., Смольянинов А.В., Поцбенева И.В. Моделирование бизнес-процессов при реинжиниринге производства // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. № 3 (13). С. 59-63.
5. Чепелев С.А., Поцбенева И.В., Ершов В.Ю. Разработка модели системы прогнозирования рисков с использованием аппарата нечеткой логики // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А.А.Горохов. 2018. С. 276-280.
6. Лепешкин В.И., Поцбенева И.В. Моделирование технологических процессов строительного производства // Авиакосмические технологии (АКТ-2017) Тезисы XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 135-137.
7. Смольянинов А.В., Поцбенева И.В., Сторожева А.С. Управление качеством современного производства // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных трудов 3-й международной молодежной научно-практической конференции: в 2 томах. 2016. С. 264-266.

#### References

1. Shishkina I.N., Fateeva I.V. Problems of commercialization of scientific and technical developments // Collection of scientific articles on the results of the international scientific-practical conference., 2017. Pp. 341-342.
2. Fateeva I.V., Bakhtyzina I.V. Improving the efficiency and long-term of construction objects through the application of the macwall system // Science of the New Time: Keeping the Past – Creating the Future. Collection of Scientific Articles on the Results of the International Scientific and Practical Conference. 2017. Pp. 14-15.
3. Dmitrieva O.G., Fateeva I.V. Theoretical aspects of introducing innovations in housing services management // Innovation, technology and business. 2018. No. 1 (4). Pp. 20-23.

4. Barbarosh A.A., Smolyaninov A.V., Potsebnaya I.V. Modeling business processes in production reengineering // Information technology in building, social and economic systems. 2018. No. 3 (13). Pp. 59-63.
5. Chepelev S.A., Potsebnaya I.V., Yerzhov V.Y. Development of a model of forecasting the risk system with the use of the fuzzy logic device // In the collection: Modern innovations in science and technology. Collection of scientific papers of the 8th All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation. Executive editor A.A. Gorokhov. 2018. Pp. 276-280.
6. Lepeshkin V.I., Potsebnaya I.V. Modeling of technological processes of construction production // In the book: Aerospace Technologies (ACT-2017) Abstracts of the XVIII International Scientific and Technical Conference and the school of young scientists, graduate students and students. 2017. p. 135-137.
7. Smolyaninov A.V., Potsebnaya I.V., Storozheva A.S. Quality management of modern production // In the collection: PRODUCT QUALITY: CONTROL, MANAGEMENT, IMPROVEMENT, PLANNING. A collection of scientific papers of the 3rd International Youth Scientific and Practical Conference: in 2 volumes. 2016. p. 264-266.

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студентка кафедры инноватики и  
строительной физики Е.М. Ханина*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(915)545-61-32*

*e-mail: khanina.helena@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University*

*Student of the department of innovation and  
building physics E.M. Khanina*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(915)545-61-32*

*e-mail: khanina.helena@yandex.ru*

**Е.М. Ханина**

## **ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ЛИФТ MULTI**

**Аннотация:** в данной статье рассматривается горизонтальный лифт Multi без тросов, движение которого способно осуществляться по горизонтали. Описывается принцип работы элементов системы. Выявляются преимущества и недостатки использования лифта Multi. Приводится оценка эффективности перевозки пассажиров системой по сравнению с тросовым лифтом. Проводится исследование области использования технологии.

**Ключевые слова:** горизонтальный лифт, лифт без тросов, технология Multi, Multi, инновация.

**E.M. Khanina**

## **HORIZONTAL LIFT MULTI**

**Abstract:** this article discusses the horizontal Multi lift without cables, the movement of which can occur horizontally. The principle of operation of the system elements is described. The advantages and disadvantages of using the elevator Multi. An assessment is made of the efficiency of passenger transportation by the system compared to a cable elevator. Conducted research on the use of technology.

**Key words:** horizontal lift, lift without rope, technology Multi, Multi, innovation.

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что лифтовая промышленность считается примером наиболее консервативного рынка. Десятилетиями несколько компаний разделяют его, не делая технологических прорывов.

Актуальность данной темы обусловлена созданием компанией ThyssenKrupp горизонтального лифта Multi без тросов в 2017 году. Такая лифтовая система предполагает увеличение эффективности перевозки пассажиров и отсутствие ограничений по высоте и форме зданий.

В основу работы лифта положено действие магнитного поля. На стене шахты закреплены рельсы, но лифт их не касается, а парит на небольшом расстоянии. Магниты, установленные на рельсах и кабине, одновременно отталкивают и притягивают друг друга. Такое взаимодействие кабины и рельсов позволило инженерам создать лифт без единого троса [3].

Кабину в движение приводит линейный двигатель. Одна его часть расположена на кабине, другая – рельсы – в шахте. Это развернутый традиционный электродвигатель: обмотка магнитной системы разомкнута и создает магнитное поле (статор), а другая половина механизма обеспечивает линейное перемещение подвижной части двигателя (якорь) [1].

Смена направления движения осуществляется следующим образом: кабина двигается вдоль рельса, на повороте рельс смещается на  $90^\circ$ , а затем лифт может сменить направление движения с вертикального на горизонтальное или наоборот (рис.1).

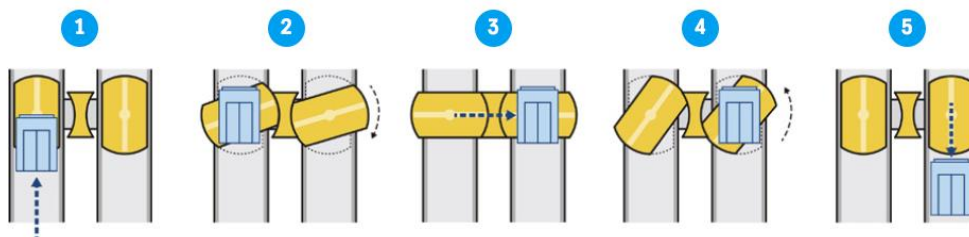


Рис. 1. Принцип изменения направления движения горизонтального лифта

Горизонтальный лифт обладает рядом преимуществ. Если сравнить его с обычным лифтом, то он позволяет значительно сократить время ожидания пассажиров за счет наличия нескольких кабин на одном валу, а это в свою очередь дает возможность уменьшить площадь самого лифта и увеличить его емкость. Создатели также внедрили углеродные композиты в систему, устранили канаты и противовесы тросовых лифтов, что позволило уменьшить ее вес и массу до 50% [3]. Стоит отметить, что использование горизонтальной системы изменит сами принципы архитектуры зданий, т. к. теперь архитекторы не будут ограничены вертикальной ориентацией лифтовых шахт, вокруг которых строилась остальная планировка. На рисунке 2 изображен пример здания с применением технологии Multi.



