

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. В.Г. ШУХОВА

**НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**ВЕСТНИК**

**БГТУ им. В.Г. ШУХОВА**

**№ 2, 2018 год**

## **Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова**

**Главный редактор:** д-р техн. наук, проф. Е.И. Евтушенко

**Зам. главного редактора:** канд. техн. наук, доц. Н.И. Алфимова

### **Редакционная коллегия:**

Айзенштадт А.М., д-р хим. наук, проф.;

Баженов Ю.М., академик РААСН, д-р техн. наук, проф.;

Богданов В.С., д-р техн. наук, проф.; Благовещев Деян, PhD, проф.;

Бондаренко В.М., академик РААСН, д-р техн. наук, проф.;

Борисов И.Н., д-р техн. наук, проф.; Братан С.М., д-р техн. наук, проф.;

Везенцев А.И., д-р техн. наук, проф.; Глаголев С.Н., д-р экон. наук, проф.;

Григорьев А.М., д-р техн. наук, проф.; Давидюк А.Н., д-р техн. наук;

Дорошенко Ю.А., д-р экон. наук, проф.; Дуюн Т.А., д-р техн. наук, проф.;

Ерофеев В.Т., академик РААСН, д-р техн. наук, проф.;

Козлов А.М., д-р техн. наук, проф.;

Леонидов С.Н., иностранный член академик РААСН, д-р техн. наук, проф.;

Лесовик В.С., член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, проф.;

Мещерин В.С., д-р техн. наук, проф.;

Меркулов С.И., член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, проф.;

Павленко В.И., д-р техн. наук, проф.; Павлович Ненад, PhD;

Пивинский Ю.Е., д-р техн. наук, проф.; Соболев К.Г., PhD, доц.;

Строкова В.В., д-р техн. наук, проф.; Тарасова Е.Е., д-р экон. наук, проф.;

Фишер Ханс-Берtram, н. с.; Шаповалов Н.А., д-р техн. наук, проф.

Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата, на соискание ученой степени доктора наук по группам научных специальностей: 05.02.00 – машиностроение и машиноведение; 05.17.00 – химическая технология; 05.23.00 – строительство и архитектура; 08.00.00 – экономические науки.

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

**Морозова М.В.**

АКТИВНОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
САПОНИТ-СОДЕРЖАЩЕГО ОТХОДА АЛМАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 5

**Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В.**

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА 10

**Логанина В.И., Кислицына С.Н., Мажитов Е.Б.**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОЛЬСИЛИКАТНОЙ КРАСКИ 17

**Римшин В.И., Кузина Е.С., Валевич Д.М.**

МЕТОДЫ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ  
ВНЕШНИМ АРМИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ  
ИХ РАБОТОСПОСОБНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ 21

**Бергер М.П.**

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОВРЕЖДЕННОЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ ФЕРМЫ В СОСТАВЕ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА 27

**Попов Е.Н.**

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ПАДАЮЩЕМ ПОТОКЕ  
ПОЛИФРАКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 34

**Калачук Т.Г., Парфенюкова Е.А., Конечкая А.А.**

ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ  
БЕСХОЗЯЙНЫХ (БРОШЕННЫХ) ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 39

**Горожанкин В.К., Храбатина Н.В.**

СЛОИ ФОРМЫ В АРХИТЕКТУРНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ 44

**Шапиро Г.Е.**

МЕТОДИКА АРХИТЕКТУРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СИНАГОВ ОБЛАСТИ  
ВОЙСКА ДОНСКОГО И КАВКАЗСКОГО КРАЯ ПЕРИОДА ВТОРОЙ  
ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВВ. 48

**Николенко Н.С., Хоренков С.В., Петров К.С., Сокур В.Я., Жириков О.И.**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПАРАМЕТРИЗМА В АРХИТЕКТУРЕ 54

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Убаськина Ю.А., Фетюхина Е.Г., Адаев Т.В.**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АДсорбентов НА ОСНОВЕ ОПАЛ-КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД 59

# МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

**Тимофеев С.П., Хуртасенко В.А., Шрубченко И.В.**

РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ С НЕСТАЦИОНАРНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ 68

**Остановский А.А.**

ЭВОЛЮЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ ДИНАМИЧЕСКОГО САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ 75

**Горлов А.С., Савотченко С.Е.**

ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ КОРОТКИХ ВИХРЕВЫХ КАМЕР 83

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Сборщиков С.Б., Лейбман Д.М.**

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛИНГ – ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО  
РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 88

**Абакумов Р.Г.**

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ 94

---

|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Герасименко О.А., Авилова Ж.Н.</b><br>КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПРОЕКТОВ<br>ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА | 104 |
| <b>Жаров Я.В.</b><br>ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ<br>НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ           | 110 |
| <b>Тогущакова И.В.</b><br>ВЫБОР ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА КОЛИЧЕСТВЕННЫМ МЕТОДОМ                                             | 116 |
| <b>Усманов Д.И.</b><br>ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО<br>НЕРАВЕНСТВА РЕГИОНОВ                           | 120 |

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article\_5a816bd9ec36d2.92088238

Морозова М.В., ассистент

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

## АКТИВНОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ САПОНИТ-СОДЕРЖАЩЕГО ОТХОДА АЛМАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

m.morozova@narfu.ru

В работе дана оценка реакционной способности высокодисперсных систем осадочных горных пород и сапонит-содержащих техногенных отходов алмазодобывающей промышленности Архангельской области по величине их поверхностной активности. Методами рентгенофазового анализа установлено количественное содержание аморфной фазы в исследуемых материалах, образованной в результате механоактивации сырья. Установлено, что данная величина изменяется в интервале от 9 до 40 %. Подобраны оптимальные параметры диспергирования материалов, которые характеризуются воспроизводимостью результатов. Показано, что величины активности поверхности и содержание аморфной фазы высокодисперсных систем на основе исследуемых пород хорошо согласуются. Активность исследуемых горных пород изменяется в диапазоне от  $3,2 \cdot 10^{-3}$  до  $2,8 \cdot 10^{-2}$ . Предложено использовать данный параметр в качестве критерия при формировании составов композиционного вяжущего.

**Ключевые слова:** высокодисперсные системы, поверхностная активность, аморфная фаза, композиционное вяжущее, сапонит-содержащий материал.

**Введение.** Один из путей получения бетонов высокого класса прочности – увеличение расхода вяжущего компонента при создании композита. Наиболее распространенным типом вяжущего является цемент. Однако его производства не отвечает современным требованиям к «зеленым композитам» [1, 2]: повышенное выделение диоксида углерода, значительное пылеобразование, тепловыделение. Создание вяжущего нового типа с улучшенными характеристиками на основе сырья, характеризующегося локальным распространением, без увеличения доли в композите цементной составляющей актуально с точек зрения ресурсосбережения и экологии. Поэтому понятен постоянный интерес исследователей, связанный с работами, направленными на формирование структуры композита, определяющей его эксплуатационные характеристики. Одним из перспективных направлений в этом плане является использование высокодисперсных (микро- и наноразмерных) модифицирующих добавок [3–7].

Основой создания нового наноструктурированного вяжущего гидратационного твердения является процесс механоактивации кремнеземсодержащего сырья при достижении последним микро- и наноразмерного состояния. Так, при по- моле согласно закону сохранения энергии, за счет образования деформаций часть подводимой к сырью энергии расходуется на его нагрев. Это вызывает изменение ориентации структурных элементов в кристалле в приповерхностном слое

с образованием новой аморфной фазы вещества. Рентгенофазовый анализ ультра- и нанодисперсных материалов различных горных пород показал, что активная аморфная составляющая твердой фазы может достигать значительной величины. Так, например, установлено, что для высокодисперсного кварцсодержащего песка месторождения «Корочанское» (Белгородская область) образование аморфной фазы в процессе диспергирования образца достигает 20 % [3, 8]. Образование аморфной фазы горных пород в процессе их диспергирования до ультра- и наноразмерного состояния является важной составляющей повышения реакционной способности высокодисперсного материала [3, 9]. Для таких систем эта способность определяется поверхностной активностью [10]. Данный критерий количественно характеризует переход потенциальной энергии, накопленной горной породой в процессе генезиса, в свободную поверхностную энергию за счет активации поверхности сырья [11].

На территории Архангельской области балансовым запасом учтено более 20 месторождений строительных, формовочных песков. Эти пески используются в основном в качестве минеральных наполнителей бетонной композиционной смеси. Однако, в последнее время, одним из способов повышения эффективности бетонной смеси на основе гидравлических вяжущих является использование модифицированного кремнезема в качестве наноструктурированного моди-

фикатора природного или техногенного происхождения [3]. При этом, основная задача, которую необходимо решать, заключается в оптимизации состава композиционного вяжущего путем использования наиболее активного кремнеземсодержащего компонента в качестве модифицирующей добавки. Это может быть решено путем учета содержания в модификаторе приповерхностной аморфной активной фазы, образующейся в процессе механоактивации сырья. Поэтому целью данных исследований является выявление функциональной взаимосвязи между поверхностной активностью высокодисперсных кремнеземсодержащих систем природного и техногенного происхождения и количеством активной аморфной фазы, образованной в этих системах после проведения процесса механоактивации.

Расчет величины активности поверхности ( $k_s$ ) высокодисперсной системы горной породы осуществляется с учетом значений удельной массовой энергии атомизации химических соединений, входящих в состав минералов ( $E_m$ ) и свободной поверхностной энергии ( $E_s$ ) с использованием следующего математического выражения [11]:

$$k_s = E_s / E_m \quad (1)$$

В свою очередь

$$E_s = \sigma_k \cdot S_{уд} \quad (2)$$

где  $\sigma_k$  – критическое поверхностное натяжение твердой фазы, Дж/м<sup>2</sup>;  $S_{уд}$  – удельная поверхность, м<sup>2</sup>/кг.

В исследованиях [12] представлены экспериментальные приемы определения  $\sigma_k$  для высокодисперсных систем осадочных горных пород по краевому углу смачивания с использованием метода Г.А. Зисмана.

Значения удельной массовой величины энергии атомизации горной породы рассчитывается по стандартным энтальпиям образования химических элементов составляющих минералов [13].

Исходя из вышеизложенных положений, в работе [14] представлены полученные значения  $E_s$ ,  $E_m$  и  $k$  для двух образцов высокодисперсных систем полиминерального песка различных месторождений Архангельской области («Краснофлотский Запад» – П1 и «Кеницы» – П2). П1 – мелкий речной полиминеральный песок, П2 – средний полимиктовый песок. Минеральный состав кремнеземных пород определялся с помощью полнопрофильного рентгенофазового анализа. Песок месторождения «Краснофлотский-

Запад» (П1) на 74 % состоит из кварца, и на 17 % из альбита. Песок месторождения «Кеницы» (П2) содержит: 69 % кварца, 14 % альбита. Как следует из данных по химическому и минеральному составу образцов П1 (модуль крупности 1,5–2,0) и П2 (модуль крупности 1,0–1,5) кварцевые породы практически идентичны и, представляют собой отмытый кварц-полевошпатный материал песочной размерности. Кроме того, для высокодисперсных образцов, полученных методом механического размолла на планетарной шаровой мельнице сырьевых материалов П1 и П2 до среднего размера частиц  $307 \pm 89$  нм и  $246 \pm 71$  нм (соответственно), содержание аморфной фазы составило 9 % (П1) и 18 % (П2) [14]. Рассчитанные величины поверхностной активности для данных высокодисперсных систем имеют следующие значения:  $3,16 \cdot 10^{-6}$  и  $4,80 \cdot 10^{-6}$ .

**Методология.** Для исследований нами был выбран техногенный объект на основе сапонит-содержащего материала (ССМ). ССМ был выделен из суспензии оборотной воды, образующейся в процессе обогащения кимберлитовых руд, алмазодобывающей промышленности (трубка «Архангельская»). Данный объект исследования представляет собой многотоннажный отход месторождения алмазов имени М.В. Ломоносова.

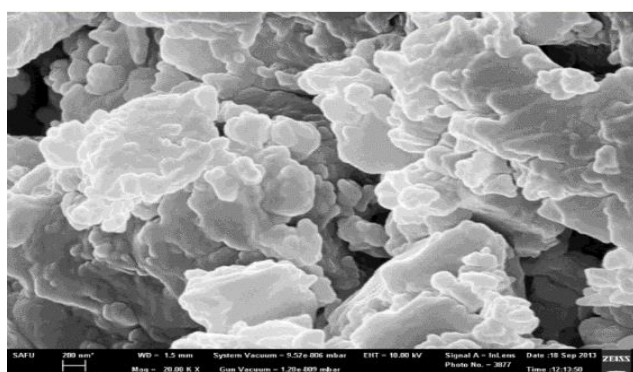
Минералогический, химический и фазовый составы, после проведения предварительной механоактивации сырья до высокодисперсного состояния, определялись методами рентгенофазового анализа на рабочей станции ARL9900 WorkStation (в ЦКП «БГТУ им. В.Г. Шухова») и рентгенофлуоресцентной спектроскопии на спектрометре Shimadzu EDX-800 HS (в ЦКП «Арктика, САФУ»). Микроскопия исследуемого образца проводилась на растровом электронном микроскопе Sigma VP.

Высокодисперсный сапонит-содержащий материал доводили до постоянной массы при температуре 105 °С. Получение активного материала, с требуемым размером частиц, достигалось путем механического диспергирования на планетарной шаровой мельнице Retsch PM100. С целью получения минимального размера частиц и обеспечения высокой воспроизводимости результатов, были подобраны оптимальные параметры диспергирования. Размер частиц определяли на анализаторе размера субмикронных частиц и дзета-потенциала Delsa Nano C методом измерения динамического и электрофоретического светорассеяния. Полученный высокодисперсный образец охарактеризовали методом сорбции азота на анализаторе Autosorb-iQ-MP по величине удельной поверхности Суд (теория БЭТ).

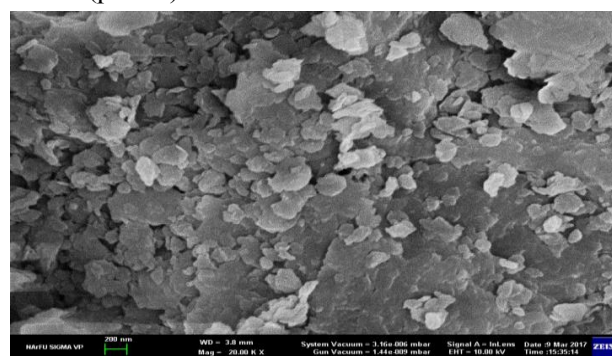
Истинную плотность высокодисперсных образцов сапонит-содержащего материала определяли пикнометрическим методом.

Поверхностное натяжение высокодисперсных систем исследуемых горных пород рассчитывали по углу смачивания рабочими жидкостями по методу Г.А. Зисмана. Краевой угол смачивания определяли на лазерной установке KRUSS Easy Drop.

**Основная часть.** Исследование минерального состава образца ССМ показало, что он представлен высокомагнезиевой слюдой, низкотемпературным тригональным кварцем, доломитом,



а



б

Рис. 1. Микроструктура сапонит-содержащего материала: а – исходного; б – измельченного

Результаты определения истинной плотности ( $\rho$ ) исследуемых образцов показали, что для сапонит-содержащего материала  $\rho = 2130 \text{ кг/м}^3$ .

Химический состав ССМ показал наличие в опытных образцах основных химических соединений, содержащих (в пересчете на оксиды)  $\text{SiO}_2$  (52 %);  $\text{MgO}$  (19 %);  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10 %);  $\text{CaO}$  (4 %).

Результаты определения критического значения поверхностного натяжения ( $\sigma_k$ ) высокодисперсных систем на основе ССМ, а также рассчитанные по экспериментальным данным  $E_m$  и

энергетические характеристики поверхности (свободная поверхностная энергия,  $E_s$  и поверхностная натяжение,  $\sigma_k$ ) представлены в табл. 1. Кроме того в данную таблицу включены энергетические характеристики исследуемых ранее песков (литературные данные).

Данные представленные в табл. 1 позволили рассчитать активность поверхности высокодисперсных систем на основе техногенного сырья. Так, для сапонит-содержащего материала  $k_s = 2,8 \cdot 10^{-2}$

Таблица 1

### Характеристика исследуемых высокодисперсных образцов

| Образец | $E_m$ , кДж/кг | $E_s$ , Дж/кг | $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | $\sigma_k$ , мДж/м <sup>2</sup> | $S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /кг | Содержание аморфной фазы (С), % |
|---------|----------------|---------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| П1      | 28,1           | 89            | 2594                       | 11,82                           | 7532                          | 9                               |
| П2      | 30,4           | 146           | 2577                       | 16,56                           | 8810                          | 18                              |
| ССМ     | 38,0           | 1064          | 2130                       | 20,70                           | 50672                         | 40                              |

Результаты определения фазового состава высокодисперсного образца позволили установить содержание в нем аморфной фазы.

Исследования фазово-структурной гетерогенности образцов сапонит-содержащего материала, методом рентгеновской дифрактометрии, до и после механоактивации (рис. 2) подтвердили способность ССМ после механоактивации проявлять активность к трансформационным поверхностным явлениям (содержание аморфной фазы увеличивается с 20 до 40 %). Представленные данные показывают, что увеличение количества аморфной фазовой составляющей в механоактивированном кремнеземсодержащем материале от

9 до 40 % приводит к возрастанию на несколько порядков активности поверхности высокодисперсной системы.

Так, для песков значения  $k_s$  изменяются в диапазоне от  $3,2 \cdot 10^{-3}$  до  $4,9 \cdot 10^{-3}$ . Для сапонит-содержащего материала эта величина составляет  $2,8 \cdot 10^{-2}$ .

Обсуждая полученные результаты можно заключить, что, несмотря на близкие значения удельной массовой энергии атомизации у исследуемых образцов горных пород, имеется значительное отличие в способности материалов образовывать аморфную фазу при механоактивации

сырья. Данный факт отражается в величине коэффициента поверхностной активности, физическая

природа которого определяется структурными и текстурными особенностями анализируемых объектов.

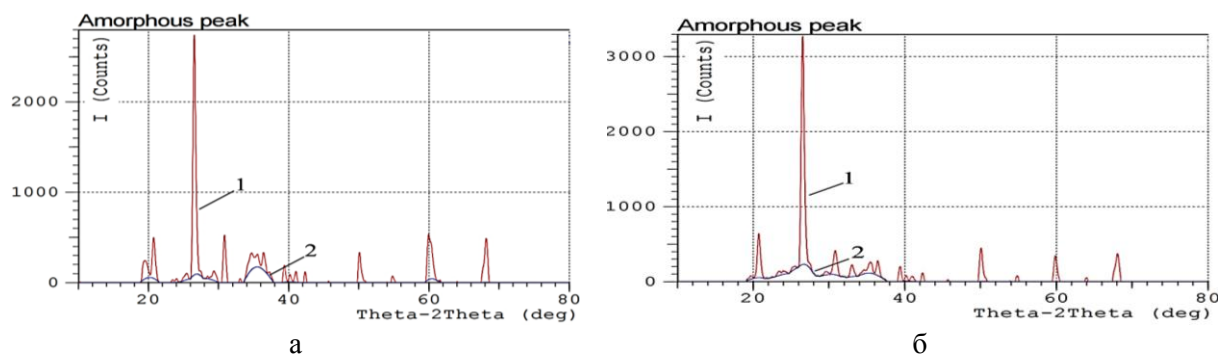


Рис. 2. Дифрактограмма образца ССМ: 1 – кристаллическая часть; 2 – аморфная часть; а – исходный ССМ; б – образец ССМ после механоактивации

### Выводы.

1. Величины активности поверхности и содержание аморфной фазы высокодисперсных систем на основе исследуемых горных пород хорошо согласуются.

2. Высокие значения концентраций аморфной фазы в проанализированных образцах ССМ, позволяет рассматривать его как потенциально активный минеральный компонент в вяжущих композициях.

3. Показатель активности поверхности высокодисперсных систем можно использовать в качестве критерия при определении состава композиционного вяжущего.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролова М.А., Лесовик В.С. «Зеленые» строительные композиты для архитектурной геоники Северо-Арктического региона // Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 29–33.

2. Юраков Н.С. Зеленые» композиты в современном строительстве // Наукоемкие технологии и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 470–474.

3. Морозова М.В. Водопоглощение и дисперсность сапонит-содержащего материала // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник научных трудов XVII международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. М.: МГСУ, 2014. С. 1004–1007.

4. Le H.T., Ludwig H.-M. Effect of rice husk ash and other mineral admixtures on properties of self-compacting high performance concrete // Materials and Design. 2016. №89. Pp. 156–166.

5. Буренина О.Н., Давыдова Н.Н., Андреева А.В., Даваасенгэ С.С., Саввинова М.Е. Исследование влияния комплексных минеральных модифицирующих добавок, включая нанодобавки, на свойства мелкодисперсного бетона // Актуальные вопросы технических наук Материалы III Международной научной конференции. 2015. С. 101–104.

6. Yanturina R.A., Trofimov B.Ya., Ahmedjanov R.M. Structuring in Cement Systems with Introduction of Graphene Nano-Additives // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. 262(1). 012017.

7. Нелюбова В.В., Кобзев В.А., Сивальнева М.Н., Подгорный И.И., Пальшина Ю.В. Особенности наноструктурированного вяжущего в зависимости от генезиса сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 25–29.

8. Строкова В.В., Нелюбова В.В., Алтынник Н.И., Жерновский И.В., Осадчий Е.Г. Фазообразование в системе «цемент – известь – кремнезем» в гидротермальных условиях с использованием наноструктурированного модификатора // Строительные материалы. 2013. № 9. С. 30–32.

9. Глезер А.М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходство, различия, взаимные переходы // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. 2002. т. XLVI. №5. С. 57–63.

10. Вешнякова Л.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А. Оценка поверхностной активности высокодисперсного сырья для композиционных строительных материалов // Физика и химия обработки материалов. 2015. № 2. С. 68–72.



11. Лесовик В.С., Фролова М.А., Айзенштадт А.М. Поверхностная активность горных пород // Строительные материалы. 2013. № 11. С. 71–73.

12. Фролова М.А., Тутьгин А.С., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Махова Т.А., Поспелова Т.А. Критерий оценки энергетических свойств поверхности // Наносистемы: физика, химия, математика. 2011. №2 (4). С. 120–125.

13. Абрамовская И.Р., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Вешнякова Л.А., Фролова М.А., Казлитин С.А. Расчет энергоемкости горных пород –

как сырья для производства строительных материалов // Промышленное и гражданское строительство. 2012. №10. С. 23–25.

14. Ayzenstadt A., Frolova M., Mahova T., Verma R.S. Integrated Approach to the Assessment of Quality System of Highly Dispersed Silica Contained Rocks // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016. Book 6. Vol. III. Pp 53–60.

---

*Информация об авторах*

**Морозова Марина Владимировна**, ассистент кафедры композиционных материалов и строительной экологии, Высшая инженерная школа.

E-mail: m.morozova@narfu.ru

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова.

Россия, 163002, Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17.

---

*Поступила в январе 2018 г.*

© Морозова М.В., 2018

---

**M.V. Morozova**

**SURFACE ACTIVITY OF HIGH-DIFFERENT SYSTEMS BASED ON SAPONITE-CONTAINING WASTE OF DIAMOND-MINING INDUSTRY**

*The paper evaluates the reactivity of highly disperse systems of sedimentary rocks and saponite-containing technogenic wastes of the diamond mining industry in the Arkhangelsk Region in terms of their surface activity. The quantitative content of the amorphous phase in the materials studied, which was formed as a result of mechanoactivation of the raw materials, was determined by X-ray phase analysis. It is established that this value varies in the range from 9 to 40 %. Optimal parameters of dispersion of materials are selected, which are characterized by reproducibility of the results. It is shown that the values of the surface activity and the content of the amorphous phase of highly disperse systems on the basis of the rocks under study are in good agreement. The activity of the investigated rocks varies in the range from  $3.2 \cdot 10^{-3}$  to  $2.8 \cdot 10^{-2}$ . It is proposed to use this parameter as a criterion for the formation of compositions of a composite binder.*

**Keywords:** sedimentary rocks, finely dispersed systems, surface activity, amorphous phase, composite binder, saponite-containing material.

---

*Information about the authors*

**Marina V. Morozova**, assistant.

E-mail: m.morozova@narfu.ru

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.

Russia, 163002, Arkhangelsk, Severnaya Dvina Emb, 17.

---

*Received in January 2018*

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.,  
Погорелова И.А., канд. техн. наук, доц.,  
Марушко М.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

[ludmilasuleimanova@yandex.ru](mailto:ludmilasuleimanova@yandex.ru)

*Для получения высококачественных и энергоэффективных ячеистых бетонов и повышения эффективности использования цемента в ячеистобетонной смеси применяют композиционные вяжущие вещества. В данных материалах к основному вяжущему добавляют специальные добавки и активные минеральные компоненты, способствующие существенному улучшению физико-механических свойств вяжущих и ячеистых бетонов на их основе.*

*Разработаны композиционные вяжущие с суперпластификатором Melflux 1641 F и активной минеральной добавкой карбонатного наполнителя (до 20...30 %), позволяющие регулировать сроки схватывания, воздухововлечение при перемещении и уплотнении смеси, собственные деформации цемента и бетона при твердении, плотность и прочность бетона и значительно улучшать и другие свойства в зависимости от его назначения. Это позволяет в достаточно широком диапазоне варьировать свойства композиционного вяжущего вещества для получения энергоэффективных и высококачественных ячеистых бетонов.*

**Ключевые слова:** композиционное вяжущее, ячеистый бетон, вяжущее низкой водопотребности, клинкер, цемент, гипс, наполнитель, суперпластификатор, свойства.

В современном строительстве, одновременно с традиционными тяжелыми бетонами с прочностью 10...50 МПа, для различных видов конструкций и изделий получают и применяют новые эффективные виды бетонов: высокопрочные, безусадочные, повышенной долговечности, напрягающие и расширяющиеся, а также специальные бетоны и бетонные смеси на новых композиционных вяжущих, легкие ячеистые бетоны и другие.

Ячеистый бетон нашел широкое применение в самых различных областях строительства за счет специфических особенностей пористой структуры и многообразия его функциональных значений [1].

Традиционно, основными сырьевыми компонентами для производства ячеистых бетонов являются вяжущие различных типов и классов, кремнеземистые компоненты (песок, зола-унос ТЭС, продукты обогащения руд), порообразователи (пено- и газообразователи, воздухововлекающие добавки), регуляторы структурообразования, нарастания пластической прочности, ускорители твердения, пластифицирующие добавки и вода [2].

В качестве вяжущего для ячеистого бетона применяют: портландцемент, шлако-портландцемент, известь кальциевую, цементно-известковое вяжущее, известково-белитовое вяжущее, шлаковые вяжущие и другие.

Широко используются клинкерные вяжущие – преимущественно бездобавочный портландцемент общестроительного назначения, что способствует повышению прочности и морозостойкости ячеистого бетона на основе такого вяжущего. Однако наблюдаются достаточно длительные сроки схватывания и медленный набор прочности в начале твердения ячеистобетонной смеси. В связи с этим рекомендуются цементы с началом схватывания не позднее 2-х часов и окончанием схватывания не позднее 4-х часов [3, 4].

Для фиксирования структуры высокопрочного ячеистобетонного массива и предотвращения его разрушения целесообразно применение быстротвердеющих и особо быстротвердеющих специальных цементов [5].

Возможно применение в технологии ячеистого бетона цементов с гидравлическими добавками зол ТЭЦ, доменного гранулированного шлака (около 10...15 %), отличающимися вяжущими свойствами и активацией твердения.

Актуально использование для производства ячеистого бетона тонкомолотых многокомпонентных цементов с повышенной дисперсностью (до 1100 м<sup>2</sup>/кг) и оптимизированной гранулометрией, тонкий помол которых способствует практически полной единовременной гидратации минералов клинкера.

Вязущее с удельную поверхность от 800 до 1100 м<sup>2</sup>/кг – микроцемент, размер частиц которого ограничен величиной 50 мкм, используют в технологии производства. Возможно получение гранулометрического состава, близкого к микроцементу, высокой дисперсности из цемента ЦЕМ I 42,5 Н путем фракционирования седиментаций.

Для быстрого набора структурной прочности ячеистобетонной массы используют вяжущие низкой водопотребности (ВНВ), отличающиеся от портландцементов высокой дисперсностью; низкой водопотребностью за счет содержания высокоэффективного модификатора, вводимого при совместном помоле всех составляющих; высокой активностью по прочности (до 100 МПа).

Механохимическая активация цемента и получение на этой основе высокоактивных цементов становится востребованной в связи с наблюдающимся во всем мире переходом в строительстве на более высокие марки бетонов, необходимостью придания им специальных свойств, повышающих долговечность изделий и конструкций.

Механоактивированный цемент с минеральными добавками позволит радикально решить вопрос сбережения удельных энергозатрат на тонну цемента путем снижения клинкерной составляющей (до 50...75 %) с сохранением высоких физико-механических свойств [6].

Минеральные добавки, вводимые в механоактивированные цементы, должно отличать высокое содержание кремнезема и его соединений и низкая влажность.

Повышение эксплуатационных показателей бетонов на основе ВНВ можно объяснить улучшением их структурных характеристик. Установлено, что цементный камень и бетон на основе ВНВ имеют относительно низкую пористость, в них практически отсутствуют крупные капиллярные поры.

Один из основных компонентов ячеистобетонной смеси – высокоэффективное вяжущее вещество, получение которого сопровождается использованием сложных составов для производства высококачественных ячеистых бетонов различного функционального назначения с улучшенными и даже новыми эксплуатационными свойствами с заданной структурой. В основе создания таких вяжущих веществ заложен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, а также использование механохимической активации компонентов и других приемов [7–9].

На сегодняшний день разработаны и получены [10]:

- ячеистобетонные смеси на основе ВНВ в сочетании с химическими добавками, пластическая прочность которых через 20...30 мин после изготовления составляет 0,2...0,3 МПа, что, в свою очередь, дает возможность создания безрезательной технологии при производстве качественных блоков;

- композиционное шлаковое вяжущее, способствующее получению ячеистого бетона с увеличением прочности на 45...60 %;

- конструкционно-теплоизоляционный ячеистый бетон с улучшенными свойствами на основе гидромеханоактивированного композиционного перлитового вяжущего и другие.

Композиционное вяжущее (КВ) – это продукт механохимической активации в определенных условиях портландцемента или другого вяжущего вещества с химическими модификаторами, содержащими водопонижающий компонент, и минеральными добавками [11]. К активным компонентам и модификаторам можно отнести такие вещества и минералы, как: комплексы химических модификаторов различного назначения; дисперсные наполнители; ультрадисперсные наполнители-уплотнители и активизаторы; компоненты для управления объемными изменениями структуры, а также придающие бетону специальные свойства и позволяющие управлять реологией бетонной смеси и процессами затвердевания; компоненты, позволяющие управлять физико-химическими процессами твердения и регулирующие внутреннее тепловыделение материала.

Применение современной технологии композиционных вяжущих с удельной поверхностью 500...600 м<sup>2</sup>/кг оптимального гранулометрического состава с усовершенствованной морфологией и характером поверхности частиц, с модификаторами и ультратонкими наполнителями способствует получению ячеистого бетона для энергоэффективного строительства с одновременным повышением его эксплуатационных свойств.

Применение различных минеральных наполнителей, добавок-интенсификаторов, а также рациональный подбор ингредиентов и порядок их введения и совершенствование морфологии поверхности частиц способствует достижению производства эффективных КВ. Основные свойства КВ определяются химическим и минералогическим составом клинкерной части, наличием добавок и модификаторов, а также гранулометрией и формой его частиц.

ВНВ и КВ получают механохимической обработкой из портландцемента или его смеси с минеральной добавкой в присутствии порошкообразного суперпластификатора. Последний вводится при помоле цемента или клинкера с сухой добавкой, обеспечивая капсулирование зерен цемента, что, в свою очередь, препятствует агрегированию мельчайших частиц цемента и приводит к повышению прочности и эффективности КВ.

Безвибрационные технологии потребовали создания пластифицирующих добавок, позволяющих снизить водопотребность более чем на 25...30 %. Высококачественные самоуплотняющиеся бетоны и самонивелирующиеся массы можно создать только с применением супер- и гиперпластификаторов.

Действие пластификаторов нового типа (табл. 1), представляющие собой порошковый продукт, полученный методом распылительной сушки, основано на совокупности электростатического и стерического (пространственного) эффектов. Последний достигается с помощью боковых гидрофобных полиэфирных цепей молекулы поликарбоксилатного эфира. За счет этого, водоредуцирующее действие таких пластификаторов в несколько раз сильнее и дольше, чем у обычных. Благодаря двойному механизму диспергирования, добавки Melflux позволяют достичь водопонижающего эффекта более 30 %.

Проведена апробация суперпластификаторов Melment и Melflux [10] с установлением оптимального содержания 0,16 % и 0,68 % соответственно.

Таблица 1

### Технические характеристики гиперпластификаторов Melment и Melflux различных видов

| Тип                                               | Melment F 10        | Melment F 15 G | Melflux 1641 F  | Melflux 2641 F<br>Melflux 2651 F | Melflux PP 100 F | Melflux 4930 F<br>Melflux 5581 F<br>Melflux 6681 F |
|---------------------------------------------------|---------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| Химическая основа                                 | меламинформальдегид |                | поликарбоксилат |                                  |                  |                                                    |
| Рекомендуемая дозировка, (мас. % на вес вяжущего) | 0,1...1,0           | 0,1...1,1      | 0,05...0,6      | 0,05...0,6                       | 0,05...0,5       | 0,05...0,3                                         |
| Рекомендуемое вяжущее                             | цемент              | гипс           | ПЦ              | ПЦ, ПЦ/ГЦ                        | ПЦ, ПЦ/ГЦ        | ПЦ                                                 |

Быстроадсорбирующиеся суперпластификаторы Melflux (табл. 1), являются новыми разработками поликарбоксилатных порошков с отличительными эксплуатационными показателями и

преимуществами, основные из которых: сильное разжижающее действие, обеспечивающее короткое время смешения, и снижение количества воды затворения (водоредуцирование).

Таблица 2

### Распределение частиц композиционных вяжущих по размерам

| Таблица соответствия размеров частиц (D, мкм) заданным значениям весовой доли |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| клинкер + гипс                                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.15 | 2.27 | 3.88 | 6.43 | 9.70 | 13.9 | 20.2 | 31.0 | 49.7 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ1 (клинкер + Melflux 1641 F + гипс)                                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.13 | 2    | 3.77 | 6.42 | 9.57 | 13.2 | 18.3 | 26.3 | 38.7 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ2 (клинкер + Melment F10 + гипс)                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.41 | 3.46 | 6.13 | 9.40 | 13.5 | 18.4 | 24.1 | 31.4 | 43.3 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| ЦЕМ I 42,5 Н                                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.27 | 2.85 | 5.19 | 8.39 | 12.4 | 18.0 | 26.6 | 38.5 | 59.1 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ3 (ЦЕМ I 42,5 Н + Melflux 1641 F)                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.25 | 2.50 | 4.89 | 8.06 | 12.0 | 17.0 | 24.3 | 33.9 | 49.2 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ4 (ЦЕМ I 42,5 Н + Melment F10)                                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.61 | 4.08 | 7.30 | 11.4 | 16.6 | 22.6 | 30.1 | 39.7 | 55.7 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ5 (клинкер + карбонатный наполнитель + Melflux 1641 F + гипс)               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1    | 1.71 | 3.45 | 6.71 | 11.1 | 17.1 | 27.1 | 41.9 | 71.2 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ6 (клинкер + карбонатный наполнитель + Melment F10 + гипс)                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| D, мкм                                                                        | 1.04 | 2.14 | 5.16 | 9.16 | 14.4 | 22.3 | 33.4 | 50.2 | 82.3 | 600 |
| P, %                                                                          | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |

Окончание таблицы 2

| КВ7 (ЦЕМ I 42,5 Н + карбонатный наполнитель + Melflux 1641 F) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $D$ , мкм                                                     | 1.14 | 2.32 | 5.27 | 9.40 | 14.8 | 22.6 | 32.6 | 45.1 | 67.6 | 600 |
| $P$ , %                                                       | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ8 (ЦЕМ I 42,5 Н + карбонатный наполнитель + Melment F10)    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| $D$ , мкм                                                     | 1.06 | 2.27 | 4.76 | 8.97 | 14.8 | 22.5 | 32.9 | 46.6 | 70.9 | 600 |
| $P$ , %                                                       | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ9 (клинкер + карбонатный наполнитель + гипс)                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| $D$ , мкм                                                     | 1.05 | 1.95 | 4.04 | 7.88 | 13.3 | 21.1 | 33.0 | 52.1 | 88.8 | 600 |
| $P$ , %                                                       | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |
| КВ10 (ЦЕМ I 42,5 Н + карбонатный наполнитель)                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| $D$ , мкм                                                     | 0.99 | 1.66 | 3.27 | 6.38 | 10.6 | 16.3 | 26.2 | 39.6 | 64.5 | 600 |
| $P$ , %                                                       | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100 |

Механохимическая активация композиционных вяжущих позволила установить характер кинетики помола и распределение по размеру частиц вяжущих.

Гранулометрия вяжущего оказывает существенное влияние на его водопотребность, активность, что имеет отражение на технологии производства ячеистых бетонов.

Вяжущие, полученные в процессе совместного помола клинкера с суперпластификаторами, характеризуются повышенным содержанием мелкодисперсных частиц с максимумом в интервале 5...12 мкм по сравнению с КВ, изготовленным при помоле цемента с теми же добавками (табл. 2 и рис. 1).

Добавление суперпластификаторов без введения минеральных наполнителей характеризуется на кривых сдвигом в область меньших значений по сравнению с бездобавочным составом.

Наиболее мелкодисперсный состав, по сравнению с КВ на основе цемента, имеет КВ на основе клинкера с использованием суперпластификаторов. Добавка Melflux 1641 F способствует получению более мелкодисперсного состава КВ по сравнению с составами с добавкой Melment F 10 [12, 13].

Введение различных минеральных добавок при помоле отражается на гранулометрическом составе вяжущего.

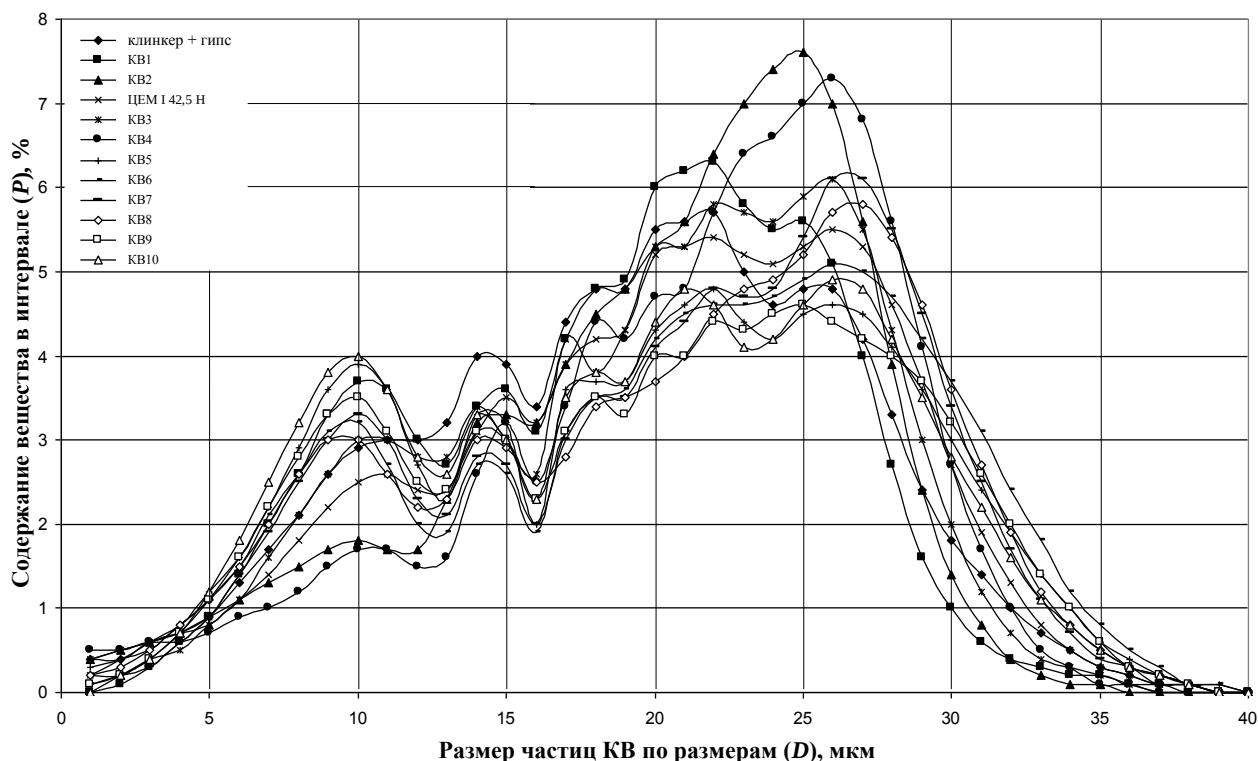


Рис. 1. Распределение частиц композиционных вяжущих (табл. 2) по размерам

Введение карбонатного наполнителя «сдвигает» графики распределения в область частиц

крупных размеров, но с меньшим объемным содержанием вяжущего, по сравнению с графиками КВ с использованием суперпластификаторов и во

всех случаях наблюдается более «растянутый» вид кривой. Это обусловлено, в первую очередь, особенностями строения карбонатного наполнителя, состоящего еще до помола из мельчайших частиц, что и предопределяет большее содержание мелких частиц КВ. На гранулометрических кривых КВ на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н четко просматривается диапазон мелки частиц карбонатного наполнителя, на кривых КВ на основе клинкера наблюдается большее объемное содержание мельчайших частиц, что способствует высокой скорости гидратации и увеличению водопотребности.

Применение карбонатных наполнителей способствует уменьшению водопотребности, водоотделения и расслаиваемости бетонных смесей; повышению их водоудерживающей способности, плотности, пластичности и однородности; снижению усадки, водопоглощения и тепловыделения бетонов, а также улучшает их водо-, морозо- и кислотостойкость.

Гранулометрический состав полученного КВ подтверждает, что тонкодисперсные карбонатные наполнители, вводимые в вяжущие в количестве до 20...35 %, выполняют важную структурообразующую роль в формировании ячеистого бетона, способствуют модифицированию

цементного камня и положительному влиянию на эксплуатационные свойства ячеистого бетона.

На основании данных по распределению частиц по размерам и физико-механических испытаний вяжущих для дальнейших исследований рассмотрим сроки схватывания и активность КВ с суперпластификатором Melflux 1641 F и карбонатным наполнителем (КВ5 и КВ7, табл. 2) в сравнении с традиционным вяжущим ЦЕМ I 42,5 Н (рис. 2).

Наименьшая продолжительность схватывания (60 мин) наблюдается у КВ на основе цемента с добавками, у КВ на основе клинкера – 85 мин, у цемента – 100 мин.

Сроки схватывания КВ и их высокие эксплуатационные показатели позволяют сочетать процессы поро- и структурообразования ячеистых бетонов и управлять их свойствами.

КВ с минеральными добавками – карбонатный наполнитель и Melflux 1641 F – на основе портландцемента имеют прочность на сжатие (70,5 МПа к 28 суткам), которая на 32 % превышает прочность портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н. Прирост прочности КВ на клинкерной основе с минеральными добавками – гипс, карбонатный наполнитель и Melflux 1641 F – в сравнении с прочностью портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н составляет 54 %.

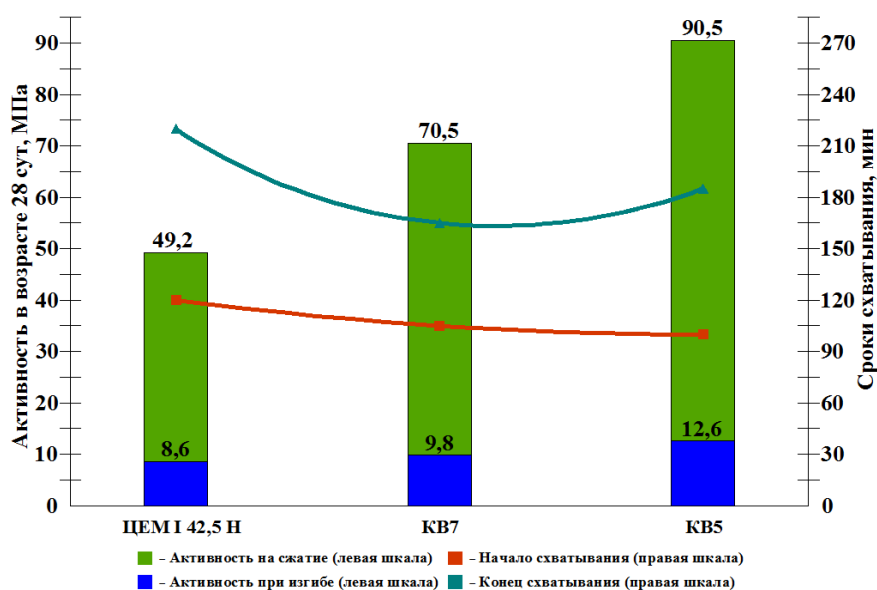


Рис. 2. Физико-механические характеристики композиционных вяжущих

Важным является и то, что КВ на клинкерной основе имеют прочность на изгиб в 1,5 раза выше, чем цемент.

На сегодняшний день для регулирования свойств КВ вводят, кроме гипер- и суперпластификаторов, и другие современные добавки и активные минеральные компоненты, позволяющие регулировать сроки схватывания, воздухоовлечение при перемещении и уплотнении смеси,

собственные деформации цемента и бетона при твердении, плотность и прочность бетона и значительно улучшать и другие свойства в зависимости от его назначения. Это позволяет в достаточно широком диапазоне варьировать свойства композиционного вяжущего вещества для получения энергоэффективных и высококачественных ячеистых бетонов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Kara K.A., Malyukova M.V., Suleymanov K.A. Energy-efficient concretes for green construction // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1087–1090.
2. Юдович Б.Э., Дмитриев А.М., Зубехин С.А., Башлыков Н.Ф., Фаликман В.Р., Сердюк В.Н., Бабаев Ш.Т. Цементы низкой водопотребности – вяжущие нового поколения // Наука и техника. 1997. № 1. С. 15–18.
3. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Глаголев Е.С. Высокая реакционная активность наноразмерной фазы кремнезема композиционного вяжущего / Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова «Современные строительные материалы, технологии и конструкции». Грозный, 2015. С. 87–93.
4. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Савин А.В., Шадский Е.Е. Перспективы применения композиционных вяжущих при производстве железобетонных изделий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №5 (88). С. 95–99.
5. Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Трунов П.В. Композиционные вяжущие и изделия с использованием техногенного сырья. Германия: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2013. 127 с.
6. Бикбау М.Я. Перспективы внедрения технологии механохимической переработки цемента // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. №9. С. 18–20.
7. Alfimova N.I., Sheychenko M.S., Karatsupa S.V., Yakovlev E.A., Kolomatskiy A.S., Shapovalov N.N. Features of application of high-mg technogenic raw materials as a component of composite binders // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014. № 5(5). P. 1586–1591.
8. Строкова В.В., Огурцова Ю.Н., Алфимова Н.И., Гринев А.П., Наваретте В.Ф.А. Композиционные вяжущие на основе сырья различного генетического типа для мелкозернистых бетонов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 189.
9. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 91 с.
10. Сулейманова Л.А. Газобетон неавтоклавного твердения на композиционных вяжущих / автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05 // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2013.
11. Сулейманова Л.А., Сулейманов К.А., Погорелова И.А. Топология пор в газобетоне // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №5. С. 100–105.
12. Погорелова И.А. Сухие строительные смеси для неавтоклавных ячеистых бетонов: дис.... канд. техн. наук 05.23.05: защищена 3.07.09 / Погорелова Инна Александровна; БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2009. 195 с.
13. Строкова В.В., Погорелова И.А. Сухие строительные смеси для пеногазобетона // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. №1. С. 41–43.

*Информация об авторах*

**Сулейманова Людмила Александровна**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой строительства и городского хозяйства.

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Погорелова Инна Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: innapogorelova@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Марушко Михаил Викторович**, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: 12michailmar@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В., 2018

---

**L.A. Suleymanova, I.A. Pogorelova, M.V. Marushko**  
**USE OF POLYDISPERSE COMPOSITE BINDERS IN TECHNOLOGY**  
**OF AERATED CONCRETE**

---

*For getting high quality and energy efficient aerated concretes and increase of efficiency of cement use in aerated concrete mix use composite binders. In these materials to main binder special additives and active mineral components are added, which promote significant improvement of physical and mechanical properties of binders and aerated concretes on their base.*

*Were developed composite binders with superplasticizer Melflux 1641 F and active mineral admixture of carbonate extender (to 20...30 %), which allow to regulate time of set, air entrainment with movement and mix sealing, own deformations of cement and concrete during hardening, density and concrete strength and significantly improve other properties depending on its purpose. It allows in sufficiently wide range variate properties of composite binder for getting of energy efficient and high quality aerated concretes.*

**Keywords:** *composite binders, aerated concrete, binder of low water requirements, clinker, cement, gypsum, extender, superplasticizing admix, properties.*

---

*Information about the authors*

**Lyudmila A. Suleymanova**, PhD, Professor.

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, Kostyukov st. 46.

**Inna A. Pogorelova**, PhD, Assistant professor.

E-mail: innapogorelova@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, Kostyukov st. 46.

**Michael V. Marushko**, Postgraduate student.

E-mail: 12michailmar@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, Kostyukov st. 46.

---

*Received in December 2017*



Логанина В.И., д-р техн. наук, проф.,  
Кислицына С.Н., канд. техн. наук, доц.,  
Мажитов Е.Б., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОЛЬСИЛИКАТНОЙ КРАСКИ

loganin@mail.ru

Приведены сведения о технологических свойствах зольсиликатной краски. Установлено, что краски на основе полисиликатных растворов характеризуются большим значением работы адгезии по сравнению с составами на основе жидкого стекла. Показано, что полисиликатные растворы являются типичными псевдопластическими телами. В области медленного течения вязкость полисиликатных растворов постепенно снижается с ростом напряжения сдвига. Определен розлив краски. Показано, что краска на основе полисиликатного связующего характеризуется большим значением времени розлива, ускоренными сроками высыхания на цементной подложке по сравнению с красками на основе жидкого стекла. Разработана рецептура зольсиликатной краски. Приведены значения свойств краски и покрытий на ее основе.

**Ключевые слова:** жидкое стекло, покрытия, золь кремниевой кислоты, реология.

**Введение.** В практике отделочных работ хорошо зарекомендовали себя силикатные краски [1, 2, 3]. С целью повышения эксплуатационной стойкости покрытий на основе силикатных красок предложено применять в качестве пленкообразователей полисиликатные растворы [4, 5, 6, 7, 8]. Полисиликаты характеризуются широким диапазоном степени полимеризации анионов и являются дисперсиями коллоидного кремнезема в водном растворе силикатов щелочных металлов.

Нами получены полисиликатные растворы путем взаимодействия стабилизированных растворов коллоидного кремнезема (золей) с водными растворами щелочных силикатов (жидкими стеклами) [9, 10]. В работе применяли золь кремниевой кислоты Nanosil 20 и Nanosil 30, выпускаемые ПК «Промстеклоцентр», натриевое жидкое стекло с модулем  $M=2,78$ , калиевое жидкое стекло – с модулем  $M=3,29$ .

Покрытия для отделки фасадов зданий, выполняющие защитные функции, должны иметь высокое качество внешнего вида. Под качеством

внешнего вида подразумевается отсутствие дефектов (включений, потёков, шагрени, штрихов и рисок, волнистость, разноотеночности) лакокрасочного покрытия. От наличия дефектов на поверхности лакокрасочного покрытия зависит класс качества внешнего вида. В связи с этим актуальным является оценка определения вязкости краски, ее растекаемости.

**Основная часть.** В работе определялась способность краски смачивать подложку и способность краски при нанесении растекаться по подложке равномерно и без потеков (розлив). Измерение смачивающей способности красочных составов производили по углу смачивания (краевой угол). Работу адгезии рассчитывали по уравнению Дюпре-Юнга:

$$W_a = \sigma(1 + \cos \theta) \quad (1)$$

где мН/м смачивания, град.

Таблица 1

Работа адгезии зольсиликатных красок

| Вид краски                                                      | Поверхностное натяжение, мН/м | Угол смачивания, град | Работа адгезии, мН/м |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Силикатная краска на основе натриевого жидкого стекла           | 57,2                          | 80                    | 67,13                |
| Силикатная краска на основе натриевого полисиликатного раствора | 69,63                         | 79                    | 82,91                |
| Силикатная краска на основе калиевого жидкого стекла            | 53,38                         | 82                    | 60,8                 |
| Силикатная краска на основе калиевого полисиликатного раствора  | 66,73                         | 79                    | 79,46                |

Установлено, что краски на основе полисиликатных растворов характеризуются большим

значением работы адгезии по сравнению с составами на основе жидкого стекла (табл. 1), Краевой

угол смачивания практически одинаков. Более высокое значение поверхностного натяжения красок на основе полисиликатных растворов предопределяет более худшую растекаемость на поверхности подложки. В связи с этим в работе определялись такие характеристики как розлив, время розлива.

Предварительно был определен реологический тип исследуемых растворов. Реологические свойства оценивались по показателям условной вязкости по ВЗ-4, предельного напряжения сдвига с помощью прибора Reotest-2. Найдено, что все системы являются типичными псевдопластическими телами. В области медленного течения вязкость полисиликатных растворов постепенно снижается с ростом напряжения сдвига.

Вязкость влияет и на другую рабочую характеристику лакокрасочных материалов – розлив красок, т. е. способность материала при нанесении растекаться по подложке равномерно и без потеков. В связи с этим в работе оценивалась способность краски после нанесения давать ровное и гладкое лакокрасочное покрытие.

Методика определения розлива заключалась в нанесении пяти параллельных полос краски и определении степени растекаемости по числу слипшихся полос. Краска с рабочей вязкостью наносилась на стеклянную пластинку размером 200×100×1,2 мм. Оценка степени растекания пяти параллельных полос проводилась по десятибалльной шкале «розлива».

В табл. 2 приведены технологические свойства зольсиликатной краски.

Таблица 2

Технологические свойства зольсиликатной краски

| Вид краски                                                      | Вязкость краски, сек | Время для розлива, мин | Розлив, балл | Время высыхания на цементной подложке, мин, до степени |               |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                 |                      |                        |              | 3                                                      | 5             |
| Силикатная краска на основе натриевого жидкого стекла           | 25,17                | 6                      | 10           | 19 мин 30 сек                                          | 26 мин 25 сек |
| Силикатная краска на основе натриевого полисиликатного раствора | 29,38                | 7 мин 20 сек           | 10           | 17 мин                                                 | 25 мин 30 сек |
| Силикатная краска на основе калиевого жидкого стекла            | 21,47                | 7 мин 40 сек           | 9            | 23 мин 40 сек                                          | 36 мин 20 сек |
| Силикатная краска на основе калиевого полисиликатного раствора  | 23,31                | 8 мин 40 сек           | 9            | 21 мин 55сек                                           | 33 мин        |

Анализ данных, приведенных в табл. 2, свидетельствует, что силикатный краски на основе полисиликатных растворов характеризуются большим временем розлива. Так, время для розлива для краски на основе натриевого жидкого стекла составляет 6 мин, а для краски на основе натриевого полисиликатного раствора – 7 мин 20 сек. Аналогичные закономерности характерны и для краски на основе калиевого полисиликатного раствора.

Отмечено, что краски на основе полисиликатных растворов, хотя и имеют более высокие значения поверхностного натяжения (табл. 1), однако розлив оценен одинаковым значением (табл. 2).

Время высыхания определяли в соответствии с ГОСТ 19007-73\*. Метод заключается в определении времени, в течение которого выравнивающий слой превращается в слой с требуемой степенью высыхания. Оценка степени высыхания производилась по семибалльной шкале. Метод основан на способности покрытий, в зависимости от степени отверждения, удерживать на

своей поверхности стеклянные шарики или бумагу при заданной нагрузке, и заключается в определении времени, в течение которого отделочный слой превращается в слой с требуемой степенью высыхания. Исследования проводились на поверхности цементно-песчаного раствора.

Установлено, что время высыхания на цементной подложке красочных составов на основе полисиликатных растворов меньше по сравнению с красками на основе жидкого стекла. Так, время высыхания золь силикатной краски на основе калиевого жидкого стекла до степени 5 составляет 36 минут 20 сек, а на основе калиевого полисиликатного раствора – 33 мин.

На основе полисиликатного раствора разработана краска, включающая калиевый полисиликатный раствор, наполнители и пигменты, диспергатор. В качестве наполнителя применяли микрокальцит марки МК-2 (ТУ 5743-001-91892010-2011) и тальк марки МТ-ГШМ (ГОСТ 19284-79), в качестве пигмента – диоксид титана 230 рутильной формы (ТУ 2321-001-1754-7702-2014). Адгезия покрытий к растворной подложке

составляет 1 балл, смываемость – не более 2 г/м<sup>2</sup>. Краска образует покрытие, характеризующееся ровной однородной матовой поверхностью. Стойкость к статическому действию воды при температуре 20 °С составляет не менее 24 час.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев П.И., Матвеев М.А. Растворимое стекло. М.: Промстройиздат, 1956. 443 с.
2. Климанова Е.А., Барщевский Ю.А., Жилкин И.Я. Силикатные краски. М., Стройиздат, 1968. 88 с.
3. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла. Л.: Стройиздат, 1991. 176 с.
4. Figovsky O., Borisov Yu., Beilin D. Nanostructured Binder for Acid-Resisting Building Materials // Scientific Israel-Technological Advantages. 2012. Vol. 14. №1. Pp. 7–12.
5. Фиговский О.Л., Кудрявцев П.Г. Жидкое стекло и водные растворы силикатов как перспективная основа технологических процессов получения новых наноконпозиционных материалов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. 2012. Том 4. № 3. С. 6–21.
6. Figovsky O., Beilin D. Improvement of Strength and Chemical Resistance of Silicate Polymer Concrete // International Journal of Concrete Structures and Materials. 2009. Vol. 3. № 2. Pp. 97–101. DOI: 10.4334/IJCSM.2009.3.2.097.
7. Айлер Р. Химия кремнезема. В 2 т. М.: Мир, 1982.
8. Получение и применение гидрозолей кремнезема. Под ред. Ю. Г. Фролова. М.: Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева. 1979.
9. Логанина В.И., Кислицына С.Н., Мажитов Е.Б. Разработка рецептуры зольсиликатной краски // Региональная архитектура и строительство. 2017. №3. С. 51–53.
10. Логанина В.И., Кислицына С.Н., Демьянова В.С., Мажитов Е.Б. Свойства модифицированного связующего для силикатных красок // Региональная архитектура и строительство. 2017. №4(33). С. 17–23.

#### Информация об авторах

**Логанина Валентина Ивановна**, доктор технических наук, профессор кафедры управления качеством и технологии строительного производства.

E-mail: loganin@mail.ru.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

**Кислицына Светлана Николаевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов и деревообработки

E-mail: kislitsyna\_sn@mail.ru

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

**Мажитов Еркебулан Бисенгалиевич**, аспирант кафедры управления качеством и технологии строительного производства.

E-mail: mazhitov201090@gmail.com

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Логанина В.И., Кислицына С.Н., Мажитов Е.Б., 2018

---

**V.I. Loganina, S.N. Kislitsyna, E.B. Majitov**

### TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SOL SILICATE PAINT

*Information on the technological properties of sol-silicate paint is given. It has been established, that paints based on polysilicate solutions are characterized by a greater value of the adhesion performance than those based on liquid glass. It is shown, that polysilicate solutions are typical pseudoplastic bodies. In the region of slow flow, the viscosity of polysilicate solutions gradually decreases with increasing shear stress. The filling of the paint has been determined. It is shown that the paint based on the polysilicate binder is characterized by a large value of the filling time, accelerated drying times on the cement substrate as compared to paints based on liquid glass. The formulation of sol silicate paint has been developed. The values of the properties of paint and coatings on its basis are given.*

**Keywords:** liquid glass, coatings, sol of silicic acid, rheology.

---

*Information about the author*

**Valentina I. Loganina**, PhD, Professor.

E-mail: loganin@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction.

Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28.

**Svetlana N. Kislitsyna**, PhD, Assistant professor.

E-mail: kislitsyna\_sn@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction.

Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28.

**Yerkebulan B. Mazhitov**, Postgraduate student.

E-mail: mazhitov201090@gmail.com

Penza State University of Architecture and Construction.

Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28.

---

*Received in December 2017*

DOI: 10.12737/article\_5a816bdad83931.50960733

Римшин В.И., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Кузина Е.С., магистрант,  
Валевич Д.М., магистрант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

## МЕТОДЫ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ВНЕШНИМ АРМИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИХ РАБОТОСПОСОБНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

v.rimshin@niisf.ru

Для ремонта и усиления участков несущих конструкций проводят комплекс мероприятий: ремонт бетонных поверхностей конструкций, подготовка поверхности под усиление, усиление железобетонных конструкций углеродными лентами, устройство защитного покрытия, устройство огнезащиты, ремонт трещин, устройство силовой набетонки со стальной арматурой. В статье подробно рассмотрены технические процессы производства работ по усилению железобетонных монолитных перекрытий углеродными лентами, входящими в данный комплекс. Технические решения, рассмотренные в статье, соответствуют требованиям всех нормативных документов и правил, и обеспечивают безопасную и надёжную эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных мероприятий и правил эксплуатации.

**Ключевые слова:** усиление, композитные материалы, углеродные ленты, армирование железобетонных конструкций.

**Введение.** На сегодняшний день обеспечение безопасности и надёжности зданий и сооружений, а также их отдельных конструкций как на стадии возведения, так и на этапе эксплуатации является основополагающим, и этому вопросу многие российский и иностранные исследователи и инженеры уделяют большое внимание. Такой интерес обусловлен возросшей необходимостью обеспечить надёжную эксплуатацию уникальных, дорогих, исторически значимых конструкций, демонтаж и замена которых значительно дороже ремонта или невозможна вообще [2]. Повреждения железобетонных конструкций, как правило, связаны с коррозией, перегрузкой отдельных элементов и неправильной эксплуатацией, ошибками проектирования и производства работ. Усиление конструкций зданий и сооружений углеволокном по праву можно считать одним из самых «бережных» способов восстановления и повышения эксплуатационных характеристик строительных конструкций [3]. При таком методе усиления обычно железобетонную конструкцию усиливают элементами внешнего армирования (композитные ленты и холсты) со стороны растяжения волокон, но есть примеры успешного усиления сжатой зоны. Проект разрабатывают на основании технического задания и требований нормативной документации. Работы по усилению перекрытий должны выполняться бригадой рабочих, прошедших соответствующее обучение и инструктаж. Отступления от проекта производства работ допустимы только с согласия

Заказчика, о чем делается запись в журнале работ.

**Методология.** Для ремонта и усиления участков несущих железобетонных перекрытий требуется проводить комплекс основных мероприятий: ремонт бетонных поверхностей конструкций, подготовка поверхности под усиление, усиление железобетонных конструкций углеродными лентами, устройство защитного покрытия, устройство огнезащиты, ремонт трещин, устройство силовой набетонки со стальной арматурой.

Нижнее армирование плит перекрытия (поверхность потолка) производят с помощью системы внешнего армирования (СВА) из углеволокна «FibArm» российского производства углеродными лентами «FibArm Tape -530/300». Верхнее армирование плит перекрытия (поверхность пола) производят путём устройства силовой набетонки, армированной стальной арматурой, толщиной 85 мм на отметке -4.350 и толщиной 70 мм на отметке -8.100.

**Основная часть.** До начала производства работ необходимо ознакомить рабочий персонал с разработанными мероприятиями по обеспечению безопасности работающих, совместно с ответственным лицом Заказчика за организацию безопасных условий труда оформить наряд-допуск для проведения работ на выделенной территории, Заказчик определяет границы производственных территорий, участков работ и рабочих мест, предоставляемых Подрядчику для производства работ, а также согласовывает право размещения строительной площадки на территории

частных парковочных мест с их владельцами, Заказчик обеспечивает доступ к участкам, на которых выполняются работы по ремонту и усилению: демонтирует коммуникации, оборудование, конструкции (перегородки), попадающие в зону производства работ, в объеме, необходимом для проведения работ, Заказчик обеспечивает Подрядчика точкой подключения к сети переменного тока 220 В на удаление от места производства работ не более 25 м. Подрядчик подключает все оборудование через исправные влагозащищенные удлинители в розетки в предоставленной точке подключения, Заказчик предоставляет Подрядчику место для обустройства бытового помещения, в котором подготовлены места для переодевания персонала, складирования инструмента, оборудования, а также хранения материалов, на рабочем месте хранить материал только в размере потребности на смену, Заказчик производит подключение Подрядчика к инженерным сетям, подготовить рабочие места и оснастить их индивидуальными средствами безопасности, Заказчик предоставляет Подрядчику места для складирования строительного мусора, произвести осмотр объекта и установить опасные зоны, ИТР (инженерно-техническим работникам) следует изучить проектно-сметную документацию, ознакомиться с условиями работ и данным ППР, ознакомить рабочих с ППР под подпись и проинструктировать их по соответствующим видам работ. Работы по ремонту и усилению участков несущих железобетонных перекрытий выполнять в соответствии с графиком производства работ.

До начала производства работ по ремонту и усилению участков несущих железобетонных перекрытий необходимо подготовить рабочие места: обозначить зону производства работ сигнальной лентой; по периметру зоны вывесить знаки «Проход запрещен», установить инвентарные рамные леса высотой до 3 м в зоне производства работ.

При выполнении работ по усилению перекрытий производят обеспыливание поверхности конструкции с помощью компрессора [5]. Ремонтную поверхность обрабатывают грунтовкой глубокого проникновения «Русеан» для повышения адгезии ремонтного состава к поверхности, наносят грунтовку с помощью кисти или щетки. Ремонтный состав укладывают непосредственно на поверхность нанесения грунтовки. Ремонт разрушенных участков бетона производят путём послойного восстановления геометрии конструкции полимерным ремонтным составом с высокой адгезией к «старому» слою бетона – «FibARM Repair FS» (для повреждений глубиной до 20 мм и финишного выравнивания поверхно-

сти). Для приготовления растворной смеси ремонтного состава «FibARM Repair FS» используют чистую воду температурой  $20 \pm 2$  °С. Раствор приготавливается в следующих пропорциях: 0,19 л воды: 1 кг сухой смеси. Сухую смесь засыпают в заранее отмеренное количество воды и перемешивают не менее двух минут до однородной пастообразной консистенции вручную или механическим способом, используя электродрель со специальной насадкой. Время использования раствора составляет не более 30 минут с момента затворения. Растворную смесь наносят на ремонтируемый участок шпателем или мастерком и выполняют послойное восстановление геометрии конструкции: по 10–15 мм. Разравнивание смеси производят вручную, используя терки или полутерки. Дополнительные слои могут быть нанесены после того, как первый слой полностью схватился – примерно через 30 минут. Для обеспечения сцепления между слоями поверхность первого слоя должна остаться шероховатой. Со вторых суток регулярно производят увлажнение восстановленной зоны.