Рис. 2. Пример здания с использованием технологии Multi

Однако горизонтальный лифт имеет несколько существенных недостатков. Так, отсутствие троса приводит к увеличению потребления энергии [3]. Помимо этого, технология имеет сложную конструкцию, что делает ее изготовление и установку дорогостоящей.

Далее приводится оценка эффективности перевозки пассажиров горизонтальной системой по сравнению с тросовым лифтом, используемым в высотных зданиях.

На рисунке 3 изображен тросовый лифт и горизонтальная система Multi. Цифрами обозначены соответствующие остановки.

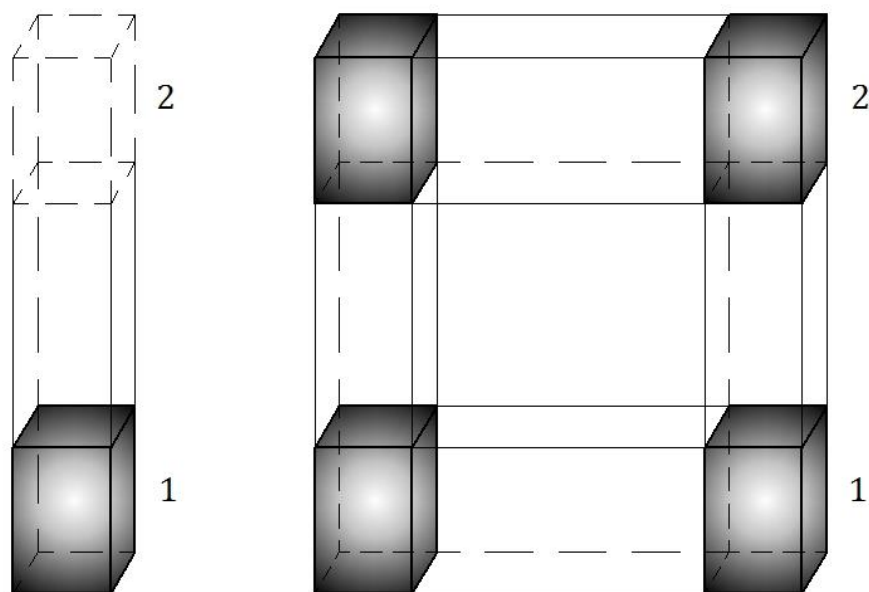


Рис. 3. Тросовый лифт и горизонтальная система Multi

Имеются следующие некоторые данные:

- средняя скорость движения тросового лифта по валу  $v_1$ ;
- скорость движения горизонтального лифта по валу  $v_2$ ;
- время открывания (закрывания) дверей лифта  $t_0 = 6 \text{ н}$ ;
- время исследования  $t=10$
- расстояние между остановкой №1(2) и остановкой №2(1)  $s=10$ ;
- количество перевозимых пассажиров  $n$ .

Условимся, что на каждой остановке будет выходить и заходить по одному человеку.

Оценим количество перевозимых тросовым лифтом пассажиров. Для этого необходимо найти время движения лифта  $t_a$  от остановки №1(2) до остановки №2(1) с помощью формулы 1:

$$t_a = \frac{s}{v_1} + 2 * t_0 \quad (1)$$

Для оценки эффективности воспользуемся формулой 2:

$$n_1 = \frac{t}{t_a} \quad (2)$$

$$n_1 = 35$$

Вычислим количество перевозимых пассажиров горизонтальным лифтом по сравнению с тросовым лифтом. Для этого необходимо найти время движения лифта  $t_a$  от остановки №1(2) до остановки №2(1) с помощью формулы 3:

$$\begin{aligned} t_a &= \frac{s}{v_1} + 2 * t_0 \\ t_a &= 13 \end{aligned} \quad (3)$$

Для оценки эффективности воспользуемся формулой 4:

$$n_2 = \frac{t}{t_a} \quad (4)$$

$$n_2 = 46$$

Так как горизонтальный лифт представляет собой замкнутую циклическую систему, то через каждые 13 секунд кабины будут приходить как на остановку №1, так и на остановку №2. Следовательно, количество перевозимых пассажиров увеличится в 2 раза:  $n_2 = 2 \cdot n_1 = 2 \cdot 46 = 92$ .

Рассчитав  $n_1$  и  $n_2$ , оценим эффективность, воспользовавшись формулой 5:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{92}{35} \approx 2,6 \quad (5)$$

Результат исследования показал, что тросовый лифт уступает горизонтальной системе Multi в эффективности в 2,6 раза.

Стоит отметить, что из-за высокой стоимости и сложной конструкции горизонтальную систему нерационально использовать в жилых многоэтажных домах. Наиболее подходящий вариант – традиционный тросовый лифт. Отсюда следует, что использование горизонтального лифта не во всех зданиях рационально.

Анализируя полученные данные, приходим к следующим выводам: технологию Multi необходимо применять в высотных зданиях, имеющих сложную архитектуру. Такая система благодаря многочисленному числу кабин на одном вале и возможности перемещения лифта в горизонтальном направлении позволит снизить пассажиропоток внутри небоскребов в период особой активности. Также данная технология может быть востребована при развитии крупных многофункциональных транспортных узлов, где неминуемо происходит пересечение множества транзитных пешеходных потоков. Например, на транспортно-пересадочных узлах, где существует несколько функций на разных уровнях: подземная часть глубокого залегания, наземная часть, имеющая переход в надземную. Такие лифты смогут доставлять пешеходов, минуя множество переходов, лестниц и КПП, то есть без пересечений с другими потоками в необходимое место, где продолжится дальнейшее движение [2].