#### **Подготовка поверхности под усиление.**

Поверхность бетона должна быть чистой, без масляных пятен, высолов, наличия цементного молочка. В соответствии со схемами усиления, на поверхность бетона мелом, или маркером наносят разметку расположения углепластиковых накладок. Зоны увеличивают на 3–4 см со всех сторон в связи с возможными погрешностями при производстве работ. Углошлифовальной машинкой с насадкой «чашка с алмазной крошкой» выполняют шлифование усиливаемых зон поверхности бетона до обнажения крупного заполнителя. Неровности поверхности не должны превышать 5 мм на базе 2 м, а локальные дефекты не превышать 1 мм на базе 0,3 м. Далее производят обеспыливание поверхности конструкции кистью или с помощью промышленного пылесоса. Для выравнивания поверхности в зонах с небольшими сколами, выбоинами и неровностями менее 5 мм используют эпоксидную шпаклевку «MapeWrap 11/12». Приготовление и расход материала производят в соответствии с инструкцией производителя. Для улучшения адгезии, перед нанесением шпаклевки осуществляют огрунтовку поверхности низковязкой смолой «MapeWrap primer 1». Приготовление и расход материала в соответствии с инструкцией производителя. Перед нанесением шпаклевки оставляют время для того, чтобы грунтовка впиталась в основание – примерно 15 минут. Сверху невысохшей грунтовки шпателем наносят шпаклевку «MapeWrap 11/12», разравнивают при помощи шпателя.

**Усиление железобетонных конструкций углеродными лентами.** Все работы по усилению конструкций производят только после максимально возможной разгрузки усиливаемых элементов. После усиления приложение нагрузки к усиленным конструкциям допускается не ранее чем через десять суток после завершения работ по усилению. Работы с ремонтными составами и составами по подготовке поверхности проводят в строгом соответствии с инструкциями по их применению [7–12]. При температурах поверхностей, контактирующих с данными материалами ниже минимальных требуемых устраивают тепловой контур. При наличии трещин в усиливаемых конструкциях раскрытием более 0,3 мм выполняют работы по заполнению трещин составом «MC-Injekt 1264» или аналогом. Усиление железобетонных конструкций путем внешнего армирования углеродными лентами «FibARM Tape 530/300» выполняют устройством на предварительно подготовленной поверхности конструкции высокопрочного внешнего армирования – углепластиковых накладок [6]. Накладки образуются путем пропитки и наклейки углеродных лент «FibARM Tape 530/300» специальным двухкомпонентным составом «FibARM Resin

530+» на основе эпоксидных смол. После полимеризации смолы, углепластик работает совместно с конструкцией, воспринимая растягивающие усилия. В процессе работ при помощи ножниц раскраивают требуемую длину углеродной ленты. Раскрой осуществляют на чистой ровной поверхности, покрытой защитной пленкой. Производят пропитку ленты эпоксидным составом с двух сторон, затем складывают ленту от краев к центру. Кистью или малярным валиком на поверхность бетона наносят слой грунтовочного состава «МареWrap primer 1». Затем кистью или малярным валиком на поверхность бетона наносят слой адгезива «FibARM Resin 530+». Предварительно пропитанную углеродную ленту FibARM Tape 530/300» разматывают от середины к краям по нанесенному адгезивному слою шпателем или прикаточным валиком. Отверждение углепластика происходит в течение 24-х часов при температуре выше +20 °С и 36 часов при температуре от +12 °С до +20 °С [20]. Полная полимеризация углепластика (для возможности восприятия расчетных нагрузок) происходит не менее чем через 7 суток [21].

Схема наклейки углеродных лент приведена на рисунках 1–5.

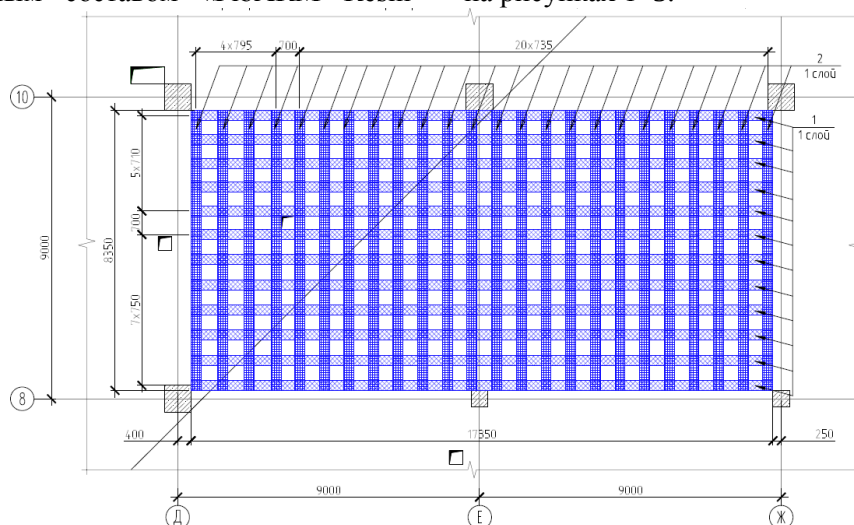


Рис. 1. Нижнее армирование плиты перекрытия на отм.-8.100 (наклейка на потолок)

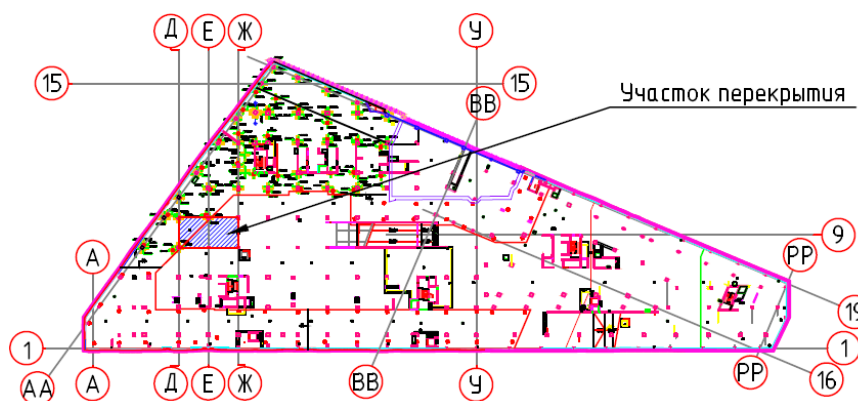
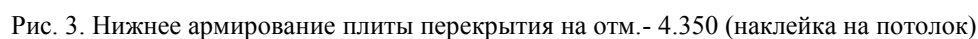


Рис. 2. Схема расположения участка усиленного перекрытия в габарите очей «8-10/Д-Ж» на отм. -8.100



верхность наносят кистью или шпателем защитное полимерцементное покрытие из ремонтного состава «FibArm Repair FS». Ежедневно, начиная со вторых суток, регулярно производят увлажнение смонтированного защитного покрытия в течение трех дней.



**Выводы.** Рассмотренный метод усиления железобетонных конструкций (плит перекрытия) позволяет устранить последствия разрушения бетона и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред в процессе эксплуатации [16]. Усиление конструкций углеволокном является одним из самых современных методов. Результатом его использования является повышение прочностных характеристик конструкции, в том числе при чрезвычайных нагрузках, увеличение срока эксплуатации и надежности здания без применения тяжелых армирующих конструкций, металлических и железобетонных бандажей и обойм, что делает его применение одним из наиболее практичных и популярных способов усиления конструкций [17–19].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анпилов С.М., Гайнулин М.М., Ерышев В.А., Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Анпилов М.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Несъемная стеновая опалубка. Патент на полезную модель RU 147740 08.07.2014.
2. Анпилов С.М., Ерышев В.А., Гайнулин М.М., Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Анпилов М.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Сборный строительный элемент. Патент на полезную модель RU 147452 08.07.2014.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Диссипативная теория силового сопротивления железобетона. М., 2015. 111 с.
4. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Остаточный ресурс силового сопротивления поврежденного железобетона // Вестник Отделения строительных наук Российской академии архитектуры и строительных наук. 2005. № 9. С. 119.
5. Курбатов В.Л., Римшин В.И. Практическое пособие инженера-строителя; Курбатов В.Л., под ред. В. И. Римшина. Москва, 2012.
6. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Строительно - техническая экспертиза. Минеральные Воды, 2015. 262 с.
7. Ларионов Е.А., Римшин В.И., Василькова Н.Т. Энергетический метод оценки устойчивости сжатых железобетонных элементов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 2. С. 77–81.
8. Римшин В.И., Греджев В.А. Основы правового регулирования градостроительной деятельности. М., 2015. (2-е издание, переработанное и дополненное).
9. Римшин В.И., Греджев В.А. Правоведение. Основы законодательства в строительстве. Москва, 2015. Сер. Учебник XXI век. Бакалавр
10. Римшин В.И., Греджев В.А. Правовое регулирование городской деятельности и жилищное законодательство. М., 2013. (2-е издание).
11. Antoshkin V.D., Erofeev V.T., Travush V.I., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. The problem optimization triangular geometric line field // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 3. С. 46–50.
12. Bazhenov Y.M., Erofeev V.T., Rimshin V.I., Markov S.V., Kurbatov V.L. Changes in the topology of a concrete porous space in interactions with the external medium // Engineering Solid Mechanics № 4. 2016. С. 219–225.
13. Erofeev V.T., Zavalishin E.V., Rimshin V.I., Kurbatov V.L., Mosakov B.S. Frame composites based on soluble glass // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 3. С. 2506–2517.
14. Erofeev V.T., Bogatov A.D., Bogatova S.N., Smirnov V.F., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. Bioreistant building composites on the basis of glass wastes // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Т. 12. № 1. С. 661–669.
15. Erofeev V., Karpushin S., Rodin A., Tretiakov I., Kalashnikov V., Moroz M., Smirnov V., Smirnova O., Rimshin V., Matvievskiy A. Physical and mechanical properties of the cement stone based on biocidal portland cement with active mineral additive // Solid State Phenomena. 2016. Т. 871. С. 28–32.
16. Krishan A.L., Troshkina E.A., Rimshin V.I., Rahmanov V.A., Kurbatov V.L. Load-bearing capacity of short concrete-filled steel tube columns of circular cross section // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 3. С. 2518–2529.
17. Korotaev S.A., Kalashnikov V.I., Rimshin V.I., Erofeeva I.V., Kurbatov V.L. The impact of mineral aggregates on the thermal conductivity of cement composites // Ecology, Environment and Conservation. 2016. Т. 22. № 3. С. 1159–1164.
18. Krishan A., Rimshin V., Markov S., Erofeev V., Kurbatov V. The energy integrity resistance to the destruction of the long-term strength concrete // Procedia Engineering 1. 2015. С. 211–217.
19. Rimshin V.I., Larionov E.A., Erofeev V.T., Kurbatov V.L. Vibrocreep of concrete with a nonuniform stress state // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 11. С. 278–280.
20. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции».
21. СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами».

*Информация об авторах***Римшин Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор.

E-mail: v.rimshin@niisf.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.  
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26**Кузина Екатерина Сергеевна**, магистрант.

E-mail: kkuzzina@mail.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.  
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26**Валевич Денис Михайлович**, магистрант.

E-mail: den0894@gmail.com

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.  
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Римшин В.И., Кузина Е.С., Валевич Д.М., 2018

---

**V.I. Rimshin, E.S. Kuzina, D.M. Valevich****THE METHODS OF REPAIR AND STRENGTHENING CONCRETE CEILINGS BY EXTERNAL CARBON FIBER REINFORCEMENT DURING RESTORING THEIR FUNCTIONAL STATE**

*The set of measures is carried out in order to repair and strengthen sections of load-bearing structures,; repair of concrete surfaces of structures, preparation of reinforcing surfaces, reinforcement of reinforced concrete structures with carbon strips, protective coating, fire protection device, repair of cracks, construction of reinforced concrete with steel reinforcement. The article is considered in details the technical processes of production works on reinforcement concrete monolithic ceilings by carbon bands that are included in the complex. The technical solutions considered in the article comply with the requirements of all normative documents and rules, and ensure the safe and reliable operation of the facility subject to the observance of the stipulated activities and operating rules.*

**Keywords:** reinforcement, composite materials, carbon tapes, reinforcement of concrete structures.

---

*Information about the authors***Vladimir I. Rimshin**, PhD, Professor

E-mail: v.rimshin@niisf.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).  
Russia, 308012, Moscow, Yaroslavl highway, 26.**Ekaterina S. Kuzina**, Master student.

E-mail: kkuzzina@mail.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).  
Russia, 308012, Moscow, Yaroslavl highway, 26.**Denis M. Valevich**, Master student.

E-mail: den0894@gmail.com

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).  
Russia, 308012, Moscow, Yaroslavl highway, 26.

---

*Received in December 2017*

## УСТОЙЧИВОСТЬ ПОВРЕЖДЕННОЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ ФЕРМЫ В СОСТАВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА

marieberger@yandex.ru

*Устойчивость зданий и сооружений к прогрессирующему обрушению является одной из самых актуальных проблем современного проектирования. Этот вопрос рассмотрен в ряде научных статей, имеются рекомендации по расчёту и проектированию некоторых конструкций при их повреждении. Однако по-прежнему отсутствует единая общепринятая методика расчета. В данной статье приводится обзор существующих отечественных и зарубежных нормативных документов, посвященных вопросам расчета живучести конструкций и устойчивости к прогрессирующему обрушению. Представлены приёмы численного расчёта конструкций с повреждениями. Выполнено исследование работы стальных повреждённых ферм в составе каркаса большепролетного здания. Рассмотрены разные варианты выключения элементов фермы из работы и выполнены численные расчеты повреждённых ферм в статической и динамической постановках. По полученным результатам вычисляется коэффициент динамичности. Анализ величин коэффициентов динамичности в зависимости от времени выхода элемента из строя позволит скорректировать проводимый статический расчет и, в дальнейшем, снизить металлоемкость конструкции.*

**Ключевые слова:** прогрессирующее обрушение, живучесть, динамический расчет, большепролетный каркас, коэффициент динамичности.

**Введение.** При проектировании ответственных зданий и сооружений приходится решать задачу предотвращения прогрессирующего обрушения зданий или обеспечение живучести конструкций при повреждении. Нормативные документы многих стран содержат указания о необходимости проведения расчетов, связанных с обеспечением несущей способности конструкций при возникновении аварийной ситуации. Однако до сих пор отсутствует утвержденная и адаптированная для повсеместного использования методика расчета повреждённых конструкций. Большая часть проводимых исследований посвящена проблеме защиты высотных зданий от прогрессирующего обрушения. Несущая способность повреждённых каркасов большепролетных зданий изучена в меньшей степени, несмотря на то, что разрушение большепролётных зданий также ведёт к значительным социальным, экологическим и материальным потерям. Данная работа направлена на изучение несущей способности конструкций большепролетных зданий при возникновении аварийной ситуации.

**Обзор нормативных требований.** Расчет на прогрессирующее обрушение и рекомендации по его выполнению рассматриваются и в российских, и в некоторых зарубежных нормах.

В российских нормативных документах этот вопрос оговаривается в [1, 2]. Данными документами регламентируется необходимость проведения расчета с учетом возникновения аварийной ситуации с целью недопущения прогрессирующего

обрушения. На территории РФ также действуют рекомендации МНИИТЭП и ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко по расчету различных типов (каркасных, монолитных, панельных и др.) жилых зданий от прогрессирующего обрушения [3–7]. В них приводится подробная методика расчета с разбором примера расчета конкретного здания. По расчету большепролетных зданий выпущены временные рекомендации [8]. В них изложены требования и конструктивные мероприятия по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от прогрессирующего обрушения.

В украинских нормах [9] упоминается обеспечение живучести объекта за счет проведения мероприятий по повышению безопасности, увеличению материалоемкости, включения в работу пространственной системы ненесущих конструкций, создания неразрезности конструкций и др. При расчете поврежденных конструкций допускается учитывать динамические эффекты «путем соответствующего увеличения нагрузки или умножением результатов статического расчета на коэффициент динамичности».

В Белоруссии и странах Евросоюза действует Еврокод 1, часть 1–7 [10]. В нем приводится классификация воздействий и расписаны варианты расчетных ситуаций при особых воздействиях. Описаны различные виды ударных и взрывных воздействий в зависимости от назначения здания. Справочные приложения посвящены проектированию с учетом последствий локаль-

ного разрушения конструкций в зданиях в результате неустановленной причины (приложение А), оценке рисков (приложение В), динамическому расчету удара (приложение С), взрывам внутри помещений (приложение D).

В нормативных документах США, Японии, Австралии и Новой Зеландии [11–15] применяются два основных подхода для уменьшения риска возникновения прогрессирующего обрушения:

1. прямой метод (Direct Design);

Он включает в себя:

- способ перераспределения нагрузки (the Alternate Path method), который требует наличия конструктивных элементов, позволяющих включить в работу неповрежденные элементы взамен разрушенных и таким образом ограничить распространение разрушения;

- метод локальной прочности (the Specific Local Resistance method) требует, чтобы здание целиком или отдельные его фрагменты сохраняли необходимую прочность при возникновении аварийной ситуации.

2. косвенный метод (Indirect Design).

При косвенном методе устойчивость к прогрессирующему обрушению обеспечивается выполнением требований минимизации видов НДС (минимальной связности/прочности), неразрезности конструктивной схемы и учетом пластических свойств материалов.

В нормативном документе США [11] основное внимание уделяется способу установки связей для повышения неразрезности, пластичности и конструктивной избыточности при определении минимальных растягивающих усилий, необходимых для объединения фрагментов конструкции в единое целое [16].

В нормах Японии [13] в качестве одной из целей проектирования указано обеспечение целостности, пластичности и живучести конструкции при особых воздействиях без наступления прогрессирующего обрушения, где допускается использование метода перераспределения нагрузки. Конструктивная целостность должна быть обеспечена связыванием всех элементов вертикальными и горизонтальными связями. Должны быть определены «ключевые элементы» – элементы, устойчивость которых влияет на устойчивость конструкции в целом. Данные элементы должны проектироваться с учетом воздействия аварийных нагрузок при возникновении чрезвычайной ситуации. Остальные элементы конструкции должны сохранять устойчивость при удалении любого не-ключевого элемента каркаса с помощью перераспределения нагрузки.

**Исследование работы фрагмента каркаса большепролетного здания.** С учётом проведённого обзора можно сделать вывод об актуальности изучения живучести покрытий с использованием большепролётных ферм, входящих в составе каркаса большепролетного здания. Предполагается выявить закономерности распределения усилий в ферме при выходе из строя отдельных ее элементов с учётом времени развития повреждений. На основе выявленных особенностей работы поврежденных ферм установить величину коэффициента динамичности для нагрузки, действующей на ферму. Использование коэффициента динамичности позволит (не в ущерб точности) упростить проектирование конструкций за счёт применения квазистатического расчета. На основании проведённых исследований предполагается разработка рекомендаций и методики расчёта повреждённых большепролётных ферм.

Для достижения указанной цели следует выполнить теоретические и экспериментальные исследования повреждённых большепролётных ферм, провести расчёты с применением апробированных вычислительных комплексов, сопоставить экспериментальные и расчётные данные. Численные исследования следует выполнять в динамической постановке с учётом времени повреждения элементов фермы [17–18].

Рассмотрим применение вычислительного комплекса Femap with NX Nastran [19–20] для расчёта большепролётных повреждённых ферм в составе каркаса в динамической постановке. Для исследования выбран фрагмент пространственного большепролетного здания, состоящий из пяти плоских рам, объединённых системой связей по верхним и нижним поясам ферм. Принятые габариты здания составляют: пролет – 80 м, высота – 25 м, высота фермы на опорах – 5.4 м, в коньке – 7.4 м, шаг ферм – 6 м. Выбор фрагмента из 5 рам обусловлен рекомендациями по расчету с учетом пространственной работы конструкций [21].

Существуют различные конструктивные мероприятия по повышению живучести конструкции, например, установка дополнительных вертикальных и горизонтальных связей, включение в работу каркаса прогонов и др. Некоторые из перечисленных вариантов показаны на рисунке 1.

На начальном этапе рассматривается работа одной фермы, с целью определения коэффициентов динамичности. Далее с учётом выявленных особенностей поведения повреждённой фермы предполагается исследовать работу поврежденных большепролетных ферм в составе каркаса здания.

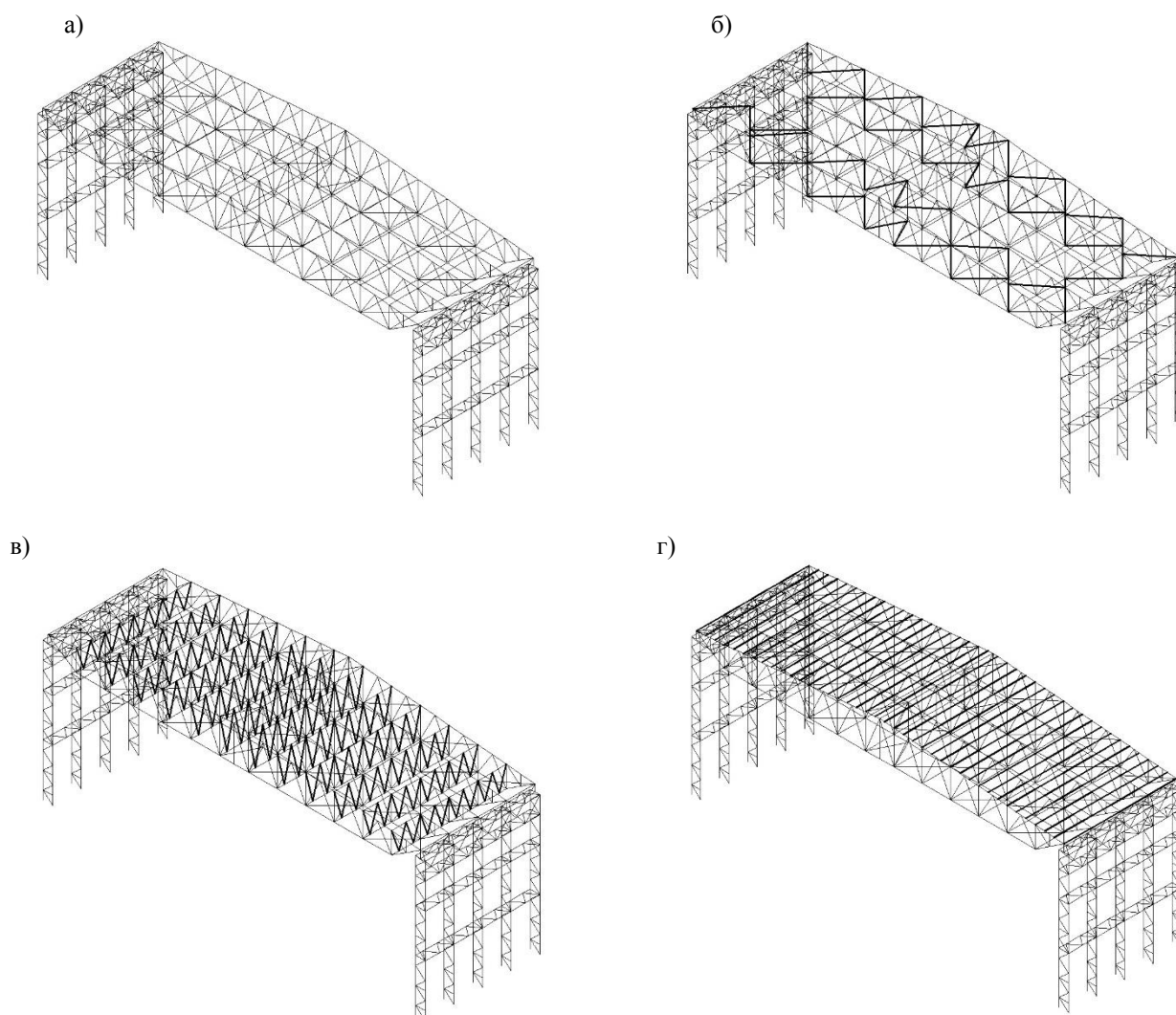


Рис. 1. Фрагмент каркаса большепролётного здания. а) исходный; б) с дополнительными горизонтальными связями; в) с дополнительными вертикальными связями; г) с прогонами, введенными в расчетную схему

В примере расчёта на ферму совместно действуют постоянная и снеговая нагрузка. В соответствии с принятой в действующих нормах методикой расчёт выполняется на действие нормативной длительной нагрузки. Постоянная нормативная нагрузка составляет 10 кН на узел фермы,

нормативная длительная снеговая нагрузка (III район согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия») 18 кН [22]. Ферма загружена узловой вертикальной нагрузкой (рис.2. Геометрическая схема фермы с приложенной узловой нагрузкой).

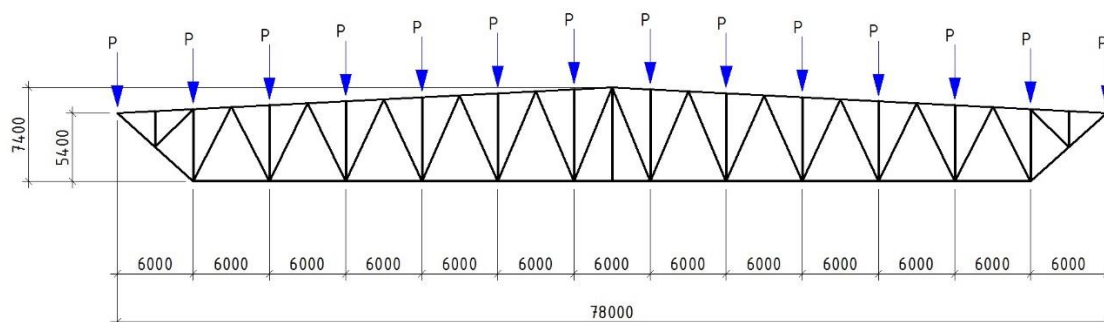


Рис. 2. Геометрическая схема фермы с приложенной узловой нагрузкой

Принятые сечения элементов фермы: верхний и нижний пояса из горячекатаных колонных двутавров I40K2, решетка коробчатого типа из сдвоенных швеллеров №30 и №24.

Рассмотрены следующие варианты повреждения каркаса (выбраны наиболее нагруженные элементы фермы):

1. поврежден элемент верхнего пояса фермы;
2. поврежден элемент нижнего пояса фермы;

3. поврежден раскос фермы.
- Варианты повреждения фермы показаны на рис. 3.

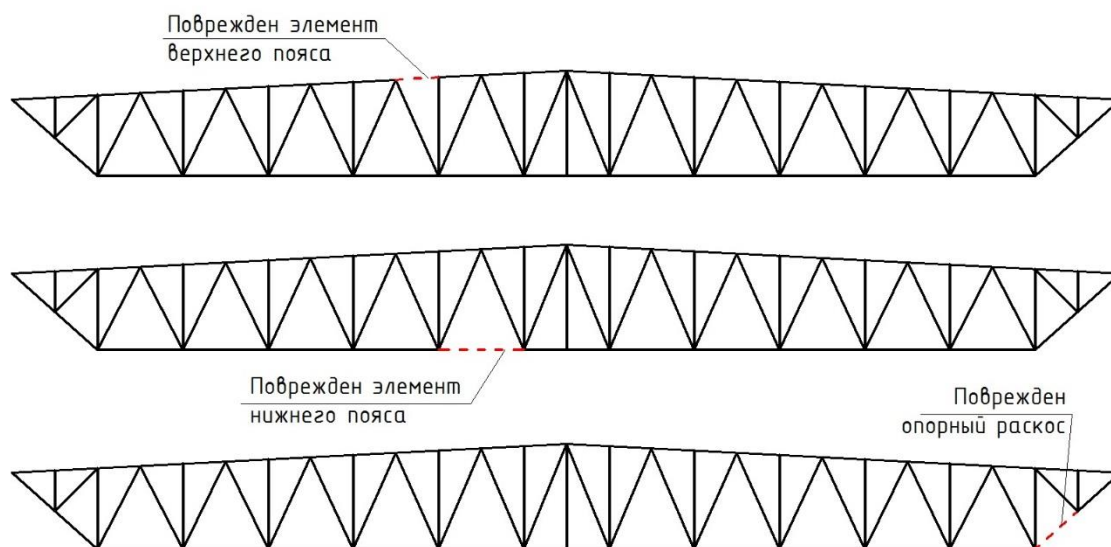


Рис. 3. Варианты повреждения фермы

На первом этапе исследования производился статический расчет неповрежденной конструкции на действие нормативной длительной нагрузки. Затем из расчетной схемы удалялся элемент, соответствующий рассматриваемому варианту повреждения каркаса, выполнялся статический расчет поврежденной конструкции и определялись частоты собственных колебаний поврежденной фермы. Первая частота колебаний использовалась для назначения параметров динамического расчета при повреждении. После определения частот выполнялись динамические расчеты поврежденной конструкции.

При проведении динамического расчета вместо исключаемого стержня к узлам прикладывались силы эквивалентные действующим усилиям в стержне неповрежденной конструкции. Величины сил, моделирующих исключаемые стержни, увеличивались от 0 до полного значения за 20 сек, а затем уменьшались до нуля за определенный промежуток времени. Рассматривались временные промежутки 0.01 с, 0.1 с и 1 с. Узловая нагрузка на ферму увеличивалась от 0 до полного значения за 20 сек и в дальнейшем оставалась постоянной. Графики приложения узловой нагрузки на ферму и изменения усилий поврежденного стержня со временем показаны на рис. 4а и 4б.

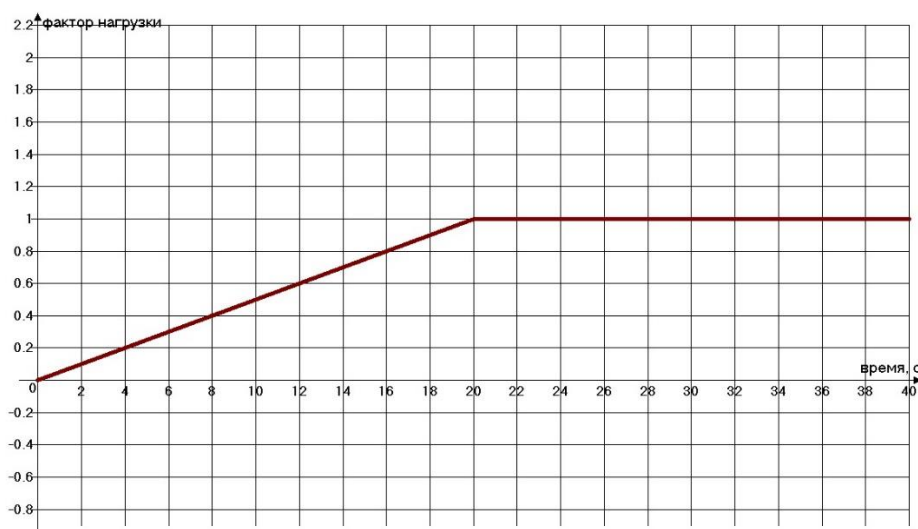


Рис.4а. График приложения узловой нагрузки.



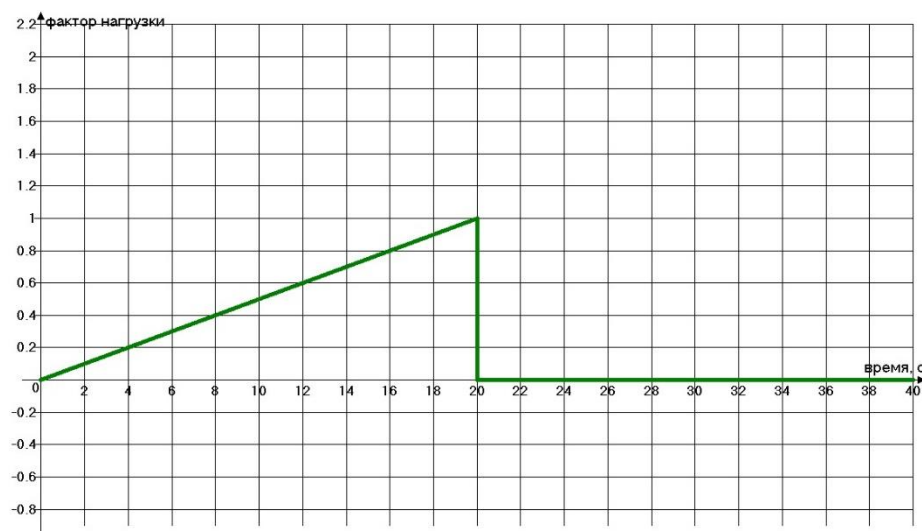


Рис. 46. График изменения усилий поврежденного стержня со временем

Коэффициенты динамичности рассчитывались как отношение максимальных усилий, полученных при динамическом расчете, к максимальным усилиям, возникающим при статическом расчете.

Расчёты выполнялись вычислительным комплексом Femap with NX Nastran, ver. 11.1.0, конструкция моделировалась стержневыми элементами типа Beam, используемый модуль динамического расчета – 3. Direct Transient.

В табл. 1 приведены максимальные значения полученных коэффициентов динамичности для различных вариантов повреждения конструкции плоской большепролетной фермы и времени выхода выбранных элементов из строя.

Таблица 1

Коэффициенты динамичности поврежденной фермы

| Поврежденный элемент конструкции | Параметр  | Статическое усилие | Динамическое усилие |              |              |
|----------------------------------|-----------|--------------------|---------------------|--------------|--------------|
|                                  |           |                    | t=0.01 с            | t=0.1 с      | t=1 с        |
| Нижний пояс                      | N, кН     | -475.7             | -827.8              | -825.9       | -669.4       |
|                                  | $k_{дин}$ | -                  | <b>1.740</b>        | <b>1.736</b> | <b>1.407</b> |
|                                  | M, кНм    | 3104.5             | 5680.6              | 5671.2       | 4524.2       |
|                                  | $k_{дин}$ | -                  | <b>1.830</b>        | <b>1.827</b> | <b>1.457</b> |
| Верхний пояс                     | N, кН     | 390.3              | 664.5               | 663.6        | 579.6        |
|                                  | $k_{дин}$ | -                  | <b>1.703</b>        | <b>1.700</b> | <b>1.485</b> |
|                                  | M, кНм    | 2582.5             | 4743.4              | 4735.8       | 4074.0       |
|                                  | $k_{дин}$ | -                  | <b>1.837</b>        | <b>1.834</b> | <b>1.578</b> |
| Опорный раскос                   | N, кН     | 336.7              | 558.8               | 547.8        | 370.1        |
|                                  | $k_{дин}$ | -                  | <b>1.660</b>        | <b>1.627</b> | <b>1.099</b> |
|                                  | M, кНм    | 52.4               | 86.9                | 85.2         | 57.6         |
|                                  | $k_{дин}$ | -                  | <b>1.658</b>        | <b>1.626</b> | <b>1.099</b> |

Приведенные результаты позволяют сделать вывод, что наиболее неблагоприятным вариантом повреждения для плоской фермы является повреждение элемента одного из поясов. В момент выхода элемента из строя в конструкции возникают затухающие колебания. Время затухания колебаний зависит от варианта повреждения фермы: при повреждении поясов оно составляет 50–60 с, при отказе элемента опорного раскоса – 30 с.

Максимальные усилия возникают в элементах в среднем через 1 с после начала колебаний. В соседних с местом повреждения стойках и раскосах образуется максимальная продольная сила,

в элементах пояса напротив места повреждения образуются максимальные моменты.

Полученные усилия не превышают предела прочности принятых сечений фермы, и, таким образом, удовлетворяют требованиям первой группы предельных состояний.

**Выводы.** Анализ приведенных нормативных документов и результатов расчета фермы с повреждениями показали, что:

1. представленные в нормах некоторых стран рекомендации по расчёту повреждённых конструкций включают общие требования, однако в них отсутствуют методики, которые позволяют рассчитать фермы с повреждениями;

2. при динамическом расчете рассмотренной большепролетной фермы наиболее неблагоприятные усилия и деформации получены для временного промежутка 0.01 с. Установлено значительное уменьшение коэффициента динамичности при увеличении времени повреждения от 0.1 до 1 сек;

3. статический и динамический расчеты поврежденного каркаса выявили разницу усилий в 1.12 раза (усилия динамического расчета меньше усилий статического расчета), что позволяет снизить величину коэффициента динамичности с 2 до 1.8;

4. для подтверждения результатов численных расчетов необходимо проведение экспериментальных исследований.

Целью проводимой работы является экспериментально-теоретическое обоснование основных принципов расчета несущей способности плоских большепролетных ферм в составе металлического каркаса при различных вариантах повреждений элементов фермы и последующая адаптация полученной расчетной методики для использования ее на практике.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. М.: Изд. Стандартинформ, 2015. 16 с.
2. Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
3. Шапиро Г.И., Эйсман Ю.А., Травуш В.И. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения М.: Изд. Москомархитектура, 2006. 74 с.
4. Шапиро Г.И., Эйсман Ю.А., Залесов А.С. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. М.: Изд-во Москомархитектура, 2005. 59 с.
5. Шапиро Г.И., Коровкин В.С., Эйсман Ю.А., Стругацкий Ю.М. Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях. М.: Изд-во Москомархитектура, 2002. 20 с.
6. Шапиро Г.И., Коровкин В.С., Эйсман Ю.А., Стругацкий Ю.М. Рекомендации по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях. М.: Изд-во Москомархитектура, 2002. 24 с.
7. Стругацкий Ю.М., Шапиро Г.И., Эйсман Ю.А. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. М.: Изд-во Москомархитектура, 1999. 55 с.
8. МДС 20-2.2008. Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях. М.: Изд-во НИЦ «Строительство», 2008. 17 с.
9. ДБН В.1.2-14-2009. Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений строительных конструкций и оснований. Киев: Изд-во Минрегіонстрой Украины, 2009. 45 с.
10. ТКП EN 1991-1-7-2009 (02250). Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия. Минск: Изд-во Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. 67 с.
11. UFC 4-023-03. Design of buildings to resist progressive collapse. Department of Defense USA, 2013. 245 с.
12. ASCE/SEI 7-10. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers, 2010. 658 с.
13. Code of practice for the structural use of steel. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2011. 388 с.
14. NISTIR 7386. Best Practices for Reducing the Potential for Progressive Collapse in Buildings. U.S. Department of Commerce / Technology Administration / National Institute of Standards and Technology, 2007. 216 с.
15. AS/NZS 1170.0:2002. Australian/New Zealand Standard. Structural design actions. Part 0: General principles. SAI Global Limited, 2002. 42 с.
16. Грачев В.Ю., Вершинина Т.А., Пузаткин А.А. Непропорциональное разрушение. Сравнение методов расчета. Екатеринбург.: Изд-во Ажур, 2010. 81 с.
17. Кудишин Ю.И., Дробот Д.Ю. Живучесть конструкций в аварийных ситуациях // Металлические здания. 2008. №4(8). С. 20–22.
18. Кудишин Ю.И. Концептуальные проблемы живучести строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2009. № 2 (спец.). С. 28–36.
19. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. М.: Изд-во ДМК Пресс, 2003. 448 с.
20. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. М.: Изд-во ДМК Пресс, 2013. 784 с.
21. Беленя Е.И., Балдин В.А., Ведеников Г.С. Металлические конструкции. Общий курс. Учебник для ВУЗов. М.: Изд-во Стройиздат, 1986. 560 с.
22. СП 20.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85\*. Нагрузки и воздействия. М.: Изд. ГУП ЦПП, 2011. 36 с.



---

*Информация об авторах*

**Бергер Мария Петровна**, аспирант кафедры металлических и деревянных конструкций.

E-mail: marieberger@yandex.ru.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Бергер М.П., 2018

---

**M.P. Berger**

**STABILITY OF A DAMAGED LARGE-SPAN TRUSS IN THE SPATIAL STRUCTURE**

*The prevention of the progressive collapse is one of the most relevant problems of modern structural engineering. There are a lot of scientific articles and codes of practice for calculation and design of certain structures in the event of their damage. However, there is a lack of common method of calculation. This article provides an overview of existing Russian and foreign regulatory documents on the calculation of structure robustness and resistance to progressive collapse. The methods of numerical calculation of damaged structures are presented. A study of the deflected mode of damaged steel trusses in the framework of a large-span building was performed. Different variants of damaged elements of the truss are considered and static and dynamic analysis of the damaged steel trusses are performed. The obtained results make it possible to calculate the dynamic coefficient. Analysis of the values of the dynamic coefficients depending on the time of failure of the element will allow to correct the static analysis and, in the future, to reduce the metal capacity of the structure.*

**Keywords:** *progressive collapse, robustness, dynamic calculation dynamic input, large-span frame, dynamic factor.*

---

*Information about the authors*

**Maria P. Berger**, Research assistant.

E-mail: marieberger@yandex.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavl'skoe Shosse, 26.

---

*Received in December 2017*

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ПАДАЮЩЕМ ПОТОКЕ ПОЛИФРАКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА\*

evg-porov@yandex.ru

Данная работа направлена на изучение динамики свободно падающего потока полифракционного сыпучего материала. На основе изучения перемещения воздушных масс вблизи обтекаемого шарообразного тела сделан вывод о поперечном перемещении мелких, пылевых частиц, двигающихся со скоростью витания, при их опережении крупными частицами. Данное перемещение в условиях потока, двигающегося со значительными объемными концентрациями, способно вытеснить пылевую частицу в зону аэродинамической тени как опередившей частицы, так и соседних частиц. При попадании частицы в зону аэродинамического турбулентного следа соседних частиц, её собственное аэродинамическое действие на эжектируемый потоком воздух. Подобный эффект рассматривается в рамках предложенного автором статистического подхода к определению коэффициента аэродинамического сопротивления в свободном полифракционном потоке падающего материала.

**Ключевые слова:** аспирация, аэродинамика, полидисперсный материал, полифракционный материал, эжектирование воздуха, динамика частиц, обеспыливающая вентиляция.

**Введение.** Проблемам изучения динамики пылегазовых потоков посвящены труды множества отечественных [1, 2, 3] и зарубежных авторов [4, 5]. Нами был предложен вероятностно-статистический подход к определению коэффициента аэродинамического сопротивления частиц в свободном падающем потоке материала [6]. Свободные потоки сыпучего материала встречаются при загрузках бункеров силосного типа, в которых, в отличие от укрытий [7], стенки бункера находятся на удалении от загрузочного устройства [8].

В полифракционных материалах счетное количество мелких, пылевых частиц велико. Например, в гранулометрическом составе продукта мелкого дробления Михайловского горно-обогатительного комбината суммарная доля частиц трех младших фракций размером мельче 100 мкм составляет 12,6 %, однако оценочное количество таких частиц превышает 30 миллиардов, что в 50 раз больше количества частиц остальных фракций [9, 10]. Подобные частицы быстро достигают скорости витания "выпадая" из общего потока, но при значительных массовых долях не могут не оказывать влияния на аэродинамические свойства этого потока.

**Основная часть.** Рассмотрим некоторые аспекты взаимодействия пылевых частиц с частицами многократно более крупными, т.е. поперечный дрейф мелких частиц, при опережении.

Поперечный дрейф мелких частиц возможен за счет поперечного вектора аэродинамического сопротивления воздуха. Рассмотрим возможный перенос для случая двух частиц, падающих вдоль

параллельных вертикальных траекторий. Крупная частица с диаметром  $d_1$  пусть падает по оси ОХ (рисунок 1) со скоростью равноускоренного движения

$$\frac{dv_1}{dt} = g; v_1 = \sqrt{2g \cdot x + v_{1n}^2}; v_{1n} = \sqrt{2g \cdot \frac{d_1}{2}}, \quad (1)$$

где  $v_{1n}$  – начальная скорость падения (при  $x = 0$ ), м/с.

Мелкая частица с диаметром  $d_N$  падает по криволинейной траектории, приближаясь или удаляясь от нее в зависимости от того, находится она выше или ниже перегоняющей ее крупной частицы. Уравнение динамики мелкой частицы зависит как от силы тяжести, так и от аэродинамической силы стоковского типа. В векторной форме она имеет вид:

$$m_N \frac{d\vec{v}_N}{dt} = m_N \cdot \vec{g} + 3\pi \cdot \mu \cdot d_N (\vec{u} - \vec{v}_N), \quad (2)$$

где  $m_N = \frac{\pi d_N^3}{6} \rho_m$  – масса мелкой частицы, кг;

$\vec{u}$ ,  $\vec{v}_N$  – векторы, соответственно скорости воздуха и скорости частицы диаметром  $d_N$ , м/с;  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости воздуха, Па·с.

Проектируя это векторное уравнение на оси выбранной системы координат ХОУ, получим:

$$\frac{dv_x}{dt} = g + K(u_x - v_x); \quad (3)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = K(u_y - v_y), \quad (4)$$

где

$$v_x = \frac{dx}{dt}; v_y = \frac{dy}{dt}; K = \frac{3\pi \cdot \mu \cdot d_N}{m_N}, \quad (5)$$

$v_x, v_y$  – проекции вектора  $\vec{v}_N$  на оси ОХ и ОУ, м/с;  $u_x, u_y$  – проекции вектора  $\vec{u}$  на те же оси, м/с.

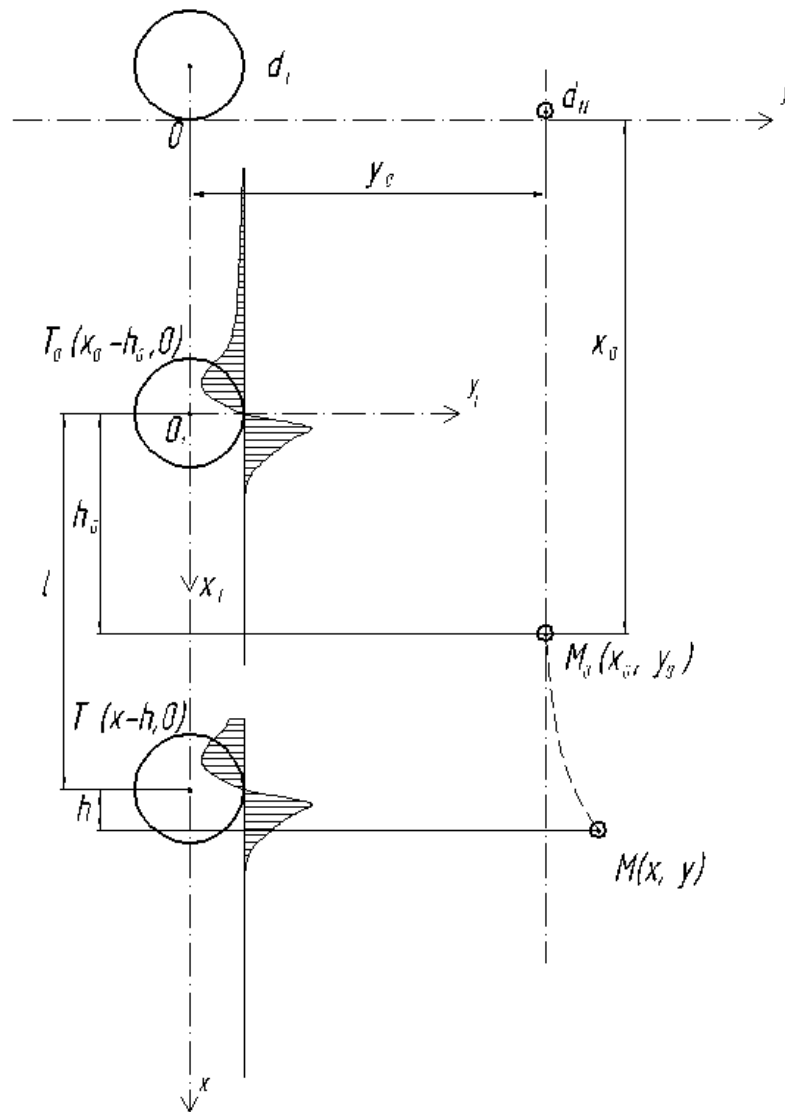


Рис. 1. Схема дрейфа мелкой частицы диаметром  $d_N$  при ее падении параллельным курсом относительно вертикального перемещения равноускоренно падающей круглой (тяжелой) частицы диаметром  $d_1 \gg d_N$

Будем полагать, что вертикальная составляющая вектора скорости воздуха равна нулю  $u_x = 0$ , а горизонтальная составляющая изменяется по закону линейного источника (стока), размещенного в точках оси абсцисс:

$$u_y = \frac{q}{2\pi \cdot y}, \quad q = \pi \cdot d_1 \cdot u_{1y}, \quad (6)$$

где  $q$  – мощность (расход) источника или стока, м<sup>3</sup>/с;  $u_{1y}$  – скорость выдавливания ("всасывания")

воздуха на боковой поверхности вертикального цилиндра диаметром  $d_1$ , м/с.

Положим, что величина этой скорости пропорциональна скорости падения тяжелой частицы  $v_1$  и изменяется экспоненциально относительно перемещаемого центра тяжести этой частицы в подвижной системе координат  $X_1OY_1$ :

$$u_{1y} = K_1 \cdot v_1 \cdot h \cdot e^{-c \cdot h}, \quad (7)$$

Расчеты обтекания шара (рисунок 2) диаметром  $d_1 = 10$  мм при  $v_1 = 10$  м/с показали, что максимальное (в передней части падающей частицы) и минимальное (в задней части этой частицы) значение скорости  $u_{1y}$  составляет:

$$\left. \begin{aligned} u_{1y}^{\max} &= 2,1 \text{ м/с при } h^{\max} = 0,25d_1 \\ u_{1y}^{\min} &= -4,1 \text{ м/с при } h^{\min} = 0,3d_1 \end{aligned} \right\}$$

Расчетное значение скорости выдавливания и всасывания на боковой поверхности цилиндра образованной падающей шарообразной частицей диаметром  $d_1$ , при этом описывается следующей функцией:

$$u_{1y} = \begin{cases} 190,3 \cdot v_1 \cdot d_1 \cdot s \cdot e^{-\frac{10}{3}s} & \text{при } s > 0; \\ 0 & \text{при } s = 0; \\ 445,8 \cdot v_1 \cdot d_1 \cdot s \cdot e^{-4|s|} & \text{при } s < 0; \end{cases} \quad (8)$$

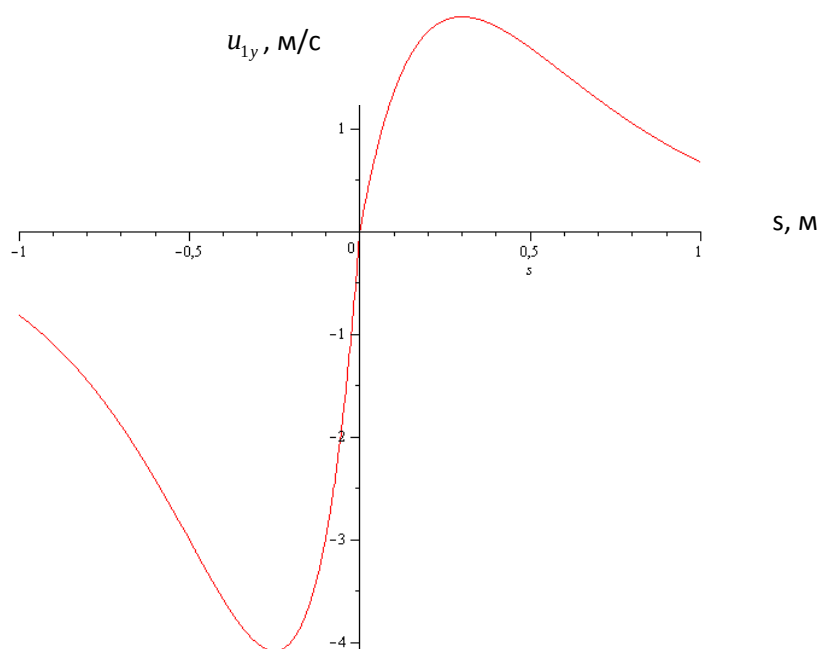


Рис. 2. Изменение скорости выдавливания (левый нижний квадрант) и всасывания (правый верхний квадрант) воздуха при  $d_1 = 0,01$  м и  $v_1 = 10$  м/с

Сносящая скорость воздуха, обусловленная эффектом "выдавливания" или эффектом "всасывания" при обгоне тяжелой частицы в точке  $M_0$  в силу (6), (7) и (8) определяется следующим соотношением:

$$u_y(x_0, y_0) = \frac{d_1}{2} \frac{u_{1y0}}{y_0}, \quad (12)$$

а в точке  $M(x, y)$ :

где  $s/d_1$  — относительное расстояние между центрами частиц.

Рассмотрим случай, когда мелкая частица в начальном положении (при  $t = 0$ ) находится в точке  $M_0(x_0, y_0)$  и проекции вектора скорости ее падения составляют:

$$v_x|_{t=0} = v_{Nc} = \text{const}, \quad (9)$$

$$v_y|_{t=0} = 0, \quad (10)$$

а тяжелая частица, падающая равноускоренно, находится при  $t = 0$  в точке  $T_0(x_0 - h, 0)$ , т.е. догоняет мелкую.

Составляющие вектора скорости тяжелой частицы:

$$\begin{aligned} v_{1x}|_{t=0} &= v_{10} = \sqrt{2g(x_0 - h_0) + v_{1n}^2} > v_{Nc}; \\ v_{1y}|_{t=0} &= 0 \\ v_{1y}|_{t=0} &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

$$v_{1y}|_{t=0} = 0.$$

$$u_y(x, y) = \frac{d_1}{2} \frac{u_{1y}}{y_0}, \quad (13)$$

$$v_1 = \sqrt{2g \cdot l + v_{10}^2}, \quad (14)$$

где в силу равноускоренного падения тяжелой частицы и равномерного падения мелкой частицы:

$$l = v_{10} \cdot t + \frac{g}{2} t^2; \quad t = \frac{x - x_0}{v_{Nc}}, \quad (15)$$

$$h = t(\nu_{Nc} - \nu_{10}) - \frac{g}{2}t^2 + h_0. \quad (16)$$

Таким образом уравнение динамики мелкой частицы с учетом принятых допущений можем записать в виде:

$$\begin{aligned} \frac{d\nu_x}{dt} &= 0; \quad \frac{dx}{t} = \nu_{Nc} = \text{const} \\ \frac{d\nu_y}{dt} &= K(u_y - \nu_y); \quad \frac{dy}{t} = \nu_y \end{aligned}, \quad (17)$$

где  $\nu_{Nc}$  – скорость седиментации частицы.

$$\nu_{Nc} = \frac{g}{K} = \frac{g \cdot d_N^2 \cdot \rho}{18\mu}, \quad (18)$$

$\rho$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>,  $\mu$  – динамическая вязкость воздуха (в расчетах принимается равной  $\mu = 18 \cdot 10^{-6}$  Па·с).

Поперечная скорость воздуха определялась по формуле

$$u_y = \frac{d_1}{2} \frac{u_{1y}}{y}.$$

Здесь скорость вытеснения  $u_{1y}$  определялась по кусочно-гладкой функции (8).

Решение системы четырех уравнений (17) с учетом принятых начальных условий (9) – (11) осуществлялось численно в универсальной математической системе Maple (рисунок 3).

Расчеты показали, что при пролете "крупной" частицы диаметром  $d_1 = 0,01$  м вблизи пылевой частицы,двигающейся с постоянной скоростью витания, последнюю относит вначале от "крупной" частицы, а затем в сторону теневого следа "крупной" частицы. Причем с увеличением отношения диаметров этих частиц эффект усиливается и ускоряется.

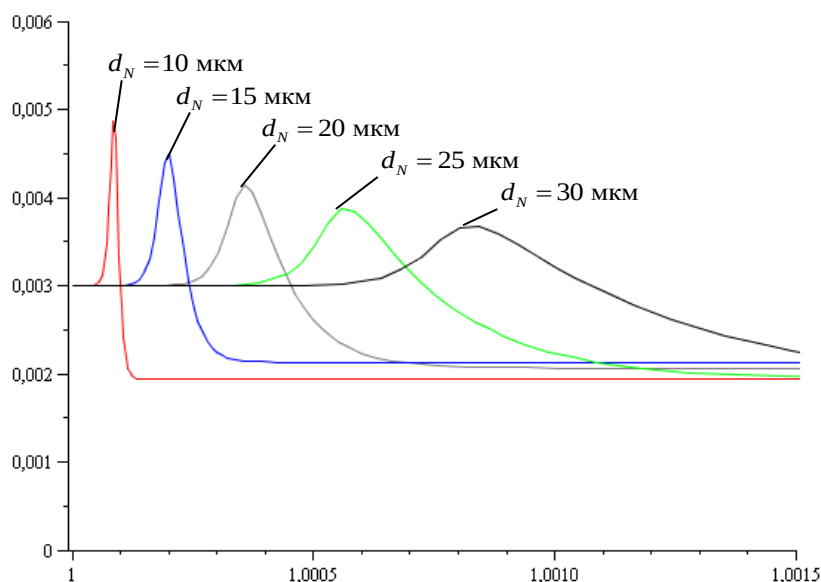


Рис. 3. Траектории частиц диаметром  $d_N$  при пролете вблизи частицы диаметром  $d_1 = 0,01$  м

**Выводы.** Изучена динамика пылевых частиц в потоке свободно падающего полифракционного сыпучего материала. Доказано наличие поперечных перемещений мелких, пылевых частиц,двигающихся со скоростью витания, при их опережении крупными частицами. Данный эффект необходимо учитывать при рассмотрении влияния фракционного состава перегружаемого материала на расходы эжектируемого им воздуха, и, как следствие, при определении объемов аспирации на предприятиях горноперерабатывающей отрасли.

*\*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-08-0007а и программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нейков О.Д., Логачев И.Н. Аспирация и обеспыливание воздуха при производстве порошков. М.: Металлургия, 1981. 192 с.
2. Обеспыливающая вентиляция: монография / В.А. Минко, И.Н. Логачев, К.И. Логачев и др.; под общ. ред. В.А. Минко. Белгород: изд-во БГТУ, 2010. 565 с.
3. Logachev K.I., Averkova O.A., Tolmacheva E.I., Logachev A.K., Dmitrienko V.G., Modeling of Air and Dust Flows in the Range of Action of a Round Suction Funnel Above an Impermeable Plane. Refractories and Industrial Ceramics. 2016. Vol. 57: Pp. 103–107.

4. Liu Ze Qin, 2003. Air entrainment in free falling bulk materials, Doctor of Philosophy thesis, Faculty of Engineering, University of Wollongong.
5. Koichiro Ogata, Katsuya Funatsu, Yuji Tomita. Experimental investigation of a free falling powder jet and the air entrainment // Powder Technology. 2001. Vol. 115. Pp. 90–95.
6. Логачев И.Н., Попов Е.Н. Вероятностно-статистический подход к описанию аэродинамического взаимодействия коллектива падающих частиц с воздухом: случай полифракционного материала // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №12. С. 95–99.
7. Гольцов А.Б., Киреев В.М., Попов Е.Н. Проблемы комплексного обеспыливания при переработке рудных материалов // Сборник трудов № 4. Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2007. С. 123–129.
8. Попов Е.Н., Семиненко А.С. Определение объемов аспирационного воздуха при обеспыливании бункеров // Наука и молодежь в начале нового столетия: Материалы III Международной науч.-практ. конф. Губкин: ИП Уваров В.М. 2010. С. 71–75.
9. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб: Химиздат, 2005. 659 с.
10. Альбом унифицированного и нестандартного оборудования систем аспирации для предприятий по производству силикатного кирпича. Белгород: БТИСМ, 1989. 78 с.

*Информация об авторах*

**Попов Евгений Николаевич**, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

E-mail: evg-popov@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Попов Е.Н., 2018

---

**E.N. Popov**

**MOVING DUST PARTICLES IN A FALLING FLOW OF POLYFRACTION MATERIAL**

*This work is aimed at studying the dynamics of a free-falling flow of a polyfraction bulk material. On the basis of the study of the movement of air masses near the streamlined spherical body, a conclusion has been made about the transverse displacement of small, dust particles moving at the speed of winding, when they are advanced by large particles. This displacement under conditions of a flow moving with significant volumetric concentrations, is able to displace the dust particle into the zone of the aerodynamic shadow, which has outstripped the particle and neighboring particles. When a particle hits the zone of the aerodynamic turbulent wake of neighboring particles, its own aerodynamic effect on the air being ejected by the flow. A similar effect is considered within the framework of the statistical approach proposed by the author to determine the coefficient of aerodynamic drag in a free polyfraction flow of the incident material.*

**Keywords:** aspiration, aerodynamics, polydisperse material, polyfractional material, ejection of air, dynamics of particles, the removing dust ventilation.

---

*Information about the authors*

**Evgeny N. Popov**, Senior lecturer.

E-mail: evg-popov@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in December 2017*

<sup>1</sup>Калачук Т.Г., канд. техн. наук, доц.,<sup>1</sup>Парфенюкова Е.А., ассистент,<sup>2</sup>Конечкая А.А., землеустроитель<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова<sup>2</sup>Администрация Стрелецкого сельского поселения

## ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ БЕСХОЗЯЙНЫХ (БРОШЕННЫХ) ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

tatyana.calachuk@yandex.ru

Работа с брошенными усадьбами является сложной и кропотливой, зачастую связанную с судебными спорами. Для комплексного и более эффективного решения задачи наведения порядка по вопросу брошенных усадеб на территории Белгородской области запущен проект «Белгородская область – территория без брошенных усадеб». Поэтому актуальность темы не вызывает сомнения. В статье приведена классификация бесхозных (брошенных) объектов недвижимости с учетом правового статуса, а также рассмотрены особенности их оформления в муниципальную собственность, приведен алгоритм работы по бесхозным объектам, приведен перечень необходимых документов для обращения к нотариусу с целью вступления в наследство. На сегодняшний день имеются все основания и механизмы для решения вопроса сокращения количества брошенных усадеб и других объектов в рамках действующего законодательства.

**Ключевые слова:** муниципальная собственность, бесхозные объекты, выморочное имущество, ветхое жильё, единый государственный реестр недвижимости, объект недвижимости.

Постоянная системная работа по недопущению наличия на территории муниципального образования бесхозных и брошенных собственниками ветхих объектов недвижимости является прямой обязанностью органов местного самоуправления при реализации ими полномочий в сфере благоустройства территории, градостроительной деятельности, управления муниципальной собственностью, обеспечения первичных мер пожарной безопасности.

Брошенные, неиспользуемые домовладения:

- портят архитектурный облик населенных пунктов, негативно влияют на качество среды обитания, настроение проживающих на территории населенного пункта граждан;

- являются источником санитарной, фито-санитарной и пожарной опасности, риска причинения вреда жизни и здоровью людей с учетом ветхости их конструкций;

- могут быть использованы в противоправной, преступной деятельности, являться предметами незаконных сделок, местами фиктивной регистрации, сбора асоциальной категории граждан.

С учетом правового статуса выделяются три типа брошенных объектов недвижимости: бесхозное, выморочное и бесхозно содержимое недвижимое имущество.

1. *Бесхозное.* В отношении бесхозного имущества на уровне федерального законодательства уже более 15 лет четко урегулирована процедура его оформления в муниципальную собственность. В статье 225 Гражданского кодекса Российской Федерации дано определение бесхозной вещи – это вещь, которая не имеет собственника или собственник которой неизвестен либо, от права собственности на которую собственник отказался.

Бесхозные недвижимые вещи принимаются на учет органом, осуществляющим государственную регистрацию прав на недвижимое имущество, по заявлению органа местного самоуправления, на территории которой они находятся, в порядке, определенном Положением о принятии на учет бесхозных недвижимых вещей, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 сентября 2003 г. № 580.

Алгоритм работы по бесхозным объектам:

- обеспечение постановки на кадастровый учет;
- сбор документов из реестров государственной и муниципальной собственности и архивов БТИ об отсутствии сведений о правах;
- постановка на учет в качестве бесхозного в Росреестре (ЕГРН);
- признание права в судебном порядке (через 1 год);

– регистрация права муниципальной собственности в ЕГРН.

При получении сведений от уполномоченных органов согласно запросов и изготовлении технической документации на объект недвижимости и межевого плана на земельный участок, орган местного самоуправления направляет заявление и материалы по конкретному объекту недвижимости в Управление Росреестра по Белгородской области для постановки его на кадастровый учет и государственный учет как бесхозяйную вещь, руководствуясь при этом требованиями Постановления Правительства Российской Федерации от 17 сентября 2003 года № 580.

С момента постановки бесхозяйного объекта на учет в Управлении Росреестра орган местного самоуправления поселения может принимать решения по временному использованию объекта до момента регистрации в муниципальную собственность, либо снятия с учета данного объекта, как бесхозяйного.

По истечении одного года со дня постановки объекта недвижимости (домовладения, земельного участка) на государственный учет и отсутствии заявлений от других лиц, претендующих на него, орган местного самоуправления обращается с иском в Арбитражный суд, с приложением всего сформированного пакета необходимых документов по конкретному объекту о признании права муниципальной собственности поселения.

На основании вынесенного и вступившего в законную силу судебного решения о признании права собственности муниципального образования на бесхозяйное имущество (домовладение, земельный участок), сформированные в установленном порядке документы направляются в Управление Росреестра по Белгородской области, который производит государственную регистрацию права муниципальной собственности на объект, с выдачей выписки из ЕГРН установленного образца.

В соответствии с зарегистрированным правом муниципальной собственности на пустующее домовладение, в том числе вместе с земельным участком, а также бесхозный земельный участок, орган местного самоуправления выносит решение о его дальнейшем использовании в установленном законодательством порядке.

**2. Выморочное.** Формирование правовых основ для оформления выморочного имущества, включая земельные участки, в муниципальную собственность на федеральном уровне было завершено в 2013 году, когда были внесены изменения в часть третью Гражданского кодекса РФ, предусматривающие поступление в муниципальную собственность выморочных земельных участков с расположенными на них зданиями.

Алгоритм работы по объектам, относящимся к выморочному имуществу:

– сбор документов, подтверждающих отсутствие наследников;

– подача заявления нотариусу о выдаче свидетельства о праве на наследство по закону на выморочное имущество и получение соответствующего свидетельства;

– в случае отказа нотариуса в выдаче свидетельства о праве на наследство по закону в судебном порядке – обращение в суд о признании права муниципальной собственности;

– признание права в судебном порядке;

– регистрация права муниципальной собственности в ЕГРН на основании выданного нотариусом свидетельства или на основании решения суда;

– признание ветхих жилых домов непригодными для проживания, снос объектов и снятие с регистрационного учета. В отношении оформленных земельных участков с разрушенными строениями, не имеющими статус объекта недвижимости, – проведение работ по вывозу мусора, благоустройству территории (по мере оформления в муниципальную собственность).

Определение «выморочного имущества» содержится в пункте 1 статьи 1151 ГК РФ, в которой также говорится, что для приобретения выморочного имущества принятие наследства не требуется. Это означает, что при переходе выморочного имущества в собственность муниципального образования акта принятия наследства не требуется: считается, что муниципальное образование приобрело наследство в силу действия ст. 1151 ГК РФ. Статья 1153 ГК РФ определяет способы принятия наследства.

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23.07.2013 г. № 223-ФЗ «О внесении изменений в статью 1151 части третьей Гражданского кодекса Российской Федерации» в порядке наследования по закону в собственность городского или сельского поселения переходит выморочное имущество, находящееся на соответствующей территории. По смыслу статьи 1151 ГК РФ принятие выморочного имущества – жилого помещения и земельного участка с расположенным на нем зданием в собственность сельского поселения – это обязанность муниципалитета, а не право.