#### Библиографический список

1. <https://choiz.me/post/70005694/70002666>;
2. <https://mperspektiva.ru/topics/khodit-shakhmatnoy-ladey-kak-ustroeny-gorizontalnye-lifty/>;
3. <https://nplus1.ru/news/2017/06/26/maglev-elevator>.

#### References

1. <https://choiz.me/post/70005694/70002666>;
2. <https://mperspektiva.ru/topics/khodit-shakhmatnoy-ladey-kak-ustroeny-gorizontalnye-lifty/>;
3. <https://nplus1.ru/news/2017/06/26/maglev-elevator>.

УДК 336.(075)

*Воронежский государственный технический университет*

*Магистрант кафедры инноватики и строительной физики*

*М. В. Чернов*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)244-12-42*

*e-mail: mvxxxim@gmail.com*

*Voronezh State Technical University*

*Master of chair of innovation and construction physics*

*M. V. Chernov*

*Russia, Voronezh, ph.: +7(919)244-12-42*

*e-mail: mvxxxim@gmail.com*

**М.В. Чернов**

## **АНАЛИЗ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ НА УДАЛЁННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ**

**Аннотация:** В статье рассматриваются наиболее распространенные методы организации связи на удаленных промышленных и строительных объектах. Приводятся их основные характеристики, достоинства и недостатки. По результатам анализа предлагается оптимальный по затратам метод организации связи в области слабого сигнала сотовой сети.

**Ключевые слова:** сотовая связь, транкинговые сети, покрытие сети

**M. V. Chernov**

## **THE ANALYSIS OF SYSTEMS OF COMMUNICATION IN REMOTE INDUSTRIAL AND CONSTRUCTION SITES**

**Abstract:** The article discusses the most common methods of organizing communications at remote industrial and construction sites. The main characteristics, advantages and disadvantages are given. According to the results of the analysis, a cost-effective method of organizing communications in the field of a weak cellular network signal is proposed.

**Keywords:** cellular communication, trunking networks, network coverage

Инновационные технологии стали неотъемлемой частью современного мира. Они являются движущим фактором прогресса, экономического роста и конкурентного преимущества, а также помогают человеку в различных сферах его деятельности.

Современные технологии значительно уменьшают время, затраченное на определённые действия, повышают производительность, точность и надежность систем. Инновационные разработки повышают безопасность труда, жизни каждого человека и общества в целом. Это особенно актуально в настоящее время.

На протяжении всей своей истории человечество испытывало острую необходимость в средствах быстрой передачи информации на большие расстояния. С развитием науки технологии связи все более совершенствовались. Итогом научного прогресса стало появление сотовой связи, спутниковой связи, телевидения, интернета и т. д. [1]. В настоящее время происходит интеграция различных видов связи, появляются гибридные устройства, включающие в себя сотовый телефон, компьютер, видеокамеру, устройства IoT.

На фоне развития технологий сотовой связи, роста числа абонентов и операторов остается нерешенной задача покрытия сотовой связью всей территории Российской Федерации. Это вызывает серьезные трудности в быту и еще более значительные на объектах промышленности в регионах.

Большинство удалённых строительных и промышленных объектов не имеют возможностей для организации качественной коммуникации на своей территории. Связано это с несовершенством каждого из видов систем связи. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Организовать связь на удаленном объекте можно путем приобретения предприятием раций. Однако они, как правило, ограничены радиусом действия, а аккумуляторы или батарейки, на которых они работают, недолговечны. Также проблемой становится то, что сигнал от каждой рации передаётся в общую сеть – это в свою очередь «забивает» эфир. Преимущественно рации можно использовать на участках с ровным рельефом, так как на горных участках радиосигнал отражается от естественных преград и его распространение затруднено.

Ещё одним решением проблемы плохой коммуникации на промышленных или строительных объектах может быть спутниковая связь. Спутниковые системы связи считаются одним из самых практичных способов организации качественной коммуникации в силу плотной карты покрытия сети (рис. 1) [2].



Рис. 1. Территория обслуживания российского сегмента системы мобильной спутниковой связи «Глобалстар»

Но при этом для организации такого рода связи требуются большие вложения. Так, стоимость одного спутникового мобильного терминала QUALCOMM GSP1700 составляет 58000 р. [3], а абонентская плата по самой низкой ставке равна 11151 р., что составляет 69151 р. в сумме на одного работника организации. При предположении, что самому маленькому производству для организации работ требуется минимум 10 рабочих, для организации связи необходимо затратить 580000 р. только на приобретение спутникового мобильного терминала, что очень затратно даже для крупных предприятий.

Влияние атмосферы на качество спутниковой связи и огромные расстояния между земными станциями и спутником являются причиной того, что приходится использовать большие антенны и малошумящие элементы. Особенно остро эта проблема стоит в системах подвижной связи, так как в них есть ограничение на размер антенны и мощность передатчика.

Следующим рассмотрим транкинговый тип систем связи. Его использует большинство предприятий, относящихся к удалённым промышленным объектам и объектам строительства, а также различные оперативные службы в силу качества и скорости передачи голосовых сообщений.

Транкинговые системы пользуются автоматическим распределением каналов связи между абонентами. Это означает, что все пользователи делят между собой общую группу радиоканалов, а выделение свободных каналов осуществляется по требованию абонентов. Основным элементом сетей транкинговой радиосвязи является базовая станция, включающая в себя несколько ретрансляторов с соответствующим антенным оборудованием и контроллер, который управляет работой базовой станции, коммутирует каналы ретрансляторов, обеспечивает выход на телефонную сеть общего пользования или другую сеть фиксированной связи. По сравнению с конвенциональными сетями, сети транкинга обладают повышенной пропускной способностью, расширенными функциональными возможностями, разнообразными типами вызова, большей зоной территориального охвата. При этом считается, что транкинговая система становится экономически эффективной для числа абонентов более 50–100 [4]. Для такого вида систем связи не требуется подключение к спутнику или мачте сотовой связи, что убирает затраты на абонентскую плату, при этом стоимость одного качественного терминала в среднем составляет 30 т. р. Это значительно снижает затраты на организацию качественной связи на производстве [5].