В соответствии с действующим законодательством переход выморочного имущества в порядке наследования в собственность муниципальных образований имеет ряд особенностей:

– для приобретения выморочного имущества принятие наследства не требуется (п.1 ст.1152 ГК РФ);



– отсутствует возможность отказаться от принятия наследства (п.1ст.1157 ГК РФ).

Свидетельство о праве на наследство по закону выдается муниципальному образованию в соответствии с ч.3п.1 ст.1162 ГК РФ с соблюдением норм ст.72 Закона РФ от 11.02.1993 № 4462-1 «Основы законодательства Российской Федерации о нотариате».

По общему правилу принятие наследства осуществляется путем подачи нотариусу по месту открытия наследства письменного заявления, в котором наследник просит в письменной форме выдать свидетельство о праве на наследство.

Заявление нотариусу о выдаче свидетельства о праве на наследство по закону в отношении имущества, переходящего в порядке наследования в собственность муниципального образования, подает глава муниципального образования, руководитель органа местного самоуправления, если для него такие полномочия предусмотрены уставом муниципального образования, либо любое уполномоченное ими лицо.

Для оформления свидетельства о праве на наследство установлен единый порядок, который по аналогии распространяется на выдачу свидетельства о переходе выморочного имущества в порядке наследования по закону. Официальный документ, подтверждающий право на наследство, выдается нотариусом по месту открытия наследства.

Для обращения к нотариусу необходимо предоставить ряд документов, оговоренных в Законе РФ от 11.02.1993 № 4462-1 «Основы законодательства Российской Федерации о нотариате». При оформлении наследственных прав на выморочное имущество, законодательно утвержден порядок совершения нотариальных действий. Их целью является проверка ряда обстоятельств посредством изучения необходимых документов.

Согласно ст.72 Основ нотариус при выдаче свидетельства о праве на наследство по закону путем истребования соответствующих доказательств проверяет факт смерти наследодателя, время и место открытия наследства, наличие отношений, являющихся основанием для призвания к наследованию по закону лиц, подавших заявление о выдаче свидетельства о праве на наследство, состав и место нахождения наследственного имущества.

Кроме заявления, нотариусу необходимо предъявить:

– свидетельство о смерти наследодателя или справку об актовой записи о смерти наследодателя;

– справку о последнем месте жительства наследодателя;

– устав муниципального образования, свидетельство о государственной регистрации (ОГРН), свидетельство о постановке на учет в налоговом органе (ИНН);

– паспорт обратившегося к нотариусу лица и документы, подтверждающие его полномочия;

– правоустанавливающие документы, подтверждающие факт права собственности наследодателя на наследственное имущество.

Состав и место расположения наследственного имущества подтверждаются обязательным представлением документов: справка о наличии, составе, местоположении, физическом износе, оценке на день смерти наследодателя, кадастровый паспорт на жилое помещение и земельный участок.

В конкретных случаях нотариус может запросить и иные необходимые для выдачи свидетельства о праве на наследство документы.

При получении отказа нотариуса о выдаче свидетельства осуществляется подача искового заявления в суд о признании права муниципальной собственности на объект, имеющий признаки выморочного имущества.

В случае положительного судебного решения, направляется обращение в Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области с заявлением о регистрации права собственности.

В соответствии с зарегистрированным правом муниципальной собственности на пустующее домовладение, в том числе вместе с земельным участком, а также бесхозный земельный участок, орган местного самоуправления выносит решение о его дальнейшем использовании в установленном законодательством порядке.

3. *Бесхозяйственно содержимое имущество.* Бесхозяйственно содержимое имущество – это имущество, у которого имеется собственник и который не обеспечивает его надлежащее содержание, что приводит к ветшанию и разрушению объекта недвижимости.

Алгоритм работы с бесхозяйственно содержимыми объектами в собственности граждан и юридических лиц:

1. Установление адреса собственника;

2. Уведомление собственника о несоблюдении правил благоустройства и содержания жилых помещений, недопустимости бесхозяйственного обращения с жильем, приводящего к его разрушению. В данном уведомлении собственник должен быть предупрежден о необходимости устранения нарушений с указанием разумного срока для их устранения, а также о возможности изъятия бесхозяйственного содержимого жилья в случае непринятия им мер по приведению его в

надлежащее состояние (статья 293 ГК РФ). Одновременно собственнику должно быть предложено отказаться от права в пользу муниципального образования, если он не намерен восстанавливать дом и использовать его;

3. Привлечение собственника к административной ответственности за нарушение правил благоустройства в соответствии со статьей 2.11 закона Белгородской области «Об административных правонарушениях на территории Белгородской области», в том числе повторное в случае не устранения нарушений;

4. Проведение комиссионного обследования объекта и составление акта, подтверждающего, что собственник после его уведомления не принял мер по устранению нарушений в части бесхозного содержания жилья;

5. Направление искового заявления в суд об изъятии объекта путем продажи с публичных торгов.

6. Проведение публичных торгов. Продажа объекта заинтересованному лицу, либо приобретение в муниципальную собственность;

7. Оформление объекта в муниципальную собственность в случае добровольного отказа от права, либо по результатам приобретения с публичных торгов;

8. Признание ветхих жилых домов непригодными для проживания, снос объектов и снятие с регистрационного учета. В отношении оформленных земельных участков с разрушенными строениями, не имеющими статус объекта недвижимости – проведение работ по вывозу мусора, благоустройству территории (по мере оформления в муниципальную собственность).

Также в дальнейшей работе органы местного самоуправления поселений должны:

— оказывать содействие собственникам, готовым осуществить снос ветхого объекта за счет собственных средств, в заключение договора для выполнения работ и вывоз мусора;

— оказывать содействие собственникам, намеренным продать объект, в поиске покупателей.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что работа с брошенными усадьбами является сложной и кропотливой, зачастую связанной с судебными спорами. Однако на сегодняшний день имеются все основания и механизмы для решения вопроса сокращения количества брошенных усадеб и других объектов в рамках действующего законодательства.

Для комплексного и более эффективного решения задачи наведения порядка по вопросу брошенных усадеб на территории Белгородской области запущен проект «Белгородская область –

территория без брошенных усадеб», с участием всех администраций муниципальных образований.

Результатом данного проекта будет являться:

— отсутствие ветхих, полуразрушенных усадеб, имеющих неприглядный вид;

— все пригодные для проживания усадьбы, относящиеся к выморочному или бесхозному имуществу, оформлены в муниципальную собственность и включены в жилищный фонд социального использования;

— налаженная четкая система выявления бесхозных, выморочных, неиспользуемых объектов «по горячим следам», их оформления в муниципальную собственность в досудебном (нотариальном) и судебном порядках, принятия мер к собственникам (наследникам) неиспользуемых объектов с целью побуждения к отказу от права в пользу муниципалитета, продажи либо приведения объектов в соответствие с установленными требованиями.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданский Кодекс РФ.
2. Земельный Кодекс РФ.
3. Градостроительный кодекс РФ.
4. Федеральный Закон № 218 от 13.07.2015г. «О государственной регистрации недвижимости».
5. Решение от 4 сентября 2012 г. № 499 «Об утверждении положения об учете и приобретении права муниципальной собственности на бесхозное недвижимое имущество, расположенное на территории Белгородского района».
6. Ширина Н.В., Смурова Н.С., Калачук Т.Г. Кадастровая оценка и налогообложение объектов коммерческого назначения, расположенных на территории г. Белгорода // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1. С. 1–10.
7. Ширина Н.В., Калачук Т.Г. Мониторинг в системе управления земельными ресурсами // Устойчивое развитие АПК: рациональное природопользование и инновации: материалы I Международной заочной научно-практической конференции. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2011. С. 173–175.
8. Ширина Н.В., Гайворонская И.А., Затолокина Н.М. Законодательные изменения в процедуре государственной кадастровой оценки объектов недвижимости // Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2011.

*Информация об авторах*

**Калачук Татьяна Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: tatyana.calachuk@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Парфенюкова Елизавета Артуровна**, ассистент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: elizaveta.sarhanova@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Конецкая Анастасия Андреевна**, землеустроитель.

E-mail: anastasia.k@yandex.ru

Стрелецкое сельское поселение муниципального района «Белгородский район» Белгородской области.

Россия, 308511, Белгородская область, Белгородский район, село Стрелецкое, ул. Королева, 36.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Калачук Т.Г., Парфенюкова Е.А., Конецкая А.А., 2018

---

**T.G. Kalachuk, E.A. Parfenyukova, A.A. Koneckaya**

**DESIGN FEATURES IN THE MUNICIPAL PROPERTY OF OWNERLESS (ABANDONED)  
OF REAL ESTATE OBJECTS ON THE TERRITORY OF BELGOROD REGION**

*Work with abandoned estates is a complex and painstaking, often associated with litigation. For a complete and more effective solution of the problem of restoring order on the issue of abandoned estates in the Belgorod region started the project "Belgorod region - the territory without abandoned estates". Therefore, the relevance of the topic is not in doubt. The article presents the classification of ownerless (abandoned) of the property subject to the legal status and the peculiarities of their registration in the municipal property, the algorithm works on ownerless objects, given a list of required documents to apply to the notary with the purpose of entry into the inheritance. Today there are all grounds and mechanisms to address the issue of reducing the number of abandoned farmsteads and other objects in the framework of current legislation.*

**Keywords:** *municipal property and ownerless objects, unclaimed property, dilapidated housing, the unified state register of real estate property.*

---

*Information about the authors*

**Tatyana G. Kalachuk**, PhD, Assistant professor.

E-mail: tatyana.calachuk@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Elizabeth A. Parfenyukova**, Postgraduate student.

E-mail: elizaveta.sarhanova@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Anastasiya A. Koneckaya**, surveyor.

E-mail: anastasia.k@yandex.ru

The administration of the rural settlement Streletsky

Russia, 308511, Belgorod oblast, Belgorod region, village Musketeers, Queen st., 36.

---

*Received in December 2017*

Горожанкин В.К., ст. преп.,  
Храбатина Н.В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## СЛОИ ФОРМЫ В АРХИТЕКТУРНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ\*

vk.goro@yandex.ru

*Создавая язык индустриального искусства, модернизм изменил предмет репрезентации. В центре внимания модерниста находится индустриальная технология и средства тиража искусных форм. Композиция, транслировавшая в мир темы гармонии средствами симметрии и пропорций, теперь обнаружила проблемы конструирования, индустриального монтажа, коллажа, декомпозиции, деконструкции. Это актуализирует область экспозиции, сосредоточенной на сюжетах иконолического и символического мышления в искусстве и архитектуре. Рассмотрены средства и понятия многослойного моделирования формы в предмете экспозиции, методы суперпозиции, суперграфики и деколлажа.*

**Ключевые слова:** экспозиционная структура, позиционирование слоёв, сюжет формопреобразования.

Категория «форма» лежит в центре теории композиции, так как композитор создаёт цельную художественную форму. Термин используется в двух значениях: как результат композиционного процесса и как собственно процесс, который задействует средства для сборки материала произведения «в ком» – не выходящее за внешнюю границу структурное единство «позиций» массы относительно центра [11].

Экспозицией мы называем предмет, дополнительный композиции в теории формообразования: не только композитор, но и зритель создают художественную форму. Экспозиция организует пространственно-временное единство образов формы – её «визуальные слои», – «виды», – выстроенные в последовательность по одному или двум направлениям. Однонаправленный ряд изображений формы – «транспозиция» или двухмерный ряд изобразительных слоёв – «матрица точек зрения», не имеют внешнего контура, их характеризует закономерность преобразования формы в «структурированное пятно». Экспозиционный каркас структурирует пятно, подобно тому, как каркас симметрий регулирует форму в предмете композиции.

**Метод фрактальных итераций.** Симметрию «самоподобия» (раздел новомодной фрактальной геометрии) характеризуют процедуры формопреобразования – итерации, создающие новые визуальные слои форм, направленные вовнутрь экспозиционного каркаса, – инцентрированные «экспозиционные структуры» (рис.1) [13].

**Метод суперпозиции** основан на визуальном расслоении формы, «позиционировании её слоёв» и их соединение в комбайн слоевой формы. Формы «самоделок» из подручных мате-

риалов, – «бриколаж» арт-объектов, был популяризован постмодернизмом как метод соединения прошлого с настоящим, используемый начиная с 75 г в архитектуре, в частности, в постройке Дюссельдорфского музея Джеймса Стирлинга, составленной из ротонды, греческой стои, кампаниллы, амфитеатра и других узнаваемых архетипов [6]. Но уже в 1983-м этот метод явился «пропуском» в лауреаты международных проектов на Парк де ла Виллет в Париже для Р. Колхаса и Б. Чуми (рис. 2). Разница между двумя проектами в наименовании морфологии 5 слоёв у Колхаса (полосы, конфетти, циркуляция, композиция пятен, связи) и трёх слоёв у Чуми (линии, точки, поверхности), из которых строился «сборочный чертёж» [12]. Может быть более простая, «геометризованная» морфология у Чуми принесла победу этому коллективу проектировщиков. Очевидна экспозиционная морфология объектов-павильонов, представляющая модификации базового куба с ребром 10 м., и названная «фолли» (глупость) [5].

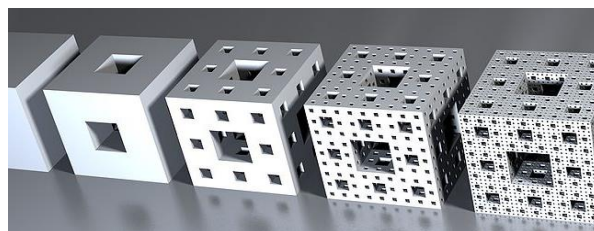


Рис. 1. Геометрический фрактал «губка Менгера» в процессе пяти итераций

Термин суперграфика ввёл архитектор Ч. Мур [13]. **Метод суперграфики** – основан на активном взаимодействии цветового пятна с другими слоями архитектурной морфологии. Метод утверждался в создании новой композиционной

целостности на основе сюжетов зрительного разрушения или усиления реальной геометрии и сегодня трактуется наложением «визуального слоя» на «объект» (рис. 3) [9]. Все продукты экспозиции основаны на конфликтующих структурах – в противостоянии характеров, на контрасте форм, поэтому, ведущей категорией теории экспозиции является «тема» и раскрывающий тему «сюжет» развития и преобразования формы. Например, тема использования цвета, в качестве формообразующего средства, может рассматриваться как «графика контуров пятен», смягчающих ритм вертикалей, организованных формами архитектуры (рис. 3), так и динамика цветовой насыщенности от серого (отсутствие цвета) до красного (рис. 4).

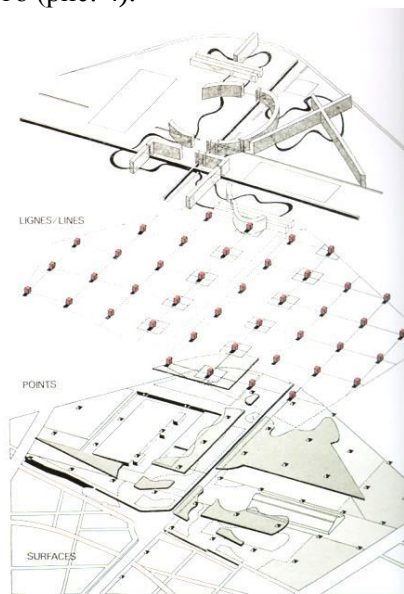


Рис. 2. Б. Чуми «Линии, точки, поверхности» – слои в парке «де ла Виллетт», Париж, 1979–1989



Рис. 3. Ф. Риети. «Облака» – тема атектоничной суперграфики в квартале «Стержни Дефанса» в пригороде Парижа, 1972

С теорией цветовой гармонии после И.В. Гёте работали Йоханес Итен – в Германии, Казимир Малевич – в России, Пит Мондриан и Тео Ван Дусбург – в Голландии. [7], [1]. Две картины Малевича обозначили явление супрематизма: «чёрный квадрат», мысль о котором появилась в сценографии «Победа над Солнцем» (1913 г.), а первая картина была представлена на выставке «0,10» (1915 г.) [10]. Вторая картина «чёрный диск на белом» построена на смещении круга от центра квадратного поля, что вызывает эффект «вибрирования» фигуры в картинном пространстве; основу которого с позиций визуального мышления объяснил Р. Арнхейм [2]. Многократное сканирование рамы картины, выделение фигуры из фона, сопровождается работой глазных мышц, которую сознание относит к свойствам объекта восприятия – его силовым полям. Отсюда разные динамические характеристики картин и эффекты динамики архитектурных форм [3].

Экспозиция В. Вазарелли аналогична «чёрному квадрату» и «чёрному диску» К. Малевича одновременно (рис. 4). Убийственную унылость «чёрного квадрата» он преодолел неравномерным освещением перфорированных пластин, одна половина которых пробита круглыми отверстиями, вторая квадратными. Транспозиция отверстий по двум направлениям создала эффект мерцания фона, который то отстаёт от формы, то наоборот, форма вливается в фон. Статичность «квадрата Малевича», в котором подготовленные зрители наблюдали трапецию вместо квадрата, или в кракелюрах видели потоки адской лавы, Вазарелли преобразовал в динамичное мерцание света и тени слоёв полированного металла [1].

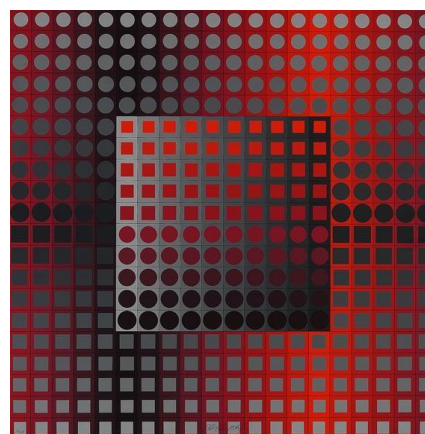


Рис. 4. В. Вазарелли, «открыл» экспозицию в манере оп-арт

Гений совместил противоположности – статику квадрата и динамику диска – в «динамичный квадрат Вазарелли». Отметим, что контекст предстояния картин Малевича, делает нас свидетелями **диалогического мышления** художника



[11]. Диалог не свойство картины, но способность визуального мышления к рефлексии, которая явилась положительным итогом культуры модернизма.

Возвращаемся к «суперграфики», освоенной в работах поп-арта, в частности, у Мартиана Райса – почитателя метода деколлажа. Как участник французского движения «новых реалистов», он развивал определённый критиком Пьером Рестани метод «поэтической переработки городской, промышленной и рекламной реальности» [4]. Его деколлажи представляют разбор композиции, расчленение готовой картины и замену или изъятие из неё «лишнего». В коллаже «жизнь так сложна» Райс счёл «лишним» достоверность «овала лица», благодаря чему усилился обобщённый характер округлостей, выразивший тему «женственности» (рис. 5). Метод деколлажа позволяет поэтическое преобразование материала и включает операции кадрирования, дефрагментации и монтажа (рис. 6).



Рис. 5. Мартиан Райс.  
«Жизнь так сложна», Париж, 1966.

Приёмы экспозиционной сборки сочетаются с перестановкой, поворотом, масштабированием и другими операциями преобразований формы методом деколлажа (рис. 7).



Рис. 6. Работа с формой по методу деколлажа

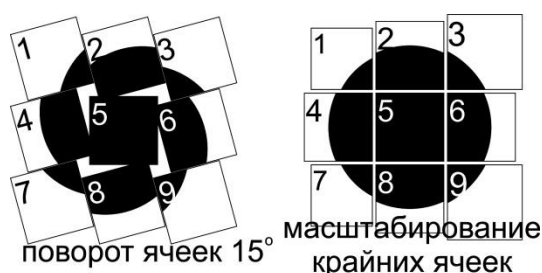


Рис. 7. Операции формопреобразования методом деколлажа

Дематериализованный фасад разноцветных панелей, названный «Pixel» архитекторами Studio 505, которые тем самым дали название офисному зданию в Мельбурне, – характерный пример суперграфики, которая всё чаще, принимается средством экспозиции. Пикселизованный фасад, был дополнен озеленённой крышей, системами очистки «серой» воды, оборудованием вакуумных спусков в туалетах, системой анаэробной переработки отходов, что позволяет офисам работать без использования городского водопровода. Экраны с солнечными батареями, двухслойное остекление, ветряки нового типа на крыше, полностью обеспечивающие «Пиксель» электроэнергией, и другие новации, постепенно раскрывают посетителю смысл квалификации офисного здания как «зелёной архитектуры», символом которой стал фасад из разноцветных панелей дополнительных цветов (рис. 8).

Рассмотренные в статье методы создания экспозиционных структур свидетельствуют о возможностях логической организации и контроля за средствами и темой формообразования, которые позволяют сократить время поиска и разработки художественно-образной идеи.

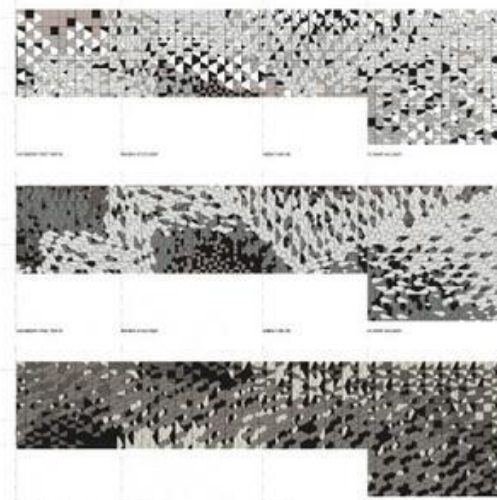


Рис. 8. Studio 505. Офисное здание Pixel. Мельбурн, 2012

*\*Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азизян И.А., Добрицына И.А., Лебедева Г.С. Теория композиции как поэтика архитектуры. М.: Прогресс-Традиция, 2002. 568 с.
2. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М.: Прогресс, 1974. 392 с.
3. Арнхейм Р. Динамика архитектурных форм. М.: Стройиздат, 1984. 192 с.
4. Андреева Е.Ю. Постмодернизм: Искусство второй половины XX – начала XXI века. СПб: Азбука-классика, 2007. 488 с.
5. Горожанкин В.К. Сюжеты тектонических суперпозиций // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. 2016. № 4. С. 47–52.
6. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма. М.: Стройиздат, 1985. 136 с.
7. Ефимов А. В. Полихромия как средство гуманизации городской среды // Архитектура Запада-4: Модернизм и постмодернизм. Критика концепций. М.: Стройиздат, 1987. С 99–105.
8. Итен Й. Искусство цвета. М.: Издатель Д. Аронов, 2004. 52 с.
9. Кравец В.И. Колористическое формообразование в архитектуре. Харьков, Вища школа, 1987. 132 с.
10. Наков А.Б. Русский авангард. М.: Искусство, 1991. 192 с.
11. Ремизова Е.И. Логические структуры композиционного языка архитектуры: Автореф. дисс. д-ра архитектуры. Харьков, 2013. 36 с.
12. Родионов А. Парк XXI века // Архитектура СССР. 1984. №3. С. 114–115.
13. Электронный ресурс «Википедия» [ru-wiki.org/губка Менгера](http://ru-wiki.org/губка Менгера).

#### Информация об авторах

**Горожанкин Валентин Константинович**, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства. E-mail: [vk.goro@yandex.ru](mailto:vk.goro@yandex.ru).

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Храбатина Наталья Викторовна**, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

*Поступила в октябре 2017 г.*

© Горожанкин В.К., Храбатина Н.В., 2018

---

**V.K. Gorozhankin, N.V. Hrabatyna**

### THE SHAPE LAYERS IN THE ARCHITECTURE OF THE EXPOSITION

*Creating a language of industrial art, modernism changed the subject of representation. The focus of the modernist is the industrial technology and means of circulation of artful forms. Composition, broadcasting to the world the theme of harmony by means of symmetry and proportions, have now discovered the problems of construction, industrial installation, collage, decomposition, deconstruction. It actualizes the area of the exhibition focused on the stories of iconic and symbolic thinking in art and architecture. Examines the tools and concepts of multilayer modeling in the subject of exposure, methods of superposition, an supergraphik, dekolazh.*

**Keywords:** *exposition and structure, the positioning of the layers, the plot of formationshouse.*

---

#### Information about the authors

**Valentin K. Gorozhankin**, senior lecturer.

E-mail: [vk.goro@yandex.ru](mailto:vk.goro@yandex.ru).

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Natalia V. Hrabatyna**, senior teacher.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in October 2017*

Шапиро Г.Е., аспирант  
Южный Федеральный Университет

## МЕТОДИКА АРХИТЕКТУРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СИНАГОГ ОБЛАСТИ ВОЙСКА ДОНСКОГО И КАВКАЗСКОГО КРАЯ ПЕРИОДА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

shapirogr@yandex.ru

*В настоящей статье впервые предпринимается попытка формирования архитектурной типологии синагогальных сооружений на территории юга России. Данная классификационная система учитывает планировочную структуру, стилистику интерьера, несущую конструктивную систему, стилистику экстерьера, общую объемную композицию здания, типы размещения в городском контексте на микро и макроуровне. Данный подход был впервые введен в научный обиход профессором Тель-Авивского Университета Рудольфом Кляйном и является инструментом максимального комплексного анализа синагогальных сооружений, помогает выявить основные принципы формообразования, построения планировочной структуры и определить региональную специфику.*

**Ключевые слова:** архитектурная типология, матричный метод, здания синагог, бима, арон-кодеш.

**Введение.** Типология любого сооружения многокомпонентна и направлена на создание логической основы для архитектурного анализа. Типология зданий может быть функциональной, технической, эстетической и т.д. Некоторые типы сакральных сооружений в силу сложившихся архитектурных типов и канонов достаточно легко типизировать, а для некоторых - это является достаточно сложной задачей. Синагоги 19-го века Кавказского края и Области Войска Донского относятся именно к такой группе. В XIX веке на фоне изменения социально-культурного фона иудейских общин синагоги перестали быть сооружениями, жестко регламентируемыми традиционными религиозными законами, кодифицированной системой формообразования и стали примером относительно свободного синтеза стилистических, композиционных элементов, использования различных материалов и конструктивных систем, размеров, размещения [1]. Здания синагог начинают рефлексировать в ответ на соседствующие здания еврейской общины, окружающую архитектурную среду и наследие неиудейских общин. Каждое здание синагоги в девятнадцатом веке является комбинацией вышеупомянутых элементов. Этот открытый подход объясняет богатство жанра. Соответственно, типология зданий синагог может основываться только на распознавании этих элементов и создаваться по каждому из них: типология планировочной структуры, типология принципов формирования объемно-пространственной композиции и т.д.

Типология, основанная на традиционном стилевом подходе, обеспечивала хорошие результаты в исследованиях средневековых и ранних современных синагог до периода барокко.

Некоторые авторы смогли выйти за рамки сугубо архитектурных особенностей и связали некоторые особенности здания с традициями иудаизма. Однако в XIX веке эта методология применима в меньшей степени, так как с 1830-х годов стиль синагоги в традиционном смысле этого слова исчез, и ряд самостоятельных стилистических идиом и архитектурных языков часто смешивались: неоготический, неороманский, неомавританский, модернистский [2]. Это явление было вызвано двумя причинами: господством историзма и трансформацией традиционной, закрытой концепции существования еврейской общины. Историзм предполагал обширную палитру стилеобразующих языков, а еврейские общины постепенно открывались для нееврейского общества. Теоретически иудаизм не предполагал четкой взаимосвязи духовного с архитектурным в связи с запретом изображения божественного в материальных формах. Только несколько принципов регулировали архитектуру синагоги в течение всей истории, такие как: ориентация на восток, разделение полов, существование арон-кодеша и бимы, скрижали завета, и запрет на нееврейские религиозные символы, главным образом креста и полумесяца. Все вышеупомянутые факторы усложняли применение стилистического подхода к исследованиям синагог XIX века.

Таким образом, типологизировать и комплексно исследовать возможно формальные составные элементы синагогального сооружения и их комбинации.

**Методика классификации.** Метод, который использует систему разных критериев для классификации синагог, будет называться комбинаторным методом. Комбинаторный метод



изучения архитектуры постэмансипационной синагоги – свободный выбор и сочетание элементов – по сравнению с более традиционным подходом христианской архитектуры. Еврейские общины были свободны сделать неповторяющийся в другом регионе выбор, создать синтез, отражающий их предпочтения, устремления и экономическую мощь, учитывая возрастающую толерантность и ожидания нехристианского населения [5].

Подобно классической архитектурной типологии, городское местоположение также тщательно изучается с точки зрения непосредственной близости синагоги – ее связи с улицей, соседними зданиями и более широким городским контекстом.

Комплексный или комбинаторный метод типизации синагог девятнадцатого века основан на восьми ключевых критериях, с помощью которых можно классифицировать более 90 % синагог (рис. 1).

(А) тип объемной композиция, основанной на соотношении масс; (В) тип планировочной

структуры, артикуляция, пространственные фокусы (положение бимы, расположение сидящих), масштаб; (С) архитектурный язык (стилистика) интерьера; (D) архитектурный язык (стилистика) внешней формы; (Е) конструктивная система и строительные материалы; (F) размер (количество мест); (G) расположение синагоги в контексте ее непосредственного окружения (на уровне квартала); (H) расположение синагоги в контексте города, населенного пункта. Каждая синагога представляет собой конкретную и относительно свободную комбинацию вышеупомянутых факторов.

Хотя теоретически возможно ввести больше категорий или подкатегорий, определенный процент всегда будет оставаться вне любой системы. Однако, если вводится слишком много критериев и категорий, существует опасность потери ряда параметров. Поэтому наиболее целесообразно для комплексного подхода к типологии использовать перечисленные 8 параметров

|   | A | B | C | D | E                                                                                                                                                                                                              | F         | G | H |
|---|---|---|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|---|
| 1 |   |   |   |   | Стены из самана или глины, конструкция перекрытия из дерева.                                                                                                                                                   | 50>       |   |   |
| 2 |   |   |   |   | Деревянный каркас и перекрытия из дерева                                                                                                                                                                       | 50-100    |   |   |
| 3 |   |   |   |   | Кирпичные /каменные стены, перекрытие из дерева                                                                                                                                                                | 100-200   |   |   |
| 4 |   |   |   |   | Кирпичные / каменные стены, сводчатый потолок, перекрывающий бесстолпное пространство/ кирпичные/каменные стены в сочетании с каменными колоннами и сводчатым потолком при девятиполюевой трехнефной структуре | 200-400   |   |   |
| 5 |   |   |   |   | Кирпичные / каменные стены, чугунные / стальные колонны, деревянный / стальной потолок                                                                                                                         | 400-800   |   |   |
| 6 |   |   |   |   | Металлические колонны (металлический каркас в сочетании с деревянными стенами и потолком                                                                                                                       | 800-1500  |   |   |
| 7 |   |   |   |   | Кирпичные стены, бетонный потолок                                                                                                                                                                              | 1500-3000 |   |   |
| 8 |   |   |   |   | (видимый) монолитный каркас, легкое заполнение                                                                                                                                                                 | 3000 <    |   |   |

Рис. 1. Типологическая матрица зданий синагог Кавказского края и Области Войска Донского

**(А) Общее композиционное решение на основе соотношения масс (первая колонка в матрице)**

Общая композиционная структура является важнейшим параметром синагог девятнадцатого и начала двадцатого века. В этом отношении синагоги могут быть разделены на восемь основных типов, обозначение которых основывается на схожести с определенным архитектурным типом сакрального сооружения другой конфессии или гражданского здания, так как синагога сама по себе не омела канона общего формообразования, а являлась своеобразной рефлексией:

**(А1) тип сельского жилого дома:** простые одноэтажные здания с скатной крышей, которые едва различимы от окружающих домов в сельских поселениях и на окраинах небольших городов. Как правило они идентифицируются рядом символических деталей: круглый проем на фронтоне с шестиконечной звездой.

**(А2) Тип городского дома:** располагаются в центре сельского поселения или небольшого города, не имеют ярко выраженной «синагогообразной» объемной композиции, однако отличаются выраженным «кодифицированным» интерьером, выражающимся на фасадах за счет оконных проемов: два этажа на западной стороне здания (входная группа, лестница в женскую галерею) и двухсветное пространство на восточной половине

**(А3) Протестантско-церковный тип:** синагоги большой вместимости периода «ранней эмансипации» в таких крупных городах, как Баку, Тбилиси, Екатеринослав. Для данного типа синагог характерны классицистические приемы формообразования: центральный фронтон с колоннадой и портиками, тимпан фронтона треугольной формы в проекции. План этажа базиликального типа с положением бимы в центре или в восточной части (в ряде крупных синагог в период с 90-х годов XIX века бима объединяется с арон-кодешем).

**(А4) Тип храма Соломона.** Возникновение образа Храма в Иерусалиме в синагогальных постройках является результатом синтеза влияния Гаскалы и все возрастающего положения еврейского населения в обществе. Подобные синагоги размещались в городах с численностью населения выше среднего. Общая композиционная структура – трехчастная. Синагоги данного типа обычно имеют малоуклонную крышу, не просматриваемую с уровня взгляда, главный западный фасад зачастую в проекции имеет замысловатую симметричную зубчатую форму. Иногда вместо зубцов над центральным порталом мог

быть устроен люнет или тимпан. В решении декоративного убранства экстерьера часто использовался неомавританский стиль.

**А5) Тип фабричного сооружения с минаретами** представляют собой закрытую и простую, малодекорированную композицию с вытянутым планом, двухэтажную, как правило, с минаретами / башнями. Строились такие синагоги в небольших городах и крупных деревнях для небольших общин. Архитектурный максимально прост, строились как правило в кирпичном стиле, в декоре фасадов прослеживаются неомавританские элементы. По общей композиционной структуре этот тип приближается к типу «католической часовни», но с некоторыми отличительными признаками.

**(А6) Дворцовый тип.** Синагоги дворцового типа зачастую не выглядят как синагога или элемент сакральной архитектуры, а как общественное здание, богато декорированное, помпезное, все фасады которого претендуют на главный. Экстерьер часто не реагирует на окружающий городской контекст. На восточном фасаде проектировалось круглое окно (окулус), которое часто заменялось на стандартный оконный проем. Стилистика экстерьера данного типа варьируется от Ронтбоген-стиля и неоренессанса до эклектики и модерна.

**(А7) Тип католической церкви.** Данный тип синагог с двумя доминирующими башнями и вытянутым внутренним пространством располагался в средних и крупных городах. Католическая церковь / тип собора с двумя доминирующими башнями меняет свои пропорции в зависимости от вместимости, но основной принцип формообразования остается неизменным. Кроме того, объемная композиция практически не изменяется в зависимости от расположения в структуре квартала (на отдельном участке, на углу квартала, либо как здание-вставка).

**(А8) Тип византийской церкви.** Этот тип связан с идеей ориентации на ориентальную архитектуру – восточный византийский тип сакрального сооружения в европейском контексте. Стилистически этот тип обычно связан с византийской архитектурой, но иногда происходит обращение в неоренессансу, неомавританскому стилю или модерну. Очень часто эти стили в экстерьере смешиваются.

**(В) Внутреннее пространство** – тип планировочной структуры, пропорции, артикуляция, пространственные фокусы (второй столбец в матрице):

**(В1) Безстолпный тип:** свободное от колонн удлиненное зальное пространство с бимой, не являющейся частью конструктивной системы, как

правило расположенной в геометрическом центре. Эзрат-нашим располагался с одной (западной) стороны.

(B2) Девятиполевой тип – с девятью полями сводов и центрально расположенной бимой.

(B3) Трехнефный тип с незафиксированным положением бимы, цилиндрический свод, ось которого совпадает с центральной осью молитвенного зала, соединена с вертикальными конструкциями, разделяющими план на нефы; женская галерея U-образная, прерывается несущими стенами на 2 продольных и 1 поперечный участки.

(B4) Трехнефный тип с незафиксированным положением бимы, независимые конструкции сводов над боковыми и центральными нефами и входным узлом, непрерывная U-образная галерея, две западные лестницы;

(B5) Трехнефный тип с незафиксированным положением бимы, независимые конструкции сводов над боковыми и центральными нефами и входным узлом, непрерывная U-образная галерея, четыре лестницы;

(B6) Правильный восьмиугольник, свободное расположение бимы, непрерывная кольцевая галерея, центрально расположенный купол.

(B7) Квадратный план, центрально расположенный купол, четыре лестницы.

(B8) Модернистская планировочная структура: прямоугольная форма плана, свободное внутреннее пространство, незафиксированное положение бимы.

Самые распространенные типы планировочной структуры - B1 и B2 и зародились еще в XVII веке. Девятиполевая структура синагог сохранялась почти на протяжении трехсот лет, сменяя стилистику экстерьера: от ренессанса до романтизма, что доказывает гипотезу об отсутствии прямых связей между внутренним пространством (которое главенствует) и внешней оболочкой в зданиях синагог.

В XIX веке происходят самые кардинальные изменения в формировании планировочной структуры синагог за всю историю синагогального зодчества. Самое главное из изменений – исчезновение двух фокусов в интерьерном пространстве: центральное расположение бимы и арон кодеша у восточной стены [10].

(C) **Стилистика интерьера** (третья колонка в матрице).

Принимая во внимание, что синагоги редко отличаются чистым стилем, можно выделить следующие категории: поздний барокко, называемый Zopf (C1); Неоклассический (C2); Романтический – Рандбогенстиль (C3); Неоготический, относительно редкая версия в чистом виде, хотя она часто появляется в сочетании с некоторыми

другими стилистическими вариантами (C4); Ориентальные мотивы (C5); Эклектичный стиль (C6); Ранний модерн (сдержанный, малодекорированный) (C7); Поздний модерн, обращение к стилю средней Азии (особое место в формировании оказал архитектор Я. Гевирц) (C8).

(D) **Стилистика экстерьера** (четвертый столбец в матрице).

Типы стилевых направлений внешнего убранства синагог практически идентичны стилям интерьеров. Не всегда стилистика экстерьера идентична стилистике интерьера. Интерьер отвечал потребностям непосредственно общины, а экстерьер выполнял репрезентативную роль в нееврейском контексте. До 1870-х годов экстерьеру уделялось значительно меньшее внимание, чем интерьеру, однако к концу XIX века стилистический разрыв значительно сузился.

(E) **Конструктивные решения и строительные материалы** (пятая колонка в матрице).

Структура несущих конструкций и строительные материалы в зависимости от региона значительно различались. Можно выделить следующие типичные случаи: стены из самана или глины, конструкция перекрытия из дерева (E1); деревянный каркас и перекрытия из дерева (E2); кирпичные / каменные стены, перекрытие из дерева (E3); кирпичные / каменные стены, сводчатый потолок, перекрывающий бесстолпное пространство/ кирпичные/каменные стены в сочетании с каменными колоннами и сводчатым потолком при девятиполевой трехнефной структуре (E4); кирпичные / каменные стены, чугунные / стальные колонны, деревянный / стальной потолок (E5); металлические колонны (металлический каркас в сочетании с деревянными стенами и потолком (E6); кирпичные стены, бетонный потолок (E7); (видимый) монолитный каркас, легкое заполнение (E8).

(F) **Размер - вместимость** (шестой столбец в матрице).

Несмотря на то, что геометрический размеры синагог не имеет строгой привязки к вместимости, этот параметр все же является достаточно важным.

Введем следующую градацию по количеству мест: 50 > (F1); 50-100 (F2); 100-200 (F3); 200-400 (F4); 400-800 (F5); 800-1500 (F6); 1500-3000 (F7); 3000 < (F8).

Интересно, что размер синагоги не обязательно соответствует внешнему виду. Некоторые композиционные типы почти полностью не связаны с их размером: например, тип Храма Соломона (A4) может иметь 200 мест (небольшая синагога) или 1000 мест (большая синагога). Однако такой тип синагоги, как тип византийской

церкви (А8) редко проектировался на количество мест меньше 800.

**(Г) Отношение синагоги к ее ближайшему окружению – городской микроконтекст** (седьмой столбец в матрице).

Синагога в ее микроконтексте – непосредственном окружении, включая здания еврейской общины, может располагаться в следующих позициях:

Синагога в небольшом городе или поселке, расположенная в центре двора или квартала, не просматриваемая с улицы. Как правило, является самостоятельной постройкой, не примыкающей к соседним зданиям (G1); Синагога в городе или поселке, обращенная продольной стороной на улицу. Располагается как по красной линии, так с некоторым заглублением. При данном расположении стилистически и композиционно здание синагоги максимально интегрируется в ткань квартальной застройки (G2); сельская / городская / пригородная синагога в структуре квартала или дворового пространства. Воспринимается с улицы, но отделена от соседствующих зданий (ось синагоги перпендикулярна фасадной линии улицы) (G3); синагога в крупном городе, в совокупности со вспомогательными зданиями образующая единый ансамбль. От окружающей застройки комплекс отделен. (G4); городская синагога на угловом участке, (G5); крупная городская синагога на отдельном участке, с западным фасадом, выходящем на площадь (G6); крупная городская синагога на берегу реки, обычно одна боковая сторона обращена к набережной, другая - к главной улице, с или без открытой площади перед западным фасадом G7; городская синагога в структуре жилого образования, занимающая полный первый этаж или первый этаж и мезонин, G8.

**(Н) Отношение синагоги к макроконтексту: к городу, населенному пункту** (восьмой столбец в матрице)

Эта классификация основана на информации о еврейской топографии (от штетла до губернского города) и связана с визуальным взаимодействием с городской застройкой и существующими нееврейскими сакральными сооружениями. Возможны следующие ситуации: вне ткани городской застройки: евреи часто рассчитывали на расширение городов во второй половине девятнадцатого века и покупали более дешевые участки вдали от центра города (Н1); в промежуточном пространстве между центральной частью городской застройки и границей населенного пункта. В случае, если речь идет о городе с ярко выраженной границей центральной части (например, крепостной стеной) синагога будет располагаться за периметром. (Н2); на окраине центральной части городской застройки, внутри

периметра в случае городов-крепостей (Н3); синагога располагается в поселке или небольшом городе в пространстве между периферией и центральной частью или на границе периметра плотной застройки (на малозначимом с градостроительной точки зрения и не просматриваемом с центральных точек месте). (Н4); в городах с двумя этнолингвистическими группами. Одна синагога располагается на границе периметра городской застройки (без визуального контакта с исторической застройкой), вторая синагога располагается в периферийной части города (Н5); в случае, когда в городском пространстве существует старая и более современная части, меньшая по размеру синагога располагается в старой части, более крупная располагается в новой части и взаимодействует с окружающей застройкой. (Н6); синагога между двумя городскими поселениями в случае городов с двумя ядрами (Н7); равнозначные по степени взаимодействия с окружающей застройкой синагоги в каждой агломерации в случае городов со старым центром и более новыми спутниками (Н8).

**Выводы.** Результаты исследования показали, что создание типологии традиционными методами архитектуроведения, основанными на стилистическом подходе, дают меньше результатов, чем более сложная методология, которая включает в себя больше факторов, поскольку: (а) эволюция планировочной структуры синагоги, объемная композиция, а также контекстно-урбанистические факторы в значительной степени независимы друг от друга, (б) для синагогальной архитектуры не характерно традиционное понятие стиля – подразумевается прикрепленная к внутренней структуре оболочка, внешняя форма является своеобразным языком диалога с окружающим контекстом.

В данном исследовании предлагается иной подход к классификации - матричный метод, основанный на введении восьми критериев.

Исследование наглядно демонстрирует определенную свободу, с которой архитекторы еврейских общин формируют синагогальный комплекс из доступных «модульных элементов» – соотношение масс, планировка, структура, стиль (внутренний и внешний), контекстуальные факторы. Матричный метод дает представление о том, как в архитектуре синагог трансформируется категория стиля и создается открытый многоуровневый диалог с его культурной и пространственной средой.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бернштейн-Вишницер Р. Искусство у евреев в Польше и Литве // История евреев в Рос-

сии. (Под ред. Браудо А.И., Вишницер М.Л., Гесен Ю. и др.). М.: Мир, 1914. Т.ХІ. История еврейского народа. Т.1. С. 390–405.

2. Жолтовский П.Н. Памятники еврейского искусства // Декоративное искусство СССР. 1966. № 9. С. 28–33.

3. Макушенко П.И., Петрова З.А. Народная архитектура Закарпатья. Под ред. Ю.А. Нельговского. К.: Госстройиздат УССР. 1956. 162 с.

4. Хаймович Б. Подольское местечко: пространство и формы // 100 еврейских местечек Украины. Подolia: Исторический путеводитель. Иерусалим. СПб. 1998. Изд.2. Вып.1. С. 43–76.

5. Яргина З. Деревянные синагоги // Шедевры еврейского искусства. 1993. №5. С. 319–361.

6. Wishnitzer R. The Architecture of the European Synagogues. Philadelphia: The Jewish Publication Society of America. 1964. 600 с.

7. Dominique Jarrassé, Synagogues: Architecture and Jewish Identity. Paris. 2001. 250 с.

8. Ivan Kalmar. Moorish Style: Orientalism, the Jews, and Synagogue Architecture // Jewish Social Studies. № 7. 2001. С. 68–100.

9. Keßler, Katrin. Ritus und Raum der Synagoge. Petersberg. 2007. 120 с.

10. Rachel Hachlili. Ancient Jewish Art and Archaeology in the Diaspora. Leiden. 1998. 245 с.

11. Rivka and Ben-Zion Dorfman. Synagogues without Jews and the Communities that built and used them. Philadelphia. 2000. 380 с.

12. Zoya Yargina. Wooden Synagogues. Moscow. 1993. 120 с.

13. Bracha Yaniv. Praising the Lord: Discovering a Song of Ascents on Carved Torah Arks in Eastern Europe // Ars Judaica. 2006. № 2. С. 83–102.

14. Maria and Kazimierz Piechotka, Brama Nieba. Bóznice murowane na ziemiach dawnej Rzeczypospolitej. Warsaw. 1999. 138 с.

15. David Kaufman. Shul with a Pool: The "Synagogue-Center" in American Jewish History. Hanover and London. 1999. 290 с.

16. Laura Rachel Felleman Fattal. American Sephardi Synagogue Architecture. Jewish Art 19-20. 1993–1994. С. 22–44.

#### Информация об авторах

**Шапиро Григорий Ефимович**, аспирант кафедры истории архитектуры, искусств и архитектурной реставрации, ассистент.

E-mail: shapirogr@yandex.ru

Южный Федеральный Университет.

Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пр. Буденновский, д. 39.

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Шапиро Г.Е., 2018

**G.E. Shapiro**

### **THE METHOD OF ARCHITECTURAL CLASSIFICATION OF SYNAGOGES ON THE TERRITORY OF THE DON REGION AND CAUCASUS DURING THE PERIOD OF THE SECOND PART OF XIX – THE BEGINNING OF THE XX CENTURIES**

*This article is the first attempt to form an architectural typology of synagogue structures in the territory of the south of Russia. This classification system takes into account the planning structure, the style of the interior, carrying a constructive system, the style of the exterior, the overall voluminous composition of the building, the types of accommodation in the urban context at the micro and macro levels. This approach was introduced for the first time in scientific use by the professor of Tel Aviv University Rudolf Klein and is the tool of the maximum complex analysis of synagogue constructions, helps to reveal the basic principles of form formation, construction of planning structure and to determine regional specificity.*

**Keywords:** architectural typology, matrix method, building of synagogues, bima, aron-kodesh.

#### Information about the authors

**Grigoriy E. Shapiro**, postgraduate student.

E-mail: shapirogr@yandex.ru

South Federal University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Budennovsky av., 39.

*Received in December 2017*

*Николенко Н.С., магистрант,  
Хоренков С.В., ст. преп.,  
Петров К.С., ассистент,  
Сокур В.Я., магистрант,  
Жириков О.И., магистрант*

*Академия строительства и архитектуры*

*Донского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону, Россия*

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПАРАМЕТРИЗМА В АРХИТЕКТУРЕ

**mr.nikolenko.nikolay@yandex.ru**

*В современной архитектуре все чаще применяют методы, приемы, инструменты и технологии, которые помогают преобразовать здания в интересные и привлекательные сооружения. Одним из таких методов является принцип параметризма, который основан немецким архитектором Патриком Шумахером вместе с ирако-британским архитектором и дизайнером Заха Мохаммад Хадид. По словам Патрика Шумахера новый стиль и его последние разработки основаны на передовых параметрических дизайнерских системах и скриптовых методах. Этот стиль был разработан за последние 15 лет и теперь требует гегемонии в авангардистской архитектуре.*

*В данной статье затронута тема современных принципов параметризма, таких как Curve loft, Surface manipulation, Waffle structure и других, а также его положение в современном строительстве и в частности архитектуре.*

**Ключевые слова:** параметрика, архитектура, криволинейность, плоскость, материал, технология, строительство.

Основные тенденции в современной архитектуре, даже скорее будущего, направлены на то, чтобы модернизировать и применять все новые и более технически современные методы, приемы по созданию уникального облика здания. Не стоит забывать, что все же 90 % рынков строительной сферы остаются на более стандартной архитектуре, которую мы привыкли видеть. Однако предлагаю рассмотреть, что происходит в тех 10 % рынков, которые занимаются конкретно параметрической архитектурой, а именно криволинейными поверхностями, вычислительной архитектурой – как ее производят, кому она нужна и вообще возможно ли ее реализовать.

Немного о самой архитектуре: откуда она происходит, как она получается. Что же такое параметризм или параметрицизм? Основателем считается немецкий архитектор Патрик Шумахер, он вместе с ирако-британским архитектором и дизайнером Заха Мохаммад Хадид очень давно уже находятся в тесном содружестве и создают уникальные здания, ярким примером которого является Культурный центр Гайдара Алиева, построенный в городе Баку. Заха Хадид же уникально творческий человек – начинала свою деятельность дизайнера самостоятельно, но потом потихоньку стала «обрастать» интересными людьми. Так к ней пришел Патрик Шумахер и теоретизировал ее работу, т.е. она именно практиковала и творчески подходила к созданию ка-

ких-либо идей, а он занимался именно организованным подходом и вывел в отдельную категорию, которую назвал параметризм.

Есть еще один человек, который занимается пропагандой параметризма. Грег Линн – американский архитектор, чье творчество посвящено исследованию возможностей цифровых технологий в создании архитектурных проектов, так как параметрическую архитектуру нельзя выделить только по визуальному признаку.

Смысл же этого направления был в том, что люди стремились все время подсмотреть идеи у природы, как вообще она строится, каким образом что-то в ней происходит, как образуются системы. Когда же появились первые вычислительные машины, которые позволили произвести большие обсчеты поверхностей, использовалось параметрическое представление, которое из себя представляет математический аспект, так сказать феномен. Это понятие можно объяснить, сравнивая, к примеру, две функции, у которых мы не можем четко найти зависимость друг от друга, и чтобы получить конечный желаемый результат, вводим один общий параметр для этих функций, и далее уже они видоизменяются и все время будут друг от друга зависеть.

Далее параметризм стал развиваться в направлении вычислительной архитектуры и включил в себя такое понятие как архитектурные параметры, зависимые, например, от освещенности помещений. Предположим, мы проектируем



здание, и у нас одни из главных параметров, относительно которых все видоизменяется – освещенность, доступность к людям или другие необходимые нам параметры в самом здании. Когда же мы видоизменяем само здание, мы задаем эти параметры и желаем получить в итоге какой-то результат, они все «подвязываются» друг под друга и получается так называемая параметрическая архитектура. Существует ряд основных принципов формообразования, которые используются при реализации уникальных проектов зданий.

Один из самых первых принципов, который чаще всего используется – называется Curve loft, что означает две кривые линии, которые соединяются между собой поверхностью. С этим способом работать достаточно легко, но он нуждается в постоянном контроле.



Рис. 1. Здание бутика Dior в столице Южной Кореи городе Сеул

Следующий по значению принцип – Surface manipulation. Следовательно, он так же настраи-

вает на работу с какой-то поверхностью, но в отличие от предыдущего на ней располагаются контрольные точки, которых мы можем использовать неограниченное количество, и которыми есть возможность манипулирования, то есть можем поднимать их вверх или вниз, двигать вправо или влево. Так же возможно получать различные поверхности, которые сдвинуты по разным координационным осям.



Рис. 2. Культурный центр Гайдара Алиева в городе Баку

Следующий принцип имеет уже больше отношение к реализации, поэтому очень часто его используют, как быстрый, простой и легкий способ, который выглядит достаточно эффектно. Те люди, которые первый раз пытаются сделать что-то приближенное в параметрике, стараются реализовать именно по этому принципу – Waffle structure. В нем пересечение плоскостей идет обычно под углом в  $90^\circ$ , в итоге образуются квадраты, которые структурно могут выполнять свои функции и, к тому же, конструктивно воспринимать определенные виды нагрузок. Вместе с тем, есть возможность придания каждой из отдельных пластин собственную, неповторимую криволинейность по одной поверхности или по двум, что в результате дает создание интересных форм. Принцип достаточно легкий в производстве, в том плане, что, когда мы построили любую криволинейную поверхность, мы можем ее разбить на такие модули или шаги, которые мы хотим и возвести ее достаточно быстро.



Рис. 3. Метрополь Парасоль в старом квартале Севильи, Испания

Sliced curve surfaces – следующий принцип, который чаще всего используется в интерьере или на фасаде. Очень схож с предыдущим, но отличие в том, что здесь мы сначала строим поверхность, а потом мы ее нарезаем через определенные промежутки (обычно 30–40 см для интерьеров). Созданная поверхность выглядит как продолжающаяся прямая, хотя на самом деле это обычные плоские панели.



Рис. 4. Небольшой кафетерий в индонезийском городе Джакарта

Grid – еще один быстрый способ. Он представляет собой работу с различными сетками и чаще всего используются треугольные сетки, потому как они могут повторить любую криволи-

нейную поверхность повторить без всяких изъянов. Если же используются прямоугольные сетки, то чаще всего получаются проблемы в углах сопряжения, а треугольная же сетка делает это намного мягче.



Рис. 5. Ресторан в городе Ханчжоу, Китай

Perforation – принцип, который позволяет достичь красивых эффектов чаще всего на фасадах, но так же и в интерьерах. Суть заключается в том, люди, работающие в параметризме перфорируют панели по определенному параметрическому признаку, подключая их именно к освещенности или солнечной инсоляции, то есть насколько у нас близко находится к солнцу то или иное окно, которое нужно затемнить в большей или меньшей степени. Смотрится это очень эффектно.



Рис. 6. Технологический университет Сиднея, Австралия

Patterns – в этом принципе можно комбинировать параллельно различного рода узоры. При этом чаще всего структурные панели отдаются на лазерную резку, и они сразу из программы нарезаются определенным образом. Таким образом мы получаем тот рельеф стены или фасада, который нам интересен и необходим.

Voronoi – говоря об узоре Вороного, часто возникает образ «мыльных пузырей», которые изначально были рассчитаны математически. Этот метод прижился и в параметрике, как случайное разбиение поверхностей, и используется архитекторами достаточно часто.

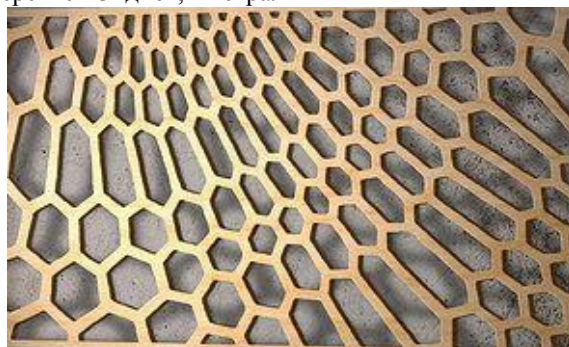


Рис. 7. Разделительный экран, Ганконг, Китай





Рис. 8. Офисное здание, Брюссель, Бельгия

Использование подхода Origami имеет практический характер, так как очень часто отлично работает конструктивно. Архитекторы, предлагая данный принцип инженерам, зачастую находят общий язык. Расчеты делаются несложно, так как существует возможность создания ребер жесткости, которые будут воспринимать все нагрузки, при этом выглядеть интересно и эстетично.



Рис. 9. Культурный центр в городе Мехико

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что одной из тем над которой бьются лучшие умы архитектуры и инженерии, является вопрос создания проектов зданий с наибольшей простотой, скоростью, не теряя при этом уникальность и эстетичность их внешнего облика. При этом уни-

фицируя те поверхности и применяемые материалы в строительстве уникальных зданий и сооружений с целью сокращения времени и итоговой стоимости.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумахер П. Параметризм – Parametricism: 6 articles by Patrik Schumacher translated into Russian Language by Pavel Beliy. [Электронный ресурс] // AD Architectural Design - Digital Cities. Лондон. 2009. V. 79. № 4. URL: [http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html) (17.12.2017)
2. Пименова Е.В., Демидова Л.М. Динамическая архитектура: трансформация фасадов общественных зданий [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2017. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4081](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4081) (17.12.2017)
3. Кравченко Г.М., Подолько К.П., Литовченко Т.А. Дигитальная архитектура зданий [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4517](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4517) (17.12.2017)
4. Надыршин Н.М. Параметризм как стиль в архитектурном дизайне // Вестник ОГУ. 2013. №1. С. 53–57.
5. Jencks, Ch. Non-linear architecture / Ch. Jencks // Architectural Design. 1997. V. 67. № 9/10. P. 98–106.

#### Информация об авторах

**Николенко Николай Сергеевич**, магистрант

E-mail: [mr.nikolenko.nikolay@yandex.ru](mailto:mr.nikolenko.nikolay@yandex.ru)

Академия строительства и архитектуры Донского государственного технического университета.  
Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

**Хоренков Сергей Васильевич**, старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства.

Академия строительства и архитектуры Донского государственного технического университета.  
Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

**Петров Константин Сергеевич**, ассистент кафедры городского строительства и хозяйства.  
Академия строительства и архитектуры Донского государственного технического университета.  
Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

**Сокур Виолетта Яковлевна**, магистрант.  
Академия строительства и архитектуры Донского государственного технического университета.  
Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

**Жириков Олег Игоревич**, магистрант.  
Академия строительства и архитектуры Донского государственного технического университета.  
Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Николенко Н.С., Хоренков С.В., Петров К.С., Сокур В.Я., Жириков О.И., 2018

---

---

**N.S. Nikolenko, S.V. Khorenkov, K.S. Petrov, V.Y. Sokur, O.I. Zhirikov**  
**MODERN PRINCIPLES OF PARAMETRISM IN ARCHITECTURE**

*Modern architecture increasingly adopted the methods, techniques, tools and technologies that help to transform the building into an interesting and attractive buildings. One of these methods is the principle of parliamentarism, which was founded by German architect Patrick Schumacher together with the Iraqi-British architect and designer Zaha Mohammad Hadid. According to Patrick Schumacher, the new style and its latest developments are based on advanced parametric design systems and scripting techniques. This style has been developed over the last 15 years and now requires hegemony in avant-garde architecture.*

*This article touches upon the theme of modern principles of parametrisation, such as Curve loft, Surface manipulation, Waffle structure and others, as well as its position in modern construction and architecture in particular.*

**Keywords:** *parametrica, architecture, angularity, flatness, material, technology, construction.*

---

*Information about the authors*

**Nikolay S. Nikolenko**, master student.

E-mail: mr.nikolenko.nikolay@yandex.ru

Academy of construction and architecture of don state technical University.

Russia, 344022, Rostov-on-don, Socialisticheskaya st., 162.

**Sergey V. Khorenkov**, senior lecturer.

Academy of construction and architecture of don state technical University.

Russia, 344022, Rostov-on-don, Socialisticheskaya st., 162.

**Konstantin S. Petrov**, assistant.

Academy of construction and architecture of don state technical University.

Russia, 344022, Rostov-on-don, Socialisticheskaya st., 162.

**Violetta Y. Sokur**, master student

Academy of construction and architecture of don state technical University.

Russia, 344022, Rostov-on-don, Socialisticheskaya st., 162.

**Oleg I. Zhirikov**, master student.

Academy of construction and architecture of don state technical University.

Russia, 344022, Rostov-on-don, Socialisticheskaya st., 162.

---

*Received in December 2017*

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/article\_5a816bde5856e5.01057085

<sup>1</sup>Убаськина Ю.А., канд. хим. наук, н.с.,<sup>2</sup>Фетюхина Е.Г., в.с.,<sup>3</sup>Адаев Т.В., н.с.<sup>1</sup>НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА, г. Москва<sup>2</sup>ООО НТЦ «СМИТ», г. Ульяновск<sup>3</sup>ООО НТЦ «СМИТ», г. Инза

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АДсорбЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОПАЛ-КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД

juliabasjo@gmail.com

В работе представлены результаты исследования возможности расширения минерально-сырьевой базы для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород. Исследованы образцы опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения Ульяновской области. Обнаружено, что приготовленные образцы диатомитов данного месторождения фракции 5 – 63 мкм ограниченно растворимы в растворе щелочи (12,00–25,70 %), а опока Аристовского месторождения той же фракции растворима в достаточной степени (41,70–43,00 %). Найдено, что величина адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения (30–45 %) сопоставима с величиной адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Инзенского месторождения Ульяновской области. Показано, что величина адсорбции метиленового синего на образцах породы Аристовского месторождения зависит от содержания в них кремнезема, глинозема и суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, что также характерно для Инзенского месторождения. Найдено, что содержание оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения довольно высоко (2,85–4,03 %), но может быть снижено различными методами. Сделан вывод, что ранее выявленные закономерности изменения величины адсорбции метиленового синего от химического состава опал-кристобалитовой породы, полученные для Инзенского диатомита, являются общими для опал-кристобалитовых пород других месторождений. Это позволяет расширить минерально-сырьевую базу для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, адсорбция, диатомит, опока, опал-кристобалитовые породы, химический состав.

**Введение.** Технология предотвращения загрязнения окружающей среды – одна из важнейших технологий, входящих в Перечень критических технологий Российской Федерации, утвержденный Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года. Технология предотвращения загрязнения окружающей среды должна предусматривать, в том числе, защиту водных объектов от загрязнения неочищенными сточными водами. Эффективная очистка сточных вод невозможна без применения качественных, дешевых и доступных адсорбентов.

Ранее в работе [1] нами было предложено использовать в качестве сырья для получения адсорбента для очистки сточных вод диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области – опал-кристобалитовую породу, состоящую из кремнезема кварца (до 7 %), рентгеноаморфного кремнезема древних панцирей диатомей и глобул опала (около 70 %) и алюмосиликатов глинистой

фракции (до 35 %) [2].

Опал-кристобалитовые (кремнистые) породы Ульяновско-Кубышевского Поволжья достаточно подробно описаны Дистановым У.Г. в работе [3].

По заданию ПРСО «Ульяновскагропромдорстрой» с марта 1991 года по сентябрь 1993 года геологи Симбирской геологоразведочной экспедиции Государственного геологического предприятия «Волгагеология» исследовали диатомитовые толщи нижнесызранской свиты палеогена на территории Ульяновской области. В ходе поисковых работ в целях расширения минерально-сырьевой базы для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитового сырья геологами было обследовано 7 перспективных участков в Инзенском районе (Аргаш, Оськино, Селивановка, Вырыпаевка, Вязовка, Коноплянка, Аристовка) и по одному участку в Кузоватовском

районе (Кивач) и Сенгилеевском районе (Сенгилей) (рис. 1), что было отражено в отчете о поисках и поисково-оценочных работах [4]. Всего была пробурена 31 скважина площадью 952,2 м<sup>2</sup>.

В отчете [4] указано, что запасы разведанной базы диатомитового сырья в пределах правобережной части Ульяновской области составляют

45 млн. м<sup>3</sup> по промышленным категориям и 36 млн. м<sup>3</sup> категории С<sub>2</sub> (6 месторождений из 9 разведанных). Наибольшие мощности диатомитов отмечаются в районе г. Сенгилей (61 м), г. Инзы (71 м), ст. Шарлово (50 м), г. Барыша (60 м) (рис. 1).

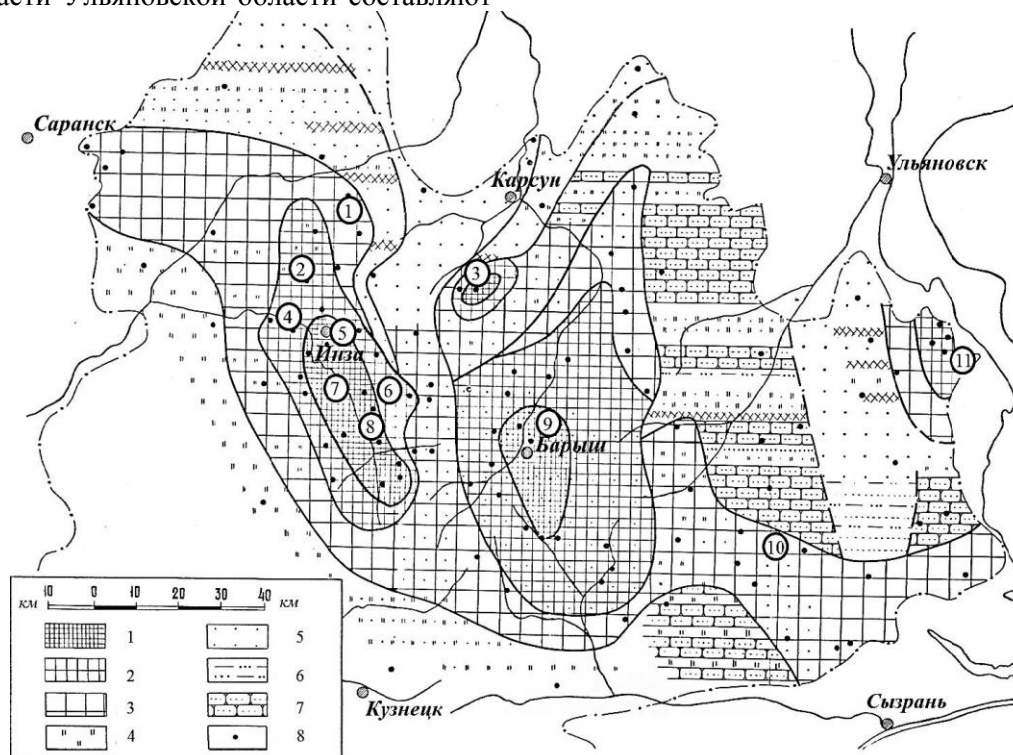


Рис. 1. Карта-схема строения продуктивного пласта нижнесызранских слоев палеогена Ульяновско-Кубышевского Поволжья: 1 – диатомит, мощность более 50 м; 2 – диатомит, мощность от 20 до 50 м; 3 – диатомит, мощность менее 20 м; 4 – опока; 5 – кварцевый песок; 6 – глинистый песок; 7 – песчаник опокovidный; 8 – опорные разрезы (по Дистанову У.Г. [3]).

Кружками обозначены участки, упомянутые в данной работе:

- 1 – Коноплянка; 2 – Аргаш; 3 – Шарлово; 4 – Оськино; 5 – Инза; 6 – Вырыпаевка, Вязовка; 7 – Селивановка; 8 – Аристовка; 9 – Барыш; 10 – Кивач; 11 – Сенгилей

Общая мощность опал-кristобалитовых пород нижнесызранской свиты палеогена в пределах правобережной части Ульяновской области измеряется от нескольких метров до 90 – 95 м [4].