Терминалы транкинговой системы могут стать верным решением при работе в полевых условиях (дальность радиуса сигнала может достигать до 100 км.) или на небольшом производственном комплексе, в силу отсутствия крупных естественных или искусственных препятствий.

Что касается крупных объектов строительства, имеющих сложную рельефную форму, на которых, как правило, содержится крупные естественные препятствия, или крупных производственных комплексов, внутри которых находится большое количество искусственных препятствий, то в этом случае транкинговая сеть не будет лучшим решением, так как сигнал будет приходить с помехами или вообще не доходить.

При практическом использовании терминалов транкинговой сети также возникает ряд проблем, например: терминалы транкинговой сети быстро разряжаются; из-за того, что терминалы транкинговой системы связи используются работниками на одной частоте, это приводит к забиванию эфира.

Самым же массовым типом связи в настоящее время является сотовая связь. Собственным мобильным телефоном или смартфоном обладает практически каждый житель, как в нашей стране, так и за её границей, потому что у этого вида систем есть множество преимуществ. Современные смартфоны выполняют огромное количество полезных функций, которые могут быть полезны в производстве, а функционируют, как правило, от сетей 2g, 3g и 4g (LTE) и находятся всегда под рукой.

Наличие собственного мобильного телефона или смартфона у работников не требует затрат предприятия на приобретение новых устройств. В случае его отсутствия организации не придётся тратить большое количество средств: для нужд производства будет достаточно обычного мобильного телефона ценой около 1000 р., что в 60 раз дешевле, чем терминал спутниковой связи и в 30 раз, чем терминалы систем транкинговой связи. Преимуществом также является низкая абонентская плата.

У сотовой связи есть и недостатки. Так, многие участки территории России не попадают под карту покрытия сотовой сети, что в свою очередь вызывает трудности при организации работы многих промышленных объектов и объектов строительства (рис. 2) [6]. При невозможности установить мачту сотовой связи из-за высокой стоимости и при условии протяжённости рабочей зоны на несколько километров возникает проблема плохого и нестабильного сотового соединения. Однако большинство удалённых промышленных и строительных объектов попадают в карту покрытия сотовой связи. Как правило, строительные работы ведутся недалеко от малых населённых пунктов, как и работы на объектах промышленности, что подразумевает наличие хотя бы одной мачты сотовой связи, радиус которой косвенно касается территории объекта. Это означает, что сигнал может

доходить, но не всегда качественно, что является основной проблемой такого вида систем связи.

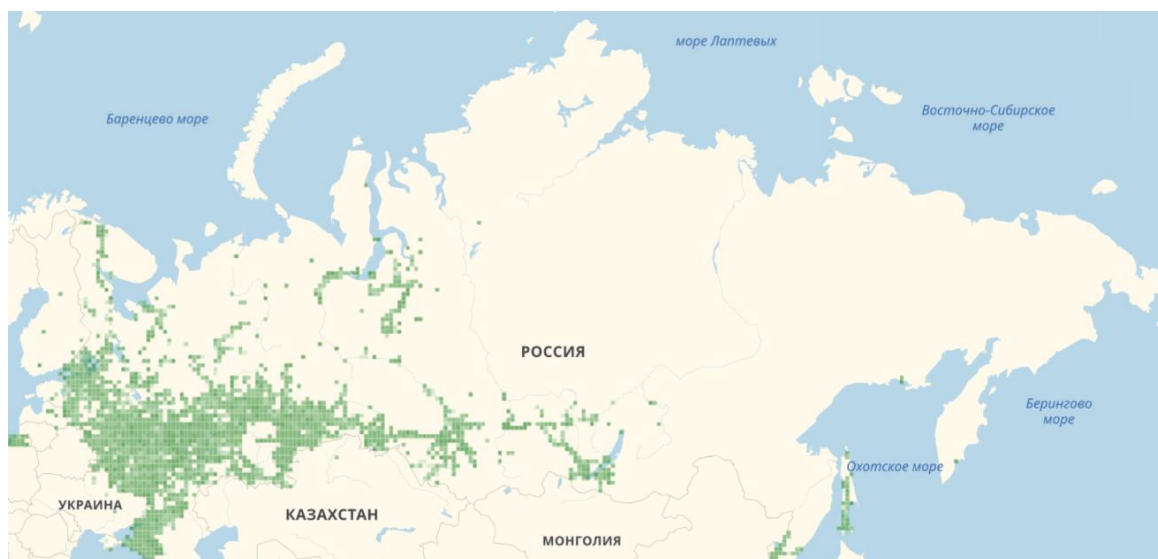


Рис. 2. Карта покрытия системы сотовой связи на примере оператора TELE2 (зеленый цвет – зоны стабильного сигнала)

Таким образом, главными проблемами, с которыми сталкиваются предприятия при организации связи на удалённых промышленных и строительных объектах, являются неплотная карта покрытия сотовой сети и при использовании сотовой связи (при использовании других видов связи) высокая стоимость оборудования и абонентской платы.

Проведенный анализ позволяет предложить для организации связи на удалённых промышленных и строительных объектах и устранения описанных выше проблем метод усиления сотовой связи с помощью мобильных усилителей сигнала и использования автономных источников электроэнергии, в частности солнечных панелей или дизельных электростанций. Реализация этого метода предполагается в едином устройстве.

#### Библиографический список

1. <http://www.corporacia.ru/pages/page/show/237.htm>
2. <http://global-star.ru/map.html>
3. <https://www.globaltel.ru>
4. Голиков А.М. Сети и системы радиосвязи и средства их информационной защиты: учеб. пособие / А.М. Голиков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 392 с.
5. <https://www.itweek.ru/themes/detail.php?ID=63004>
6. <https://geo.minsvyaz.ru>

#### References

1. <http://www.corporacia.ru/pages/page/show/237.htm>
2. <http://global-star.ru/map.html>
3. <https://www.globaltel.ru>
4. A.M. Golikov. Radio communication networks and systems and means of their information protection: studies. manual. – Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2007. – 392 p.
5. <https://www.itweek.ru/themes/detail.php?ID=63004>
6. <https://geo.minsvyaz.ru>

УДК 336(075)

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Магистрант кафедры инноватики и  
строительной физики Чернов М.В.*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)244-12-42*

*e-mail: mvxxxim@gmail.com*

*Voronezh State Technical University*

*Master of chair of innovation and  
construction physics Chernov M.V.*

*Russia, Voronezh, tel.: +7(919)244-12-42*

*e-mail: mvxxxim@gmail.com*

**М.В. Чернов**

## **УСИЛЕНИЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ НА УДАЛЁННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ И ОБЪЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Аннотация:** выполненные в статье исследования позволяют установить качественную связь на удалённых промышленных объектах и объектах строительства, работники которых зачастую остаются без средств и возможности установить связь на должном уровне, что в свою очередь является острой проблемой при организации производимых работ. Полученные результаты также актуальны для работ любой отрасли, производимых удалённо.

**Ключевые слова:** строительство, промышленность, удалённая работа, связь, коммуникация, сотовые системы связи, усиление сотового сигнала

**M.V. Chernov**

## **AMPLIFICATION OF CELLULAR COMMUNICATION TO REMOTE INDUSTRIAL SITES AND CONSTRUCTION SITES**

**Abstract:** The studies carried out in the article allow to establish a high-quality connection at remote industrial facilities and construction sites, whose workers are often left without the means and the opportunity to establish a high-quality connection, which in turn is an acute problem in organizing the work performed. The results obtained are also relevant for works produced remotely absolutely any industry.

**Key words:** construction, industry, remote work, communication, communication, cellular communication systems, cellular signal gain

Принцип метода усиления сотовой связи на удалённых промышленных объектах и объектах строительства заключается в автономной работе устройства, принимающего слабый сигнал, передаваемый от мачт сотовой связи к внешней антенне, который усиливается репитером и раздается внутренней антенной. За счёт подключения к аккумуляторной батарее, питаемой с помощью солнечной батареи, устройство может работать без подключения к линиям электропередачи, что позволяет установить его в любом необходимом месте (рис.1).

Для максимально комфортного использования необходимо использовать компоненты, которые можно легко собрать и переносить вручную.

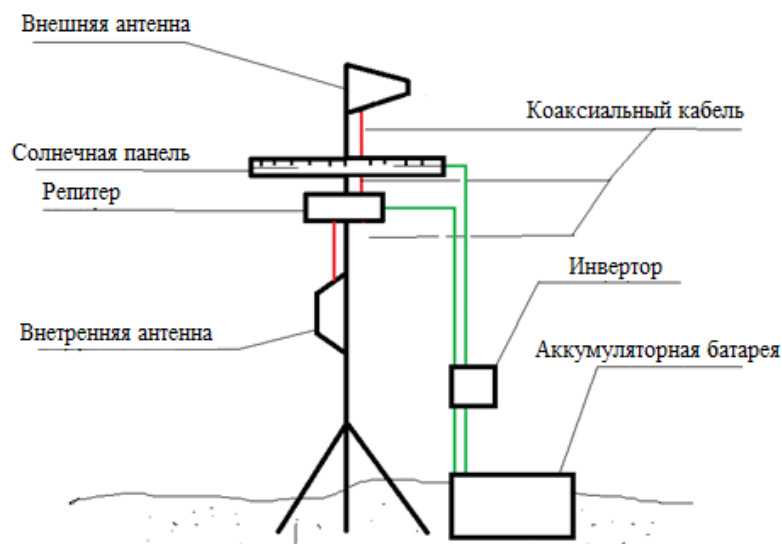


Рис.1. Схема устройства усиления сотовой связи на удалённых промышленных объектах и объектах строительства

В данное устройство для установления качественной связи необходимо включить следующие компоненты:

1. внешняя антенна. Для того, чтобы принять сигнал на большом расстоянии и не вызывать резонансов с внутренней антенной, радиусы излучения и принятия радиоволн обеих антенн не должны пересекаться. Это значит, что самым подходящим вариантом внешней антенны является направленная антенна. Диапазон читаемых частот должен быть максимальным, чтобы по возможности установить связь с сетью Интернет. В этом случае круг поиска необходимой антенны сужается к мультистандартной универсальной направленной Антенне 3G / 4G LTE LPDA, 8-9 дБ (800-2700 МГц);
2. коаксиальный кабель. Большое значение играет длина кабеля и его состав. Так как в данном случае необходим запас для возможности ручной настройки, то оптимальная длинна кабеля при снижении потерь сигнала 1дБ на 1 м будет равна 5 м;
3. кабельная сборка из высокочастотного кабеля с небольшими потерями длиной 5 метров с коннекторами N-type male и N-female или SMA-male для подключения модемов и роутеров к антеннам 3G и LTE 4G;
4. кабель 5D-FB является самым оптимальным решением для подключения устройств передачи данных к высокочастотным антеннам: имеет небольшие потери в 3G (2000-2200 МГц) – 0,3 дБ/метр, и в LTE 4G (2500-2700 МГц) – 0,35 дБ/метр, а также небольшой для таких потерь диаметр – всего 7,5 мм;
5. для подключения от репитера к внутренней антенне необходимо ещё 50 см кабеля, но так как поставщики не предлагают кабеля искомой длины, то необходимо приобрести кабель на 10 м с дополнительными переходниками N-male / N-female;
6. репитер. Так как целью устройства является не обеспечение сотовой связью всего объекта, а создание точек доступа к системе сотовой связи на протяжении объекта, то мощные промышленные репитеры будут нецелесообразны. Таким образом, оптимальным вариантом в соответствии с критериями цена, коэффициент усиления и мощность необходимо признать модель, основное назначение которой — усиление сотового сигнала в городах и пригородах, где операторы используют частоту 1800 МГц для предоставления услуг голосовой GSM-связи или развертывания 4G-сетей LTE 1800. Также репитеры данного вида усиливают общепринятый 3G-стандарт UMTS-2100, в котором работают как звонки, так и мобильный интернет;
7. внутренняя антенна. Так как устройство работает в полевых условиях, внешняя и внутренняя антенны будут находиться рядом, и во избежание конфликтов радиоволн

необходимо использовать направленную внешнюю антенну, соответственно внутренняя антенна аналогично не должна излучать сигнал в любой плоскости на 360 градусов. При оптимальной ручной настройке это позволит направить излучаемый сигнал, не пересекая с принимаемым его и охватить цепь рабочих единиц максимально;

8. источник питания. Солнечная панель. Для обеспечения репитера питанием необходимо зачастую 12 В и 2 А, средняя потребляемая энергия выбранного типа репитера 24 Вт. Работа репитера должна проходить круглые сутки. Это значит, что потребляемая энергия в сутки будет составлять 576 Вт.