При выполнении поисково-оценочных работ геологами было обнаружено, что участок Сенгилей не может использоваться в качестве месторождения адсорбентов, так как он расположен в природоохранной зоне. Ими также было выявлено, что участок Кивач не содержит промышленных объемов опал-кristобалитового сырья. В Инзенском районе на всех семи участках были обнаружены промышленные запасы диатомита мощностью до 62 м. Такая мощность диатомитовых толщ в Инзенском районе ожидаема, это согласуется с данными, обобщенными Дистановым У.Г. и приведенными им на карте-схеме строения продуктивного пласта нижнесызранских слоев палеогена Ульяновско-Кубышевского Поволжья (рис. 1) [3]. Результаты физико-механических и

химических анализов показали, что сырье однородно по своему составу и свойствам на всех семи участках Инзенского района [4]. Также геологами было обнаружено, что наиболее высокими показателями качества и стабильностью сырье характеризуется на участках Аргаш и Аристовка, а наиболее чистые разности диатомита по химическому составу выявлены на участках Аргаш, Коноплянка и Аристовка.

Для получения адсорбента диатомит измельчали и фракционировали [4]. Подходящей фракцией была признана фракция 5–63 мкм (с высоким содержанием кремнезема и низким содержанием глинозема и оксида железа (III)). На исследуемых участках в карьерной породе геологами было обнаружено высокое содержание фракции менее 5 мкм – в среднем 60–69 %, с лимитами 49–72 %. Было найдено, что по содержанию фракции 5–63 мкм наиболее чистыми являются диатомиты на участках Селивановка (37,2 %), Сенгилей (36,2 %), Аристовка (34 %) и Аргаш

(31,6 %) [4].

На стадии исследования возможности снижения содержания оксида железа (III) в породе с помощью магнитной сепарации выход немагнитного продукта оказался наиболее высоким для сырья участка Аристовка [4].

Были подсчитаны запасы диатомита на Аристовском месторождении по категории С<sub>2</sub>. Они составляют 10,8 млн. м<sup>3</sup>. Мощность полезной толщи Аристовского месторождения составляет 48,5–52,1 м при мощности вскрышных пород 1,0–8,6 м [4]. Этот участок был выделен геологами как перспективный.

Однако авторы отчета [4] не исследовали адсорбционную способность опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения.

Целью данной работы стало исследование адсорбционной способности опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения для исследования возможности расширения минерально-сырьевой базы для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

**Методология.** В качестве объекта исследования использовали образцы опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения Ульяновской области, приготовленные из проб, отобранных на данном месторождении в сентябре 2017 года. Описание точек отбора проб для исследования опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения приведено в табл. 1.

Таблица 1

**Описание точек отбора проб нативных опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения**

| № пробы* | Координаты точек отбора проб |                | Литологическое описание проб | Глубина отбора проб, м | Альтитуда, м |
|----------|------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------|--------------|
|          | Широта                       | Долгота        |                              |                        |              |
| 1        | 53°37'54.0804"               | 46°34'19.7724" | Диатомит светло-серый        | 2 м                    | 185,0        |
| 2        | 53°39'56.3364"               | 46°29'4.7040"  | Диатомит светло-серый        | 0,5 – 1 м              | 177,2        |
| 3        | 53°37'53.7132"               | 46°34'14.5200" | Диатомит желтый              | 0,5 – 1 м              | 178,6        |
| 4        | 53°37'51.5100"               | 46°34'19.4664" | Диатомит темно-серый         | 0,5 – 1 м              | 180,4        |
| 5        | 53°37'8.2128"                | 46°31'27.3792" | Опока окремнелая             | 0 м                    | 221,7        |

\*Номер пробы и номер образца, приготовленного для дальнейших исследований, здесь и далее по тексту совпадают

Предварительно образцы для исследований готовили из отобранных проб, согласно указаниям авторов отчета [4]: породу измельчали, фракционировали и в качестве фракции для исследований отбирали фракцию 5 – 63 мкм. Для этого образцы из каждой пробы породы растирали в ступке, растертые образцы просеивали через сито из металлотканой сетки с размером ячеек 63 мкм. Затем каждый образец заливали дистиллированной водой, перемешивали, фильтровали через бумажный фильтр «белая» лента. Высушивали образец на фильтре и далее использовали для исследований. Содержание кремнезема, глинозема, оксида железа (III), суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в подготовленных образцах определяли на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL OPTIM'X. Минералогический состав подготовленных образцов определяли с помощью рентгеновского дифрактометра ARL X'TRA. Гранулометрический состав подготовленных образцов определяли с помощью лазерного анализатора размеров частиц Fritsch Analysette 22.

Количество опал-кристобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимое в

растворе щелочи, определяли следующим образом. 10 г подготовленного образца кипятили в 100 мл 5 %-ного раствора КОН на глицериновой бане в течение 1 часа. После отстаивания в течение суток раствор декантировали. Осадок после выщелачивания промывали водой до pH 7, затем высушивали в сушильном шкафу и взвешивали. Количество опал-кристобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимое в растворе щелочи, определяли, как разницу между начальной и конечной массой образца, отнесенной к его начальной массе и выраженной в процентах.

Адсорбцию метиленового синего на подготовленных образцах опал-кристобалитовых пород определяли по методике, приведенной в стандарте [5].

Для характеристики исследуемых корреляционных зависимостей рассчитывали коэффициент Пирсона и определяли уровень значимости, используя программу Microsoft Excel и таблицы критических значений коэффициента корреляции Пирсона (r) для различных уровней значимости и различного числа степеней свободы (размеров выборки) [6]. При регрессионном анализе полученных зависимостей для определения функции регрессии, ее коэффициента детерминации

$R^2$  и стандартного отклонения  $s$  использовали программу Advanced Grapher 2.2.

**Основная часть.** Анализ дифрактограмм полученных образцов показал, что первые 4 отобранные пробы (№ 1 – 4, табл. 1) относятся к диатомитам. Для них характерно наличие кремнезема, представленного опалом-А (гало в диапазоне  $2\Theta$  18-25° с условным максимумом 4,10 Å), описанным в работе [7], и кварцем из песчано-алевритовой фракции, которому соответствуют

рефлексы 4,26, 3,34, 2,45 Å. Слоистые силикаты представлены, в основном, монтмориллонитом (9,50, 4,49, 2,56 Å), каркасные – полевым шпатом (3,20, 2,95 Å). Проба № 5 (табл. 1) представляет собой опоку окремнелую, в которой кремнезем представлен опалом-С.

Результаты измерения количества опал-кристобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимой в растворе щелочи, приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты измерения количества опал-кристобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимого в растворе щелочи**

| № образца | Количество опал-кристобалитовой породы, растворимое в растворе щелочи |             |      |        |       |   |                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------|-------|---|----------------|
|           | $\bar{x}$                                                             | $\pm\Delta$ | s    | Лимиты |       | N | C <sub>v</sub> |
|           |                                                                       |             |      | min    | max   |   |                |
| 1         | 25,60                                                                 | 0,10        | 0,14 | 25,50  | 25,70 | 2 | 0,55           |
| 2         | 20,35                                                                 | 0,45        | 0,64 | 19,90  | 20,80 | 2 | 3,13           |
| 3         | 22,70                                                                 | 0,70        | 0,99 | 22,00  | 23,40 | 2 | 4,36           |
| 4         | 12,25                                                                 | 0,25        | 0,35 | 12,00  | 12,50 | 2 | 2,89           |
| 5         | 42,35                                                                 | 0,65        | 0,92 | 41,70  | 43,00 | 2 | 2,17           |

Анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что приготовленные образцы диатомита Аристовского месторождения растворимы в щелочи в пределах 12,00–25,70 %, тогда как приготовленные образцы опоки Аристовского месторождения растворимы в щелочи в пределах 41,70–43,00 %. Это согласуется с данными о растворении опал-кристобалитовых пород в растворе щелочи, приведенными в работе [3].

Анализ гранулометрического состава приготовленных образцов пород показывает, что, несмотря на фильтрование водной суспензии образцов пород через бумажный фильтр «белая» лента, поры которого пропускают частицы менее 7 мкм, в образцах пород осталось достаточное (до 30,86±0,05 %) количество фракции менее 5 мкм. Фракцию более 63 мкм удалось отделить с помощью сита.

Большое количество фракции менее 5 мкм может быть связано с тем, что глинистые частицы агрегированы с другими частицами опал-

кристобалитовых пород. При мокром диспергировании во время определения гранулометрического состава с помощью лазерного анализатора размеров частиц Fritsch Analysette 22, вероятно, происходит распад данных агрегатов в воде, что вызывает заметное увеличение пелитовой фракции (фракции менее 5 мкм).

Результаты измерения величины адсорбции на образцах породы Аристовского месторождения показали, что величина адсорбции метиленового синего на приготовленных образцах диатомитов Аристовского месторождения (30–45 %) сопоставима по значению с величиной адсорбции метиленового синего на образцах диатомита Инзенского месторождения (36,72–47,65 %). Для приготовленного образца опоки окремнелой Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего значительно ниже и составляет 21–24 %.

Результаты измерения содержания кремнезема в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Результаты измерения содержания кремнезема в образцах породы Аристовского месторождения**

| № образца | Содержание кремнезема в образцах породы, % |             |      |        |       |   |                |
|-----------|--------------------------------------------|-------------|------|--------|-------|---|----------------|
|           | $\bar{x}$                                  | $\pm\Delta$ | s    | Лимиты |       | N | C <sub>v</sub> |
|           |                                            |             |      | min    | max   |   |                |
| 1         | 87,04                                      | 0,06        | 0,08 | 86,98  | 87,09 | 2 | 0,09           |
| 2         | 87,60                                      | 0,03        | 0,05 | 87,56  | 87,63 | 2 | 0,06           |
| 3         | 87,91                                      | 0,06        | 0,08 | 87,85  | 87,96 | 2 | 0,09           |
| 4         | 89,17                                      | 0,07        | 0,09 | 89,10  | 89,23 | 2 | 0,10           |
| 5         | 91,26                                      | 0,06        | 0,08 | 91,20  | 91,31 | 2 | 0,09           |

Была исследована корреляция между содержанием кремнезема (данные табл. 3) в образцах породы Аристовского месторождения и величиной адсорбции метиленового синего на данных образцах. Значение коэффициента корреляции составило  $r = -0,96 \pm 0,01$ ,  $p < 0,001$ ,  $N = 20$ . Из этого следует, что при увеличении содержания кремнезема  $C_{SiO_2}$  в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего  $\Gamma_{MC}$  на данных образцах уменьшается. Это согласуется с данными, полученными ранее для

Инзенского диатомита ( $r = -0,83 \pm 0,05$ ,  $p < 0,001$ ,  $N = 20$ ) [1].

Изменение величины адсорбции метиленового синего  $\Gamma_{MC}$  от содержания кремнезема  $C_{SiO_2}$  в образцах породы Аристовского месторождения можно выразить уравнением:

$$\Gamma_{MC} = -473 * \ln(C_{SiO_2}) + 2158 \quad (1)$$

$$(R^2 = 0,92, s = 2,47).$$

Результаты измерения содержания глинозема в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты измерения содержания глинозема в образцах породы Аристовского месторождения**

| № образца | Содержание глинозема в образцах породы, % |             |      |        |      |   |                |
|-----------|-------------------------------------------|-------------|------|--------|------|---|----------------|
|           | $\bar{x}$                                 | $\pm\Delta$ | s    | Лимиты |      | N | C <sub>v</sub> |
|           |                                           |             |      | min    | max  |   |                |
| 1         | 5,21                                      | 0,01        | 0,01 | 5,20   | 5,21 | 2 | 0,14           |
| 2         | 4,91                                      | 0,02        | 0,02 | 4,89   | 4,92 | 2 | 0,43           |
| 3         | 5,11                                      | 0,01        | 0,01 | 5,10   | 5,12 | 2 | 0,28           |
| 4         | 4,38                                      | 0,03        | 0,04 | 4,35   | 4,40 | 2 | 0,81           |
| 5         | 3,08                                      | 0,02        | 0,03 | 3,06   | 3,10 | 2 | 0,92           |

Была исследована корреляция между содержанием глинозема (данные табл. 4) в образцах породы Аристовского месторождения и величиной адсорбции метиленового синего на данных образцах. Значение коэффициента корреляции составило  $r = 0,972 \pm 0,001$ ,  $p < 0,001$ ,  $N = 20$ .

Можно сделать вывод, что при увеличении содержания глинозема  $C_{Al_2O_3}$  в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего  $\Gamma_{MC}$  на данных образцах увеличивается. Это согласуется с данными, полученными ранее для Инзенского диатомита ( $r = 0,63 \pm 0,18$ ;  $p < 0,001$ ;  $N = 34$ ).

Изменение величины адсорбции метиленового синего  $\Gamma_{MC}$  от содержания глинозема  $C_{Al_2O_3}$  в образцах породы Аристовского месторождения можно выразить уравнением:

$$\Gamma_{MC} = 8,12 * e^{0,32 * C_{Al_2O_3}} \quad (2)$$

$$(R^2 = 0,96, s = 1,84).$$

Результаты измерения суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Результаты измерения суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы Аристовского месторождения**

| №<br>образца | Суммарное содержание оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах<br>породы, % |             |       |        |       |   |                |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|--------|-------|---|----------------|
|              | $\bar{x}$                                                                                 | $\pm\Delta$ | s     | Лимиты |       | N | C <sub>v</sub> |
|              |                                                                                           |             |       | min    | max   |   |                |
| 1            | 2,917                                                                                     | 0,006       | 0,008 | 2,911  | 2,923 | 8 | 0,29           |
| 2            | 3,450                                                                                     | 0,025       | 0,035 | 3,425  | 3,474 | 8 | 1,00           |
| 3            | 2,850                                                                                     | 0,018       | 0,026 | 2,831  | 2,868 | 8 | 0,92           |
| 4            | 2,776                                                                                     | 0,016       | 0,022 | 2,760  | 2,791 | 8 | 0,79           |
| 5            | 2,311                                                                                     | 0,022       | 0,031 | 2,289  | 2,333 | 8 | 1,35           |

Была исследована корреляция между суммарным содержанием оксидов щелочных и щелочноземельных металлов (данные табл. 5) в образцах породы Аристовского месторождения и величиной адсорбции метиленового синего на

данных образцах. Значение коэффициента корреляции составило  $r = 0,72 \pm 0,03$ ,  $p < 0,001$ ,  $N = 20$ . Можно сделать вывод, что при увеличении суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов  $C_{щел}$  в образцах породы



Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего  $\Gamma_{\text{МС}}$  на данных образцах увеличивается. Это также согласуется с данными, приведенными ранее в работе [1] для Инзенского диатомита ( $r=0,85\pm0,01$ ,  $p<0,001$ ,  $N=20$ ).

Изменение величины адсорбции метиленового синего  $\Gamma_{\text{МС}}$  от суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов

$C_{\text{щел}}$  в образцах породы Аристовского месторождения можно выразить уравнением:

$$\Gamma_{\text{МС}} = 0,71 * C_{\text{щел}}^{0,39} \quad (3)$$

$$(R^2=0,62, s=0,26).$$

Результаты измерения содержания оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Результаты измерения содержания оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения**

| № образца | Содержание оксида железа (III) в породе, % |             |      |        |      |   |                |
|-----------|--------------------------------------------|-------------|------|--------|------|---|----------------|
|           | $\bar{x}$                                  | $\pm\Delta$ | s    | Лимиты |      | N | C <sub>v</sub> |
|           |                                            |             |      | min    | max  |   |                |
| 1         | 4,01                                       | 0,03        | 0,04 | 3,98   | 4,03 | 2 | 0,88           |
| 2         | 3,34                                       | 0,02        | 0,02 | 3,32   | 3,35 | 2 | 0,64           |
| 3         | 3,42                                       | 0,02        | 0,02 | 3,40   | 3,43 | 2 | 0,62           |
| 4         | 3,00                                       | 0,01        | 0,01 | 2,99   | 3,00 | 2 | 0,24           |
| 5         | 3,00                                       | 0,01        | 0,01 | 2,85   | 2,88 | 2 | 0,24           |

Анализ данных, приведенных в табл. 6, позволяет сделать вывод, что содержание оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения (2,85–4,03 %) выше, чем в Инзенском диатомите (1,98–3,36 %) (собственные данные).

Железо содержится в опал-кристобалитовых породах в виде минерала глауконита, пирита, тонких примесей оксидов железа (гематита, гётита), зерен эпидота, ферроалюмосиликатов, в химическом составе оно выражено через оксид железа (III). Железо влияет на окрашивание диатомита при прокаливании (диатомит приобретает ярко-оранжевый цвет) и при варке стекла из диатомита (при смешивании с содой) (расплав диатомита – светло-зеленого цвета). Также соединения железа в диатомите влияют на результаты адсорбции при очистке сточных вод, так как соединения железа способны окрашивать жидкости, а при попадании в воду отрицательно влиять на ее качество. Содержание соединений железа в воде выше 1–2 мг/дм<sup>3</sup> значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус. Соединения железа увеличивают показатели цветности и мутности воды. ПДК железа в воде составляет 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, согласно стандарту [8].

В связи с этим, содержание оксида железа (III) в породе необходимо учитывать при производстве адсорбента на основе диатомита, а также необходимо контролировать концентрацию соединений железа в очищенной воде.

Содержание железа в образцах породы Аристовского месторождения может быть успешно снижено с помощью магнитной сепарации, как это отмечено в отчете [3] и в работе [9], а также с

помощью других методов. В литературе довольно широко описаны способы снижения содержания соединений железа в диатомите [9–17]. В основном, это способы термохимической обработки реагентами, в результате которой получают бесцветные и (или) растворимые соединения железа. В качестве реагентов используют кислоты [13–17], хлор [10, 11]. Описан способ снижения содержания оксида железа (III), который характеризуется тем, что в дисперсию диатомита в воде вводят последовательно водный раствор оксида амина, а затем водный раствор полиакрилата щелочного металла с последующим выделением обогащенного диатомита [18].

В связи с вышеперечисленными методами, можно сделать вывод, что, несмотря на высокое содержание оксида железа (III), опал-кристобалитовые породы Аристовского месторождения могут применяться в качестве сырья для приготовления адсорбентов, так как содержание оксида железа (III) может быть снижено любым из предложенных методов.

Таким образом, ранее выявленные закономерности изменения величины адсорбции метиленового синего от его химического состава, полученные для Инзенского диатомита, являются общими для опал-кристобалитовых пород других месторождений. Это позволяет расширить минерально-сырьевую базу для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

**Выводы.** В результате исследований опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения Ульяновской области обнаружено, что приготовленные образцы диатомитов данного месторождения фракции 5 – 63 мкм ограниченно

растворимы в растворе щелочи (12,00 – 25,70 %), а опока Аристовского месторождения той же фракции высоко растворима в растворе щелочи (41,70 – 43,00 %). Найдено, что величина адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения (30 – 45 %) сопоставима с величиной адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Инзенского месторождения Ульяновской области. Показано, что при увеличении содержания кремнезема в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего на данных образцах уменьшается. Обнаружено, что при увеличении содержания глинозема и суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего на данных образцах увеличивается, что согласуется с данными для диатомита Инзенского месторождения. Найдено, что содержание оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения довольно высоко (2,85–4,03 %), но может быть снижено с использованием известных методов. Таким образом, ранее выявленные закономерности в изменении величины адсорбции метиленового синего, полученные для Инзенского диатомита, являются общими для опал-кристобалитовых пород других месторождений. Такой вывод позволяет расширить минерально-сырьевую базу для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Убаськина Ю.А., Фетюхина Е.Г., Коростелева Ю.А. Исследование адсорбционной способности диатомита // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 140–143.
2. Убаськина Ю.А., Арсентьев И.В., Фетюхина Е.Г., Коростелева Ю.А., Адаев Т.В. Исследование минералогического состава диатомита для его безопасной добычи и применения в промышленности // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 128–132.
3. Кремнистые породы СССР / Под ред. Дистановы У.Г. Казань: Татарское книжное издательство, 1976. 412 с.
4. Личман Т.И. Отчет о поисковых и поисково-оценочных работах на диатомиты как адсорбенты и наполнители в Инзенском, Кузоватовском и Сенгилеевском районах Ульяновской области, выполненных Симбирской ГРЭ в 1991–93 г.г. ГГП "Волгагеология", Симбирская ГРЭ: Ульяновск, 1993. 418 с.
5. ГОСТ 30036.2 – 93. Каолин обогащенный. Метод определения показателя адсорбции. М.: Изд. стандартов, 1994. 7 с.
6. Fisher R.A., Frank Y. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, 6th ed. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1963. 146 p.
7. Jones J.B., Segnit E.R. The nature of opal I. Nomenclature and constituent phases // Journal of the Geological Society of Australia. 1971. V.18. P. 57–68.
8. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2003. №5. С.107–122.
9. Егорова К. Г., Скворцов А. В., Чекмарев А. С. Получение раствора силиката натрия из диатомита Инзенского месторождения // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Т.19. № 13. С. 51–55.
10. Патент GB 190705379. Improvements in Bleaching Kieselguhr / W. Thomson, J. Barr; заявитель и патентообладатель W. Thomson, J. Barr. № 19070306; заявл. 06.03.1907; опубл. 31.10.1907. 2 с.
11. Патент US 2504357, МПК C01B33/20. Purification of siliceous minerals / Lloyd C. Swallen; заявитель и патентообладатель Great Lakes Carbon Corp. № 775637; заявл. 23.01.47; опубл. 18.04.50. 9 с.
12. Baumann E.R., Cleasby J.L., LaFrenz R.L. A theory of diatomite filtration // Journal (American Water Works Association). 1962. V.54. №.9. pp.1109-1119.
13. Патент US 4187174, МПК B01J20/14; C12H1/044. Diatomaceous earth filteraid and method for its manufacture / R. B. Nielsen; C. J. Vogelsang; заявитель и патентообладатель Grefco Inc., Bala Cynwyd Pa. № 973566; заявл. 27.12.78; опубл. 05.02.80. 8 с.
14. Goren R., Baykara T., Marsoglu M. A study on the purification of diatomite in hydrochloric acid // Scandinavian journal of metallurgy. 2002. V.31. №2. pp.115-119.
15. Rangsriwatananon K., Chaisena A., Thongkasam C. Thermal and acid treatment on natural raw diatomite influencing in synthesis of sodium zeolites // Journal of Porous Materials. 2008. V.15. №5. Pp. 499-505.
16. Mohamedbakt H., Burkitbaev M. Elaboration and characterization of natural diatomite in Aktyubinsk/Kazakhstan // The Open Mineralogy Journal. 2009. V.3. Pp.12-16.
17. Alyosef H. A., Ibrahim S., Welscher J., Inayat A., Eilert A., Denecke R., Schwieger W., Munster T., Kloess G., Einicke W.-D., Enke D.. Effect of

acid treatment on the chemical composition and the structure of Egyptian diatomite // International Journal of Mineral Processing. 2014. V.132. pp.17-25.

18. Патент RU 2611784, МПК В03В 7/00, В01J 20/14. Способ обогащения диатомита /

Д.В. Ларин, В.Б. Ларин; заявитель и патентообладатель: Д.В. Ларин, В.Б. Ларин. № 2015145730; заявл. 26.10.2015; опубл. 01.03.2017. Бюл. № 7. 6 с.

#### Информация об авторах

**Убаськина Юлия Александровна**, кандидат химических наук, научный сотрудник.

E-mail: juliabasjo@gmail.com

НИИ «Курчатовский институт» – ИРЕА.

Россия, 107076, г. Москва, Богородский вал, д. 3.

**Фетюхина Екатерина Геннадьевна**, ведущий специалист.

E-mail: nauka@diamix.ru

ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии» (ООО НТЦ «СМИТ»).

Россия, 432017, г. Ульяновск, ул. Кузнецова, д. 4 Б.

**Адаев Тимофей Владимирович**, научный сотрудник.

E-mail: ntc\_inza@mail.ru

ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии» (ООО НТЦ «СМИТ»).

Россия, 433030, Ульяновская область, г. Инза, ул. Чернышевского, д. 4.

---

*Поступила в январе 2018 г.*

© Убаськина Ю.А., Фетюхина Е.Г., Адаев Т.В., 2018

---

**J.A. Ubaskina, E.G. Fetyukhina, T.V. Adaev**  
**INVESTIGATION OF THE OPPORTUNITY OF EXPANSION OF THE BASE**  
**OF MINERAL RESOURCES FOR OBTAINING OF ADSORBENTS ON THE BASIS**  
**OF OPAL-CRISTOBALITE ROCKS**

*The paper presents the results of the investigation of the opportunity of expansion of the base of mineral resources for obtaining of adsorbents on the basis of opal-cristobalite rocks. Samples of opal-cristobalite rocks of the Aristovskoye field of the Ulyanovsk region were investigated. It was found that the prepared samples of the diatomite of the Aristovskoye field of the 5–63  $\mu\text{m}$  fraction are limited soluble in the alkali solution (12,00–25,70 %). The opoka of the same fraction of the Aristovskoye field is soluble more than the diatomite from the Aristovskoye field (41,70–43,00 %). It was found that the value of adsorption of methylene blue on opal-cristobalite rocks of the Aristovskoye field (30–45 %) is comparable to the value of methylene blue adsorption on samples of opal-cristobalite rocks of the Inzenskoye field of the Ulyanovsk region. It was shown that the value of methylene blue adsorption on the samples of rocks of Aristovskoye field depends on the content of silica, alumina and on the summary content of oxides of alkali and alkaline-earth metals in them, which is also characteristic for the samples of diatomite of the Inzenskoye field. It was found that the iron (III) oxide content in samples of rocks of Aristovskoye field is rather high (2,85 – 4,03 %), but can be reduced by using of different methods. Thus, previously revealed regularities of the change in the value of methylene blue adsorption from the chemical composition of opal-cristobalite rock, obtained for the diatomite of Inzenskoye field, are common for opal-cristobalite rocks of other deposits. This allows us to expand the base of mineral resources for obtaining of adsorbents on the basis of opal-cristobalite rocks.*

**Keywords:** wastewater treatment, adsorption, diatomite, opoka, opal-cristobalite rocks, chemical composition.

---

#### Information about the authors

**Julia A. Ubaskina**, PhD, researcher.

E-mail: juliabasjo@gmail.com

NRC «Kurchatov Institute» – IREA.

Russia, 107076, Moscow, Bogorodsky shaft, 3.

**Ekaterina G. Fetyukhina**, leading specialist.

E-mail: nauka@diamix.ru

LLC Scientific and technological center "Silicate materials and technologies" (ООО НТЦ "СМИТ").

Russia, 432017, Ulyanovsk, st. Kuznetsova Str. 4 B.

---

**Timofey V. Adaev**, researcher.

E-mail: ntc\_inza@mail.ru

LLC Scientific and technological center "Silicate materials and technologies" (OOO NTC "SMIT").

Russia, 433030, Ulyanovsk Region, Inza, st. Chernyshevskogo, 4.

---

*Received in January 2018*

# МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/article\_5a816bdf36bde2.06309800

Тимофеев С.П., аспирант,  
Хуртасенко В.А., аспирант,  
Шрубченко И.В., д-р тех. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ С НЕСТАЦИОНАРНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ\*

Timofeevsp@inbox.ru

Повышение технологичности методов восстановительной обработки непрерывно-протяженных поверхностей является актуальной задачей. Данные поверхности присущи ряду крупногабаритных деталей, таких как опоры технологических барабанов, имеющих нестационарную ось вращения в процессе эксплуатации. В настоящее время разработана новая, перспективная адаптивная технология механической обработки монотонных замкнутых поверхностей крупногабаритных деталей с нестационарной осью вращения. Данная технология позволяет эффективно производить восстановительную обработку, например, поверхностей качения бандажей цементных печей. Для обеспечения технологического процесса механической обработки требуется контроль и соблюдение ряда технологических параметров. Для указанных поверхностей особенно важно соблюдать требование по максимальной глубине обработки. Поэтому для разработанной технологии получены методы расчета фактических глубин обработки, при соответствующих технологических параметрах процесса восстановительной обработки. Методика и алгоритмы расчета фактической глубины обработки основаны на математическом моделировании процесса многопроходной механической обработки.

**Ключевые слова:** глубина резания, восстановительная обработка, бандаж цементной печи.

**Введение.** При исследовании процесса эксплуатации крупногабаритных деталей с нестационарной осью вращения выявлено, что искажение геометрической формы наружных поверхностей может привести к одновременному наличию двух основных видов погрешности [1, 2]:

- Отклонение профиля поперечного сечения от круглости, чаще в виде овальности, огранки или прочих сложных форм [3, стр. 48–49];

- Отклонение профиля продольного сечения, чаще в виде седлообразности, бочкообразности или прочих сложных форм [1] (рис. 1).

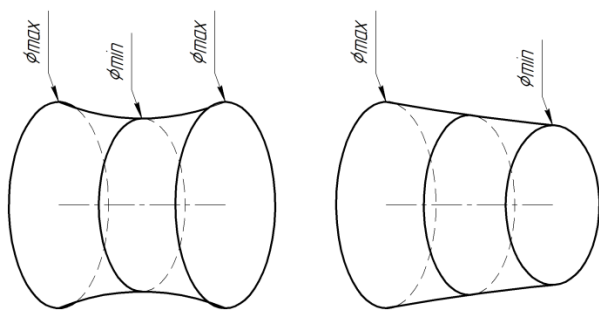


Рис. 1. Вероятные отклонения профиля продольного сечения

Следовательно, при применении для обрабатываемого оборудования известных схем [4, 5, 6] с постоянной настройкой вылета режущего инструмента глубина резания в различных участках поверхности может существенным образом отличаться.

Для повышения эффективности процесса механической обработки подобных поверхностей разработана новая технология адаптивной механической обработки с применением новых перспективных средств измерений и оборудования. В частности, особенностью данной технологии является способ базирования самоустанавливающегося суппорта по заранее выбранному сечению, с возможностью дальнейшей обработки любой части поверхности.

При разработке данной технологии возникла необходимость в эффективном определении необходимых параметров настройки режущего инструмента в соответствии с применяемым оборудованием. Назначение параметров настройки режущего инструмента, например, вылета режущего инструмента, зависит от требуемой глубины обработки. В общем случае применительно к разработанной технологии возможны варианты

способов снятия припуска на проход, следовательно, будет отличаться и методика расчета глубины обработки.

**Основная часть.** В силу специфики исследуемых процессов возможны следующие схемы снятия припуска при механической обработке:

1 – *Постоянная настройка глубины обработки на переход* – вылет режущего инструмента настраивается на весь переход, и не меняется до его завершения. При этом фактическая глубина обработки будет изменяться вследствие погрешности формы в продольном направлении. Как следствие возможно превышение технологически допустимой глубины обработки и/или отсутствие обработки части поверхности на данном переходе (рис. 2);

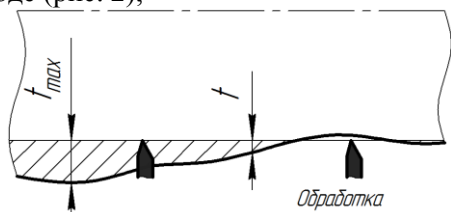


Рис. 2. Схема обработки с постоянной настройкой глубины обработки на переход.

2 – *Постоянная настройка глубины обработки на проход* – вылет режущего инструмента настраивается по максимальной погрешности всей поверхности на каждый отдельный проход. Применяются неполные проходы и не последовательная схема обработки. Обрабатываются в проходе только те поверхности, в которых при данном базировании и настройке резца глубина резания не будет равна 0. При этом для работы требуется возможность регулирования величины вылета резца после каждого прохода. Однако при данной схеме обработки возможна разница глубин обработки в продольном сечении обрабатываемой поверхности от 0 до её  $t_{max}$  значения (рис 3).

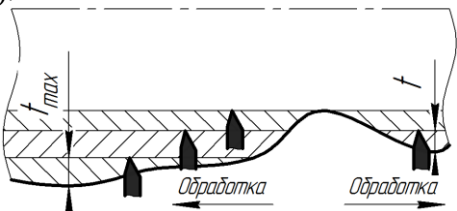


Рис. 3. Схема обработки с постоянной настройкой глубины обработки на рабочий ход

3 – *Условно переменная настройка глубины обработки на рабочий ход* – вылет режущего инструмента регулируется в зависимости погрешности формы поверхности в каждом отдельном поперечном сечении. Величина вылета настраивается по максимальной погрешности формы поверхности для каждого поперечного сечения обрабатываемого участка поверхности. На один

проход для всего профиля продольного сечения определяются настройки вылета режущего инструмента, соответствующие необходимой глубине обработки без зарезания поверхности до вписанного цилиндра. Также обработка ведется только на тех участках, где есть необходимый припуск. При этом для работы требуется возможность числового программного управления вылетом резца. Глубина обработки в поперечном сечении в данном случае является величиной переменной (рис. 4).

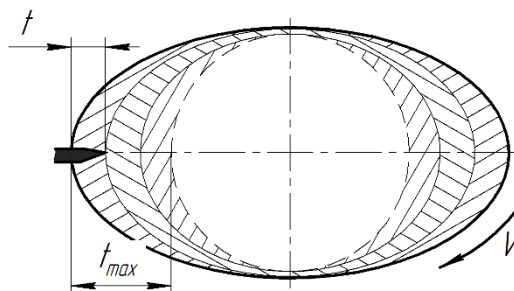


Рис. 4. Схема обработки условно переменной настройкой глубины обработки на переход

4 – *Адаптивная настройка глубины обработки на переход* – вылет режущего инструмента постоянно подстраивается на необходимую глубину с учетом текущего припуска в каждом поперечном сечении поверхности. Применяется непоследовательная схема проходов. При этом возможно выдерживание постоянно максимально эффективной глубины резания без зарезания поверхности до вписанного цилиндра. Для обеспечения такой схемы обработки необходимо программное и механическое управление вылетом резца, а также применение устройств для определения пространственного положения поверхности. Кроме того, требуется предварительное математическое моделирование для определения требуемых настроек. Схема является наиболее эффективной, и соответствует методу механической обработки с активным контролем.

Каждая из указанных схем позволяет последовательно устранять погрешность отклонения профиля продольного сечения еще на предварительных этапах обработки, что достигается применяемой схемой базирования обрабатываемого модуля.

В зависимости от выбранной схемы обработки методика расчета глубины резания отлична, но общие принципы и методика схожи. Очевидно, наиболее эффективной схемой является 4-я, обеспечивающая высокоточную обработку поверхности за наименьшее время. Однако в таком случае требуется специальное высокоточное устройство обеспечивающее возможность определения положения поверхности относительно обрабатываемого элемента. А также

соответствующий математический алгоритм и модель для обеспечения возможности обработки. Подобные дополнительные устройства существенно удорожат всю систему.

Поэтому в качестве базовой принята 3-я схема обработки. Она в полной мере подходит требованиям и возможностям адаптивной обработки с применением уже разработанных средств измерений и устройств механической обработки, также обеспечивая высокоточную обработку.

Существуют различные методики и алгоритмы получения информации о геометрических параметрах обрабатываемой поверхности [7, 8, 9]. Основополагающим процессом для реализации указанного метода обработки является процесс определения геометрических параметров формы поверхности, описанный в [10]. Из результатов измерения геометрических параметров для дальнейших расчетов глубин обработки необходимы:

1 – Определение радиуса вписанной окружности в каждом из поперечных сечений поверхности;

2 – Определение положения оси и радиуса вписанного цилиндра для всей поверхности;

3 – Определение в каждом поперечном сечении максимального и минимального отклонения

от круглости ( $\Delta_{i\_max}^{кр}$  и  $\Delta_{i\_min}^{кр}$  соответственно) относительно базовой оси вписанного цилиндра.

4 – Определение сечения с минимальной величиной радиального биения  $\Delta_{i\_min}^{рб}$  относительно базовой оси вписанного цилиндра.

Далее производится расчет фактической глубины резания при выполнении механической обработки согласно 3-й схемы обработки.

Для данного метода разработана следующая методика расчета глубины резания:

❖ **Первый этап.** Расчет лимитирующего припуска  $z_{lim}$  на текущий переход.

Величина  $z_{lim}$  является припуском на механическую обработку, определяющим технологические параметры обработки всей поверхности до размеров вписанного цилиндра. Определяется только для сечения, по которому будет осуществляться базирование обрабатывающего модуля на данном переходе – *базисного сечения* и текущих параметров модуля механической обработки. Величина  $z_{lim}$  в общем случае не соответствует максимальной глубине обработки на текущем переходе. Фактически она определяет максимально допустимый вылет режущего инструмента на текущий переход.

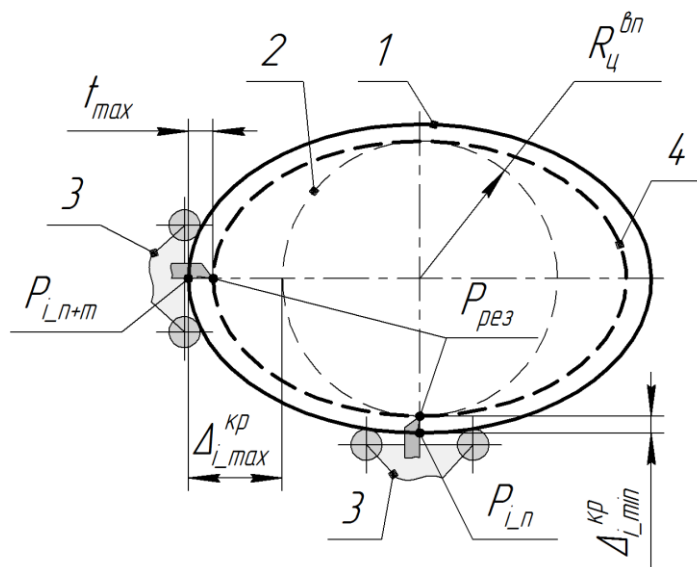


Рис. 5. Принципиальная схема к расчету глубины обработки. (1 – контур обрабатываемой поверхности в  $i$ -м сечении; 2 – контур вписанного цилиндра; 3 – модуль механической обработки; 4 – контур поверхности после механической обработки для текущего перехода)

В частности для поверхности без участков с отрицательной кривизной (рис. 5), например, поверхность качения крупногабаритных деталей опор технологических барабанов опирающихся на два ролика, достаточно рассчитать глубину обработки для случая, когда крайняя точка режущей части инструмента  $P_{рез}$  (далее точка резания) совпадает с точкой на контуре вписанного ци-

линдра  $R_{ц}^{вп}$  соответствующей минимальной погрешности формы поверхности  $\Delta_{i\_min}^{кр}$  в данном сечении. В таком случае  $z_{lim} = \Delta_{i\_min}^{кр}$ .

В прочих случаях непосредственный расчет величины  $z_{lim}$  производится путем моделирования процесса обкатки обрабатывающего модуля по поверхности детали в базовом сечении. В этом случае точка резания  $P_{рез}$  перемещается строго по контуру вписанного цилиндра  $R_{ц}^{вп}$  (линия 2,



рис. 5). При этом определяется минимальная величина снимаемого припуска, соответствующая  $z_{lim}$ . Методика и алгоритмы моделирования в данной статье не рассматриваются.

❖ **Второй этап.** Расчет максимальной глубины  $t_{max}$  (рис. 6) резания для  $i$ -го сечения.

Фактическая глубина резания при механической обработке рассматриваемых поверхностей является величиной переменной (рис. 6) и зависит от положения обрабатывающего модуля, величины настройки вылета режущего инструмента и геометрических параметров формы поверхности в обрабатываемом сечении. Кроме того, в виду наличия особенностей в базировании

обрабатывающего модуля возникает относительно сложная траектория движения режущего инструмента относительно обрабатываемой поверхности.

Таким образом, для определения величины  $t_{max}$  в  $i$ -м сечении в общем случае требуется произвести моделирование процесса механической обработки поверхности при настройке вылета режущего инструмента на величину  $z_{lim}$ . Моделирование позволит определить фактическую глубину обработки  $t$  с соответствующим требуемой точности шагом, а также контур получаемой поверхности.

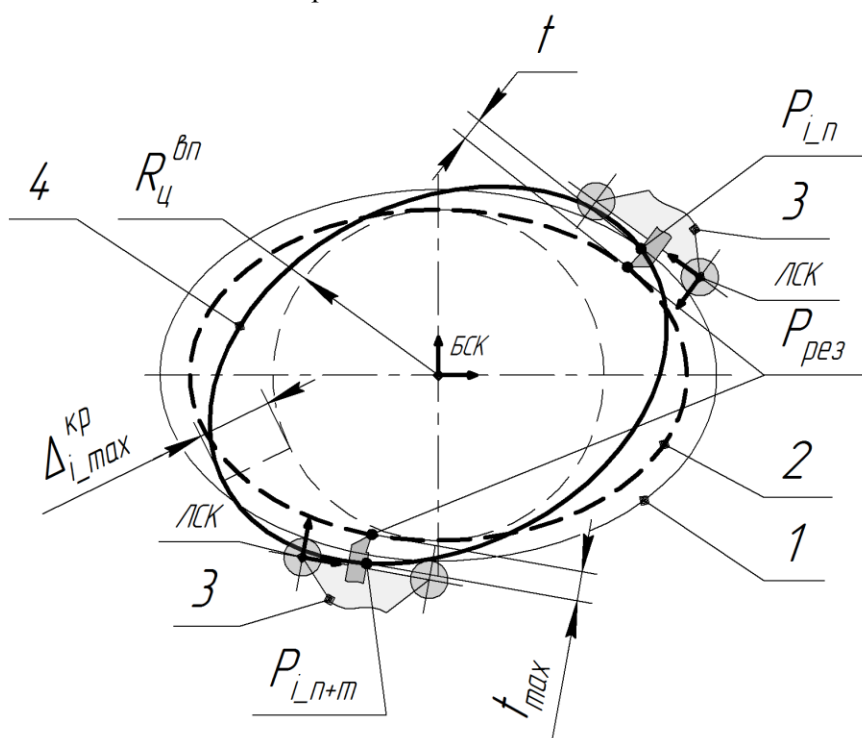


Рис. 6. Принципиальная схема расчета глубины обработки в  $i$ -м сечении. (1 – контур поверхности в базисном сечении; 2 – контур поверхности после механической обработки для текущего перехода соответствующий настройке вылета режущего инструмента на величину  $z_{lim}$ ; 3 – модуль механической обработки; 4 – контур поверхности в  $i$ -м сечении)

Алгоритм расчета величины  $t_{max}$  резания для  $i$ -го сечения следующий:

➤ Расчет координат точки  $P_{i_n}$  (точка резания контура поверхности в  $i$ -м сечении) для  $n$ -го положения режущего модуля.

■ Из моделирования процесса механической обработки известно положение обрабатывающего модуля 3 относительно базовой системы координат (БСК) обрабатываемой поверхности для  $n$  положений. Соответственно известен и угол наклона локальной системы координат (далее ЛСК) обрабатывающего модуля относительно базовой СК. На основе этих данных найдем уравнение прямой проходящей через известную точку  $P_{рез}$  в данном положении обрабатывающего модуля и параллельную плоскости перемещения режущего инструмента:

$$y = k \cdot (x - x_{P_{рез_n}}) + y_{P_{рез_n}} \quad (1)$$

где  $x_{P_{рез_n}}$  и  $y_{P_{рез_n}}$  – координаты точки  $P_{рез}$  в БСК для  $n$ -го положения обрабатывающего модуля,  $k$  – коэффициент угла наклона прямой, определяемый по формуле 2.

$$k = \tan\left(\varphi_{\text{модуля}} + \frac{\pi}{2}\right) \quad (2)$$

Для случая, когда  $\varphi_{\text{модуля}} + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$  уравнения прямой соответствует формуле 3.

$$x = x_{P_{рез_n}} \quad (3)$$

■ Далее рассчитываются координаты точек пересечения данной прямой и контура поверхности в  $i$ -м сечении (линия 4, рис. 6). В общем случае решение имеет две точки пересечения, для

дальнейших расчетов принимается точка для которой модуль расстояния от точки  $P_{рез}$  наименьший.

➤ Проверка наличия врезания инструмента в обрабатываемую поверхность.

▪ Для проверки наличия обработки в данном положении обрабатывающего модуля доста-

$$P_{лск_{i\_n}} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_{модуля}) & \sin(\varphi_{модуля}) \\ -\sin(\varphi_{модуля}) & \cos(\varphi_{модуля}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -x_{лск} \\ -y_{лск} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos(\varphi_{модуля}) & \sin(\varphi_{модуля}) \\ -\sin(\varphi_{модуля}) & \cos(\varphi_{модуля}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{P_{i\_n}} \\ y_{P_{i\_n}} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где  $x_{лск}$  и  $y_{лск}$  – координаты точки начала координат локальной СК обрабатывающего модуля в базовой СК, определяются на этапе моделирования процесса механической обработки;  $x_{P_{i\_n}}$  и  $y_{P_{i\_n}}$  – координаты точки  $P_{i\_n}$  в базовой СК.

Координаты точки  $P_{рез}$  в локальной СК постоянны и известны с момента определения величины  $t_{max}^{np}$ .

Для определения наличия обработки достаточно сравнить координаты по оси Оу в локальной СК для точек  $P_{i\_n}$  и  $P_{рез}$ .

– если  $y_{P_{рез}} \leq y_{P_{i\_n}}$ , то

$t=0$  и обработка не происходит (5)

– если  $y_{P_{рез}} > y_{P_{i\_n}}$ , то

$t > 0$  ведется обработка (6)

➤ Расчет максимальной глубины резания  $t_{max}$  в  $i$ -м сечении.

▪ Максимальная глубина резания определяется как наибольшая глубина резания из  $n$  положений обрабатывающего модуля для  $i$ -го сечения. Поэтому для каждого положения обрабатывающего модуля, в котором выполняется условие 6, определяется модуль расстояния между точками  $P_{i\_n}$  и  $P_{рез}$  по формуле 7.

$$t = \sqrt{(x_{P_{i\_n}} - x_{P_{рез\_n}})^2 + (y_{P_{i\_n}} - y_{P_{рез\_n}})^2} \quad (7)$$

**Аналогичным образом производятся расчеты глубины резания для всех  $m$  сечений, в которых производится механическая обработка на данном переходе.**

**Заключение.** Итогом представленного расчета является массив данных с расчетными значениями величины  $t_{max}$  для каждого поперечного сечения поверхности на участке, в котором производится обработка. Это позволяет с достаточной точностью определить необходимую величину вылета инструмента при проведении механической обработки, обеспечивающую технологически обоснованные режимы, а также рассчитать требуемое количество рабочих ходов (переходов) для снятия необходимого припуска.

точно определить координаты точки  $P_{i\_n}$  в его локальной системе координат и сравнить с координатами точки  $P_{рез}$ .

Координаты точки  $P_{i\_n}$  в локальной СК обрабатывающего модуля определяются по следующей формуле:

Получаемые после указанных расчетов данные передаются для дальнейшего анализа и построения оптимального общего маршрута обработки.

Блок-схема расчета максимальной глубины резания в  $i$ -м поперечном сечении представлена на рис. 7.

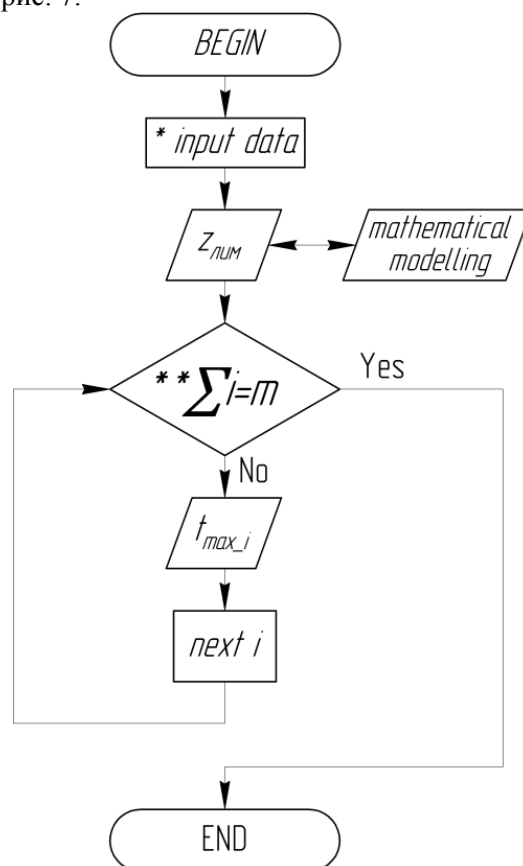


Рис. 7. Блок-схема расчета величины максимальной глубины обработки  $t_{max}$  для  $m$  сечений.

(\* - исходные данные: индекс базисного сечения  $i$ ; количество  $m$  и номера  $i$  сечений подлежащих обработке на данном переходе; геометрические параметры поверхности в указанных сечениях, \*\* - условие проведения расчета для всех  $m$  сечений)

**Выводы:** представленная методика расчета и назначения глубины резания позволяет в полной мере реализовать принципы адаптивной технологии механической обработки монотонных замкнутых поверхностей крупногабаритных деталей с нестационарной осью вращения. С целью

повышения точности обработки возможна корректировка расчетных данных путем осуществления дополнительных измерений поверхности после каждого прохода, что в свою очередь обеспечит повышение точности обработки и стойкость применяемого инструмента.

Разработанная методика, с незначительными корректировками, позволяет применять её для 4-й схемы назначения глубины резания, то есть при обработке с системой активного контроля [11].

*\*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова*

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шрубченко И.В. Хуртасенко А.В., Колобов А.В. Технологическое обеспечение условий контакта деталей опор технологических барабанов при их сборке и эксплуатации. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 189 с.
2. Колобов А. В. Технологическое обеспечение условий контакта при сборке и эксплуатации опор технологических барабанов: дис. канд. техн. наук. Белгород, 2009. 190с.
3. Хуртасенко А.В. Технология восстановительной обработки крупногабаритных деталей с использованием методов активного контроля: дис. канд. техн. наук. Белгород, 2007. 137 с.
4. Пат. № 125499, Российская Федерация, МПК В23В 5/00 (2006.01). Станок для обработки бандажей / Шрубченко, М.Н. Мурыгина Л.В., Рыбалко В.Ю.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2012121121/02, заявл. 22.05.2012; опубл. 10.03.2013, Бюл. № 7.
5. Пат. № 110013, Российская Федерация, МПК В23В 5/00 (2006.01). Станок для обработки наружных поверхностей бандажей / Мурыгина Л.В., Шрубченко, М.Н., Архипова Н.А., Рыбалко В.Ю., Черняев А.С.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2011111455/02, заявл. 25.03.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 31.
6. Пат. № 58420, Российская Федерация, МПК В23Q1/76 (2006.01). Следящий суппорт / Санин С.Н., Бондаренко В.Н., Погонин А.А.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2006120063/22, заявл. 07.06.2006; опубл. 27.11.2006, Бюл. № 33.
7. Тюрин С.В. Контроль геометрии цилиндрических вращающихся промышленных объектов путем многократных измерений дальностей до их поверхности: дис. канд. техн. наук. СПб., 2006. 20 с.
8. Маслова. И.В. Дистанционная диагностика состояния восстанавливаемых поверхностей крупногабаритных объектов в процессе их эксплуатации: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.13: 05.02.08/ И В. Маслова. Белгород, 2013. 20 с.
9. Петров В.В., Тюрин С.В. Контроль геометрических характеристик вращающихся печей // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2005. №7. С. 66–70.
10. Тимофеев С.П., Хуртасенко А.В., Шрубченко И.В. Методика определения формы наружной поверхности качения опор технологических барабанов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 85–89.
11. Ястребов Р.Г., Маслова И.В. Использование управляемого станочного модуля при восстановительной обработке бандажей вращающихся цементных печей // Международная научно-практическая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2011.

#### Информация об авторах

**Тимофеев Сергей Петрович**, аспирант кафедры технологии машиностроения.

E-mail: Timofeevsp@inbox.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Хуртасенко Владислав Андреевич**, аспирант кафедры технологии машиностроения.

E-mail: kament31@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Шрубченко Иван Васильевич**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения.

E-mail: ivshrub@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Тимофеев С.П., Хуртасенко В.А., Шрубченко И.В., 2018

---

**S.P. Timofeev, V.A. Khurtasenko, I.V. Shrubchenko**  
**CALCULATION OF DEPTH OF CUTTING WHEN PROCESSING SURFACES**  
**OF LARGE-SIZE DETAILS WITH THE NONSTATIONARY SPIN AXIS**

*Increase in processibility of methods of the reduction processing of continuous and stretched surfaces is a relevant task. These surfaces are inherent in a number of large-size details, such as support of the technological drums having a nonstationary spin axis in use. Now the new, perspective adaptive technology of machining of the monotonic selfcontained surfaces of large-size details with a nonstationary spin axis is developed. This technology allows to make efficiently the reduction processing, for example, of surfaces of a rolling of bandages of cement furnaces. Ensuring technological process of machining requires monitoring and keeping of a number of technological parameters. For the specified surfaces it is especially important to keep the requirement for the maximal depth of processing. Therefore for the developed technology computational methods of the actual depths of processing are received, at the corresponding technological parameters of process of the reduction processing. The technique and algorithms of calculation of the actual depth of processing are based on mathematical model operation of process of multipass machining.*

**Keywords:** cutting depth, the reduction processing, bandage of the cement furnace.

---

*Information about the authors*

**Sergey P. Timofeev**, Postgraduate student.

E-mail: Timofeevsp@inbox.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Vladislav A. Khurtasenko**, Postgraduate student.

E-mail: kament31@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Ivan V. Shrubchenko**, PhD, Professor.

E-mail: ivshrub@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in December 2017*

## ЭВОЛЮЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ ДИНАМИЧЕСКОГО САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

ostanovskiy51@mail.ru

*Приведён анализ существующих схемных решений вертикальных мельниц динамического самоизмельчения, конструктивные особенности и их технические недостатки. Представлены новые запатентованные конструктивные схемы мельниц нового поколения, обеспечивающие снижение энергозатрат при измельчении минерального сырья.*

**Ключевые слова:** мельница, самоизмельчение, корпус, ротор, барабан столб материала, кинематическое несоответствие, индифферентные группы, циркулирующая мощность, интенсивность взаимодействия.

Поиск новых направлений в области создания измельчительного оборудования, отвечающего современным требованиям производства, является актуальной задачей развития страны на ближайшую перспективу [1].

Решение этой сложной задачи в полной мере относится к строительной отрасли и отрасли по производству строительных материалов. Здесь с целью снижения эксплуатационных затрат и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции в ближайшее время необходимо провести переоснащение функционирующих предприятий измельчительным оборудованием с улучшенными техническими характеристиками, созданного на основе передовых научных исследований в области теории измельчения [2].

В последнее время исследователи пришли к выводу, что традиционные технологии и оборудование в принципе не способны решить проблему по модернизации и созданию измельчительного оборудования с улучшенными эксплуатационными показателями, в том числе с низкими энергетическими показателями при дроблении и измельчении материалов [3].

Решить проблему снижения энергозатрат на существующем оборудовании не позволяет то обстоятельство, что в нём используется сложившийся принцип сокращения первоначального размера куска, когда его располагают между рабочими органами: щеками, валками, конусами или шарами и к нему прилагается необходимое усилие, достаточное для его разрушения. В этом случае создаются усилия, которые превышают предел прочности материала на сжатие. В этом случае большая часть затрачиваемой энергии расходуется не на разрушение кусков материала, а на их нагрев, трение между ними и с поверхностью соприкасающихся частей машины и трению в её узлах. Большая часть подводимой энергии (до 70 %) в машинах расходуется на деформацию

рабочих элементов измельчительного оборудования – станин, плит, корпусов, подвижных и неподвижных конусов и др. Из этого вытекают недостатки традиционной техники и технологии дробления и измельчения, которые требуют установку мощных фундаментов, высокую металлоёмкость машин и использования электродвигателей повышенной мощности. Это является основной причиной высоких энергетических затрат при измельчении и дроблении материала [4].

Особый интерес с точки зрения решения этой проблемы является появившаяся возможность использовать для измельчения вертикальные мельницы динамического самоизмельчения системы «МАЯ», в которых реализован способ самоизмельчения, в результате которого разрушение первоначальных кусков происходит при их соударении, сжатии, раскалывании и истирании их между собой [5, 6].

В табл. 1. представлены схемные решения известных вертикальных мельниц динамического самоизмельчения, технические преимущества и приводятся эксплуатационные недостатки, не позволяющие добиться снижения энергозатрат при их использовании.

Эволюции вертикальных мельниц динамического самоизмельчения показывает, что, несмотря на разработку множества конструктивных и схемных решений мельниц системы «МАЯ» они достигли предела по возможности снижения энергопотребления, так как в них реализован принцип разрушения кусков и частиц материала за счёт центробежных сил, которые они приобретают при вращении ротора, угловая скорость которого не может превышать некоторого критического значения [7].

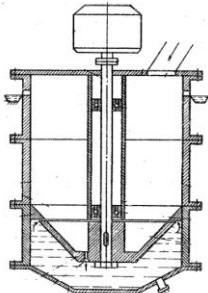
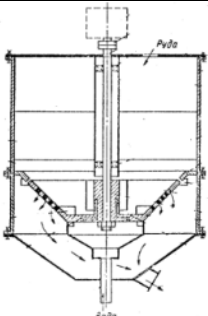
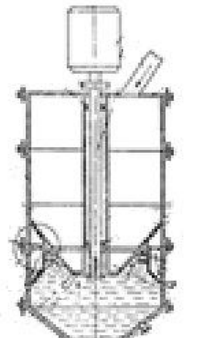
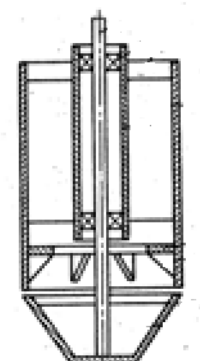
По мнению автора, поиск новых технических решений, обеспечивающих снижение энергопотребления при измельчении в мельницах этой системы, должно базироваться на создании

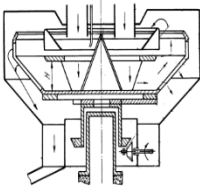
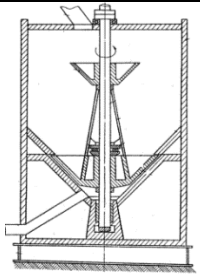
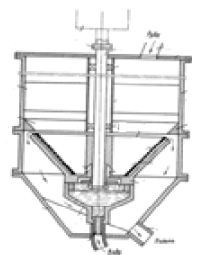
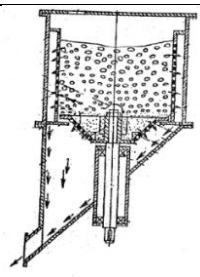
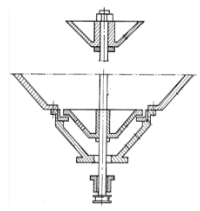
принципиально новых структурных схем, являющихся основой конструкции любой машины [8]. Изменяя закономерности движения звеньев механизма, можно изменять величину, направление

скоростей и моментов в этих звеньях, что будет определять силовые характеристики при их взаимодействии и энергопотребление.

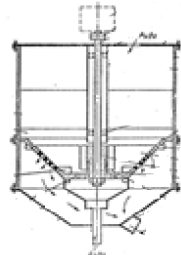
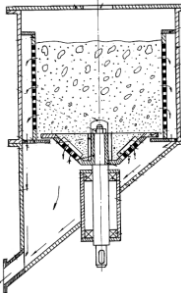
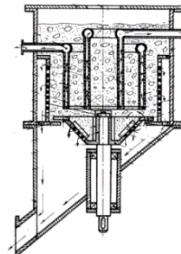
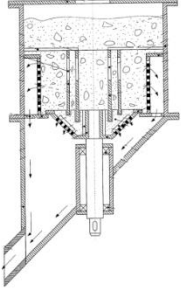
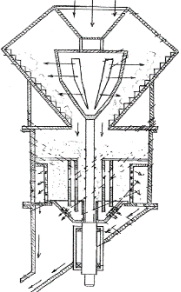
Таблица 1

## Эволюция вертикальных мельниц динамического самоизмельчения системы «МАЯ»

| № п/п | Наименование изобретения                     | Эскиз схемного решения                                                              | Номер авторского свидетельства или патента на изобретение, дата публикации | Основные недостатки                                                                                                                                                          | Способ достижения технического преимущества                                                                                                                                                  | Технические преимущества схемного решения                                                                                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                            | 3                                                                                   | 4                                                                          | 5                                                                                                                                                                            | 6                                                                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                            |
| 1     | Мельница динамического самоизмельчения «МАЯ» |    | А.с. №710632<br>Опубл. 25.01.80<br>Бюл. №3                                 | Несвоевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы                                                                                                    | 1. Оснащением конусообразным кольцевым выступом и полым цилиндром.<br>2. В чашеобразном роторе выполнены каналы для подачи транспортирующего агента (воды)                                   | 1. Снижение энергозатрат на единицу готового продукта.<br>2. Снижение расхода металла на единицу готового продукта за счёт замены мелющих тел более крупными кусками измельчаемого материала |
| 2     | Мельница динамического самоизмельчения «МАЯ» |   | А.с. №937002<br>Опубл. 23.06.82<br>Бюл. №23                                | Несвоевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы                                                                                                    | 1. Установкой эквидистантно в чашеобразном роторе внутренней стенкой с просеивающими поверхностями и сосудом для подачи транспортирующего агента                                             | 1. Повышение производительности в единицу времени;<br>2. Повышение качества за счёт стабилизации гранулометрического состава                                                                 |
| 3     | Мельница динамического самоизмельчения       |  | А.с. №91516139<br>Опубл. 23.10.89<br>Бюл. №39                              | 1. Интенсивный износ кольцевого зазора между конусообразным кольцом и чашеобразным ротором.<br>2. Не своевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы | 1. За счёт оснащения кольцевой сборной камерой.<br>2. Выполнение кольцевого выступа перфорированный<br>3. В верхней части чашеобразный ротор выполнен с отбортовкой, а в нижней с лопатками. | 1. Повышение надежности:<br>-повышение срока службы чашеобразного ротора.<br>2. Повышение качества за счёт стабилизации гранулометрического состава                                          |
| 4     | Мельница динамического самоизмельчения       |  | А.с. №957953<br>Опубл. 15.09.82<br>Бюл. №34                                | Незначительное снижение частоты вращения чашеобразного ротора приводит к значительному снижению производительности                                                           | 1. Оснащением отбойным кольцом, расположенным над чашеобразным ротором с радиальными перегородками.<br>2. Вал установлен в подшипниковых опорах расположенных в полном цилиндре,             | Увеличение КПД измельчения, удельной производительности, расширение диапазона частоты вращения ротора                                                                                        |

| 1 | 2                                            | 3                                                                                   | 4                                                   | 5                                                                                                                                                                             | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Мельница самоизмельчения МАЯ - Т             |    | А.с. №2053851<br>Опубл. 10.02.1996<br>Бюл. №3       | 1. Высокая металлоемкость.<br>2. Не своевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы.                                                                  | 1. Оснащением трехлучевым кольцом, соединенным с полым валом, расположенным на опоре.<br>2. Чашеобразный ротор имеет съемные сита с горизонтальными щелями.<br>3. Чашеобразный ротор установлен на полый вал, привод через зубчатую передачу.<br>4. Удалением готового продукта через сита в чашеобразном роторе при помощи воды. | 1. Повышение производительности в единицу времени.<br>2. Снижение металлоемкости                                                                                  |
| 6 | Мельница динамического самоизмельчения «МАЯ» |    | А.с. №11610632<br>Опубл. 10.05.2000<br>Бюл. №25.    | 1. Интенсивный износ кольцевого зазора между конусообразным кольцом и чашеобразным ротором.                                                                                   | 1. Оснащением кольцом для подачи транспортирующего агента (воды).<br>2. Вал установлен в подшипниковых опорах, расположенных в полом цилиндре.<br>3. Удаление готового продукта через кольцевой зазор и каналы в чашеобразном роторе при помощи воды                                                                              | 1. Повышение надежности:<br>- повышение срока службы чашеобразного ротора.<br>2. Повышение качества:<br>- стабильный гранулометрический состав.                   |
| 7 | Мельница динамического самоизмельчения       |   | А.с. №1308382<br>Опубл. 07.05.87<br>Бюл. №17.       | 1. Интенсивный износ кольцевого зазора между конусообразным кольцом и чашеобразным ротором.<br>2. Не своевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы. | 1. Оснащением кольцевым карманом, расположенным в верхней части чашеобразного ротора.<br>2. В наклонную стенку ротора вмонтированы сита.<br>3. Вал установлен в подшипниковых опорах, расположенных в полом цилиндре, привод верхний<br>4. Удалением готового продукта через сита в чашеобразном роторе при помощи воды           | 1. Повышение надежности:<br>- повышение срока службы чашеобразного ротора.<br>2. Повышение качества:<br>- стабильный гранулометрический состав.                   |
| 8 | Мельница                                     |  | А.с. №1828412<br>Опубл. 15.07.93<br>Бюл. №30        | 1. Интенсивный износ сопряжения чашеобразного ротора и кольцевого выступа.<br>2. Не своевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы.                  | 1/ Оснащением полым цилиндром с просеивающими поверхностями.<br>2. Чашеобразный ротор имеет съемный горизонтальный участок.<br>3. Удалением продукта через сита в чашеобразном роторе и просеивающие поверхности цилиндра                                                                                                         | 1. Повышение производительности в единицу времени.<br>2. Повышение надежности за счёт повышения срока службы сопряжения чашеобразного ротора и кольцевого выступа |
| 9 | Установка для самоизмельчения                |  | А.с. №2012405<br>от 15.08.1991.<br>Опубл 15.05.1994 | 1. Образование зон, в которых материал находится без движения.<br>2. Не достаточное давление материала на чашеобразный ротор.                                                 | 1. Оснащением распределительной тарелкой.<br>2. Часть корпуса выполнена в виде бункера.<br>3. Вал установлен в подшипниковых опорах<br>4. Удаление готового продукта через сита в чашеобразном роторе                                                                                                                             | 1. Повышение производительности в единицу времени                                                                                                                 |



| 1  | 2                                      | 3                                                                                   | 4                                                    | 5                                                                                                                                                                                                                                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Мельница динамического самоизмельчения |    | А.с. №1681948<br>Опубл. 07.10.91<br>Бюл. №37.        | Несвоевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы                                                                                                                                                              | 1. Оснащением проемом и сквозным пазом в форме трапеции, выполненными в радиальных перегородках.<br>2. Вал установлен в подшипниковых опорах, расположенных в полом цилиндра.<br>3. Удаление готового продукта через сита в чашеобразном роторе.                                                                                                                                                                           | 1. Повышение производительности в единицу времени.<br>2. Стабильный гранулометрический состав.                                                          |
| 11 | Мельница                               |    | А.с. №2084287<br>Опубл. 20.07.1997                   | 1. Несвоевременный вывод готового продукта из рабочего пространства мельницы.                                                                                                                                                          | 1. Оснащением сквозными пазами в радиальных перегородках в виде прямоугольников.<br>2. Радиальные перегородки установлены с зазором относительно ступицы чашеобразного ротора.<br>3. Удаление готового продукта через сита в чашеобразном роторе и просеивающие поверхности полого цилиндра                                                                                                                                | 1. Повышение эффективности: -повышение производительности