Среднемесячная инсоляция кВтч/м2/день

|                  | Янв. | Февр. | Март | Апр. | Май  | Июнь | Июль | Авг. | Сент. | Окт. | Нояб. | Дек. | Среднегодовая инсоляция кВтч/м2/сутки |
|------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|---------------------------------------|
| 0°               | 0.75 | 1.56  | 2.81 | 3.87 | 5.13 | 5.27 | 5.14 | 4.30 | 2.63  | 1.49 | 0.81  | 0.50 | 2.86                                  |
| 40°              | 1.51 | 2.55  | 3.78 | 4.34 | 5.12 | 4.97 | 5.00 | 4.57 | 3.22  | 2.20 | 1.46  | 1.08 | 3.32                                  |
| 55°              | 1.66 | 2.70  | 3.82 | 4.16 | 4.70 | 4.51 | 4.53 | 4.31 | 3.17  | 2.27 | 1.58  | 1.20 | 3.22                                  |
| 70°              | 1.72 | 2.71  | 3.67 | 3.79 | 4.18 | 3.95 | 4.00 | 3.85 | 2.97  | 2.24 | 1.62  | 1.26 | 3.00                                  |
| 90°              | 1.65 | 2.50  | 3.19 | 3.07 | 3.21 | 2.99 | 3.05 | 3.08 | 2.51  | 2.02 | 1.53  | 1.22 | 2.50                                  |
| Оптимальный угол | 72.0 | 63.0  | 50.0 | 34.0 | 20.0 | 11.0 | 16.0 | 27.0 | 43.0  | 58.0 | 69.0  | 74.0 | 44.6                                  |

Произведем расчет мощности солнечных панелей по формуле

$$P_{сп} = E_{п} \cdot k \cdot R_{инс} / E_{инс}, \quad (1)$$

где  $P_{сп}$  – мощность солнечных панелей, Вт;  $E_{п}$  – потребляемая энергия, Вт·ч в сутки;  $E_{инс}$  – среднегодовая инсоляция (см. табл.), кВт·ч/м<sup>2</sup>/день (2,86 кВт·ч/м<sup>2</sup>/сутки);  $R_{инс}$  – мощность инсоляции на земной поверхности на одном квадратном метре (1кВт/м<sup>2</sup>);  $k$  – коэффициент потерь на заряд/разряд аккумуляторов, преобразование постоянного напряжения в переменное. Т.о.  $P_{сп} = 0,576 \cdot 1,2 \cdot 1/2,86 = 0,2416$  кВт  $\approx$  242 Вт.

В таком случае для вырабатываемой солнечной батареей энергии:

$$E_{в} = E_{инс} \cdot P_{сп} / R_{инс} \cdot k. \quad (2)$$

Произведя расчет по формуле (2), получим  $E_{в} = 2,86 \cdot 242 / 1 \cdot 1,2 = 831$  Вт·ч в сутки;

9. аккумулятор. Солнечная панель может обеспечивать электроэнергией ретранслятор только в ясный или малооблачный день. Для того, чтобы обеспечить работу репитера постоянно, необходимо собирать энергию в аккумулятор.

Поставлена задача обеспечить ночную работу репитера и периодическую работу в пасмурные дни, когда солнечная панель не работает: мощность репитера – 24 Вт (работает 24 часа в сутки), срок работы резервной системы 2 суток. Необходимо рассчитать емкость аккумуляторной батареи с учетом 100% разрядного цикла.

Расход электроэнергии за 2 суток составит  $24 \text{ Вт} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 2 = 1152 \text{ Вт}$ .

С учетом потерь в инверторе (для расчета – 10%), необходимый запас энергии составит  $1152 + 10\% = 1267 \text{ Вт}$ . При напряжении 12 В необходимый номинал составит  $1267 \text{ Вт} / 12 \text{ В} = 105 \text{ А} \cdot \text{ч}$ , т. е. в этом случае необходима батарея 110 А·ч. При наличии солнечной панели с номинальной мощностью 40 Вт или 831 Вт в сутки необходимый номинал составит  $(1267 \text{ Вт} - 831 \text{ Вт}) / 12 \text{ В} = 37 \text{ А} \cdot \text{ч}$ . Значит, для организации автономной работы системы репитер–солнечная батарея–аккумулятор, со сроком работы резервной системы двое суток необходим аккумулятор 37 А·ч;

10. инвертор. Исходя из характеристик солнечной батареи и аккумулятора, необходимо подобрать инвертор для конвертации 12 В в 220 В для нормального энергоснабжения репитера. Для этих целей подойдет TITAN HW-300V6.

Рассмотрим теперь организацию связи с помощью разработанного устройства. Для установления наиболее качественного сигнала автономное устройство усиления сотовой

связи необходимо располагать следующим образом: внешнюю направленную антенну следует направить в сторону расположения мачты сотовой связи либо в сторону участка, в котором есть некоторый сигнал, при невозможности реализации первого варианта, а внутреннюю антенну нужно направить в сторону максимальной плотности размещения техники и рабочих.

Таким образом, организация качественной коммуникации за счёт усиления сотовой связи на удалённых промышленных объектах и объектах строительства является самым оптимальным вариантом в соответствии с критериями стоимость и функционал. Автономное устройство усиления сотовой связи, по причине с плотной картой покрытия сети, за счёт внешней узконаправленной антенны, мощного репитера и направленной антенны, объединённых с постоянным автономным источником питания (солнечной батареей и аккумулятора), может излучать качественный сигнал постоянно и охватывать территорию принимаемого терминалами сигнала до 500 м радиусом.

#### Библиографический список

1. Ежков Ю.А. Справочник по микросхемотехнике усилителей – 2-е изд., перераб. – М.: ИП «РадиоСофт», 2002 – 272 с.
2. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: Монтаж регулировка. – Учебник для нач. проф. образования / Ярочкина Г. В.. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
3. Савченко С.А. Расчет усилителей низкой частоты. – Учебное пособие / ЧГАУ. - Челябинск, 1997 - 74 с.

#### References

1. Yezhkov Yu.A. Handbook of microcircuit amplifiers – 2nd ed., Pererab. – М.: IP RadioSoft, 2002 – 272 p.
2. Electronic equipment and instruments: Installation adjustment: A textbook for early. prof. education / Yarochkina G. V.. - 2nd ed., Sr. - М.: Publishing Center "Academy", 2004. - 240 p.
3. Savchenko S.A. Calculation of low-frequency amplifiers. – Tutorial / CSUA. – Chelyabinsk, 1997 – 74 p.

УДК 336(075)

Воронежский государственный  
технический университет

Студент кафедры инноватики и  
строительной физики И.О. Яковлев  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(910)74967-31  
e-mail: yasicario@yandex.ru

Voronezh State Technical University

Student of the department of innovation and  
building physics I.O. Yakovlev  
Russia, Voronezh, ph.: +7(910)74967-31  
e-mail: yasicario@yandex.ru

И.О. Яковлев

## ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ С ПЛЁНОЧНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ

**Аннотация:** в статье рассматривается инновационная система отопления «Тёплый пол с инфракрасными плёночными нагревателями» с описанием ее особенностей и преимуществ.

**Ключевые слова:** плёночный инфракрасный нагреватель, тёплый пол, инновации.

I.O. Yakovlev

## PECULIARITIES OF INNOVATIVE TECHNOLOGY OF WARM FLOORS WITH FILM HEATERS

**Abstract:** this article presents an innovative heating system «Warm floor with the infrared film heating» with a discussion of its features and benefits.

**Key words:** film infrared heating, warm floor, innovation.

Система отопления – это комплекс элементов, используемых для обогрева помещения. Она включает в себя источник тепла, трубопроводы и нагревательные элементы. Тепло обычно доставляется с помощью теплоносителя – жидкой или газообразной сферы: воды, воздуха, пара, продуктов сгорания топлива или антифриза [1]. Системы отопления подбираются так, чтобы добиться максимально эффективного обогрева помещения с сохранением комфорта. В зависимости от типа теплоносителя различают воздушные, водяные, паровые, электрические и комбинированные (смешанные) системы отопления. Нагревательные приборы, по типу теплообмена, разделяются на конвективные, лучистые и комбинированные (конвективно-лучистые) (рис.1).



Рис. 1. Классификация нагревательных приборов систем отопления по типу теплообмена

Инфракрасные обогреватели имеют различные технические характеристики. Производители совершенствуют излучатели и их дополнительные функции. К дополнительным функциям можно отнести системы активной безопасности, т. е. возможность автоматического выключения в аварийной ситуации при перегрузках, режим работы в системе взаимосвязанных устройств, возможность подключения терморегулятора или системы «умный дом» для удалённого или автономного управления. Такие функции снижают риски возникновения непредвиденных ситуаций.

Инфракрасные обогреватели представлены обширной товарной группой. Выделяют три вида инфракрасных обогревателей: керамические, карбоновые и плёночные. Есть также промышленные газовые модели – дизельные или керосиновые.

Тёплый пол – это система отопления, обеспечивающая нагрев полов в помещении в любое время года. Наиболее распространены электрические и водяные тёплые полы [2]. Тёплые полы, нагретые до комфортной температуры, позволяют эффективно отапливать помещение. Поверхность тёплых полов имеет комфортную температуру:  $+25 - +30$  °С. Самый тёплый воздух находится у пола. Поднимаясь вверх, он остывает, отдавая тепло более холодным слоям. Этот вид отопления благоприятен с физиологической точки зрения. Он действует противоположно естественному распределению прохладного и тёплого воздуха, выравнивая температуру по объёму и высоте помещения. Тёплые полы экономичны в сравнении с другими видами отопления.

Тёплый пол становится все более популярным на рынке отопления. Данная отопительная система привлекательна в дизайнерском плане, а новизна и технологичность выделяют его на фоне других отопительных систем. Конструкция тёплого пола не требует радиаторов, и плёночный тёплый пол может оказаться недорогим решением. Монтаж теплого пола с инфракрасным пленочным нагревателем не рекомендуется выполнять самостоятельно, однако он довольно прост, т. к. позволяет не использовать бетонную стяжку. Это снижает вес системы и экономит время, которое обычно затрачивается на твердение бетона.

Плёночные обогреватели представляют собой нагревательный элемент, расположенный между двумя слоями термостойкой пленки (рис. 2) [3]. Элемент разогревается под воздействием электрического тока и выделяет инфракрасные лучи, воздействующие на находящиеся в обогреваемом помещении предметы, отдавая тепло воздуху. Такой способ отопления основан на процессе вторичной теплоотдачи.

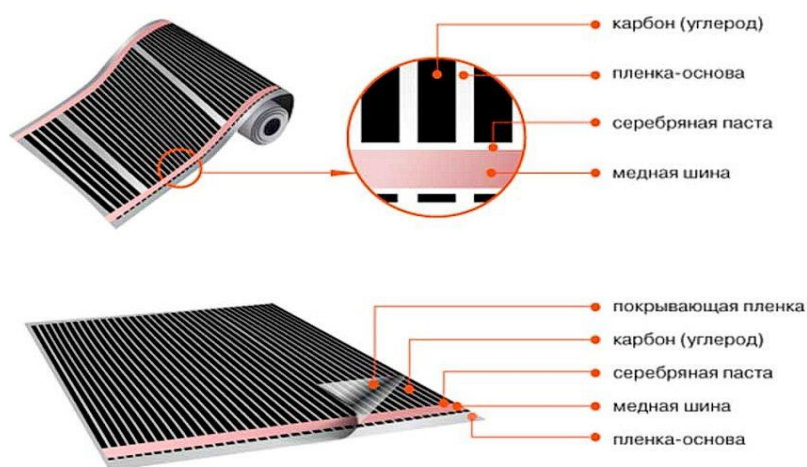


Рис. 2. Схема конструкции плёночного излучателя

Инфракрасный (ИК) плёночный тёплый пол имеет существенное преимущество в сравнении с другими системами тёплых полов – водяными и кабельными конструкциями. Нагревательная плёнка устойчива к повреждениям, в том числе и механическим. При её локальном разрыве из строя выходит только один сегмент системы [5].

Область применения ИК – плёночного тёплого пола не ограничивается жилыми или общественными помещениями. Его используют в хозяйственных постройках – гаражах, теплицах или сараях для домашнего скота, где затруднительно провести центральное отопление. Инфракрасная плёнка широко применяется также для тёплого пола в сельском хозяйстве (в инкубаторах и яслях для молодняка). С её помощью защищают от обледенения взлётно-посадочные полосы, автостоянки и открытые спортивные площадки.

Необходимость учёта поглощения и отражения инфракрасного излучения обуславливается характеристиками помещения, в котором устанавливается система тёплых полов. От этого зависит выбор напольного покрытия, поскольку учитывается взаимодействие инфракрасного излучения с соответствующими материалами.

Для оценки физиологического воздействия важен спектральный состав излучения, однако общий коэффициент эффективности нагрева можно рассчитать упрощенно по формуле

$$k = k_1 k_2, \quad (1)$$

где  $k$  – общий коэффициент эффективности;  $k_1$  – коэффициент полезного действия ИК-нагревателя;  $k_2$  – коэффициент поглощения излучения материалом.

В табл. 1 представлены материалы с различным коэффициентом поглощения инфракрасного излучения.

Таблица 1

Коэффициенты поглощения инфракрасного излучения

| <b>Материалы</b>             | <b>Коэффициент поглощения</b> |
|------------------------------|-------------------------------|
| Линолеум, красно-коричневый  | 0,84                          |
| Чёрный бетон                 | 0,91                          |
| Чёрный мрамор                | 0,66                          |
| Белый мрамор                 | 0,44                          |
| Грязное, оцинкованное железо | 0,92                          |

В табл. 2 представлен КПД трёх типов плёночных инфракрасных излучателей.

Таблица 2

КПД излучателей

| Излучатели | КПД в (%) |
|------------|-----------|
| Devi       | 90        |
| Ensto      | 87        |
| Energy     | 85        |

В табл. 3 представлен результат расчёта общего коэффициента эффективности для поглощающих материалов и излучателей, представленных в табл.1 и табл.2.

Таблица 3

Коэффициент эффективности нагрева

| Излучатели | Материалы                    | Общий КПД |
|------------|------------------------------|-----------|
| Devi       | Линолеум красно-коричневый   | 75,6      |
|            | Чёрный бетон                 | 81,9      |
|            | Чёрный мрамор                | 59,4      |
|            | Белый мрамор                 | 39,6      |
|            | Грязное, оцинкованное железо | 82, 8     |
| Ensto      | Линолеум красно-коричневый   | 73,1      |
|            | Чёрный бетон                 | 79,17     |
|            | Чёрный мрамор                | 57,42     |
|            | Белый мрамор                 | 38,28     |
|            | Грязное, оцинкованное железо | 80        |
| Energy     | Линолеум красно-коричневый   | 71,4      |
|            | Чёрный бетон                 | 77,35     |
|            | Чёрный мрамор                | 56,1      |
|            | Белый мрамор                 | 37,4      |
|            | Грязное, оцинкованное железо | 78,2      |

В отличие от пленочных инфракрасных нагревателей, ламповые ИК-излучатели целесообразнее использовать в просторных производственных помещениях. Их излучение хорошо взаимодействует с материалами, имеющими высокий коэффициент поглощения (чёрный бетон; грязное, оцинкованное железо; красно-коричневый линолеум). Плёночное покрытие обычно монтируют в частных домах и квартирах. При этом эффективнее использовать в качестве покрытия пола материалы, имеющие низкий коэффициент поглощения, например чёрный мрамор, белый мрамор или их более дешёвые плиточные заменители.

Автор выражает благодарность П.А. Головинскому за консультации и полезные обсуждения.

#### Библиографический список

1. Брамсон М. Инфракрасное излучение нагретых тел. – М.: Наука, 1964. – 226 с.
2. Писарев Е. Тёплый пол, водяной или электрический. – Робур, 2012. – 47 с.
3. Гордеев Г.: Новые технологии настилки пола. – Строительство. Новые технологии. Новое оборудование. – 2004. – 26–27.
4. <https://www.teplyypol.ru/publikacii/stati-i-obzory/elektricheskiy-teplyy-pol>
5. [https://www.engineeringtoolbox.com/solar-radiation-absorbed-materials-d\\_1568.html](https://www.engineeringtoolbox.com/solar-radiation-absorbed-materials-d_1568.html)

#### References

1. Bramson M. Infrared radiation of heated bodies. – M.: Science, 1964. – 226 p.
2. Pisarev E. Heat floor, water or electric. – Robur, 2012. – 47 p.
3. Gordeev G.: New flooring technologies: Construction. New technologies. New equipment. – 2004. – 26–27 p.
4. <https://www.teplyypol.ru/publikacii/stati-i-obzory/elektricheskiy-teplyy-pol>
5. <https://www.teplyypol.ru/publikacii/stati-i-obzory/elektricheskiy-teplyy-pol>

**Научное издание**

# **ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И БИЗНЕС**

**Выпуск № 2(6), 2019**

**Научный журнал**

**В авторской редакции**

*Дата выхода в свет: 20.09.2019. Формат 60x84 1/8. Бумага писчая.*

*Уч.-изд. л. 13,1. Усл. печ. л. 14,0.*

*Тираж 35 экз. Заказ №*

*Цена свободная*

---

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский проспект, 14**

**Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84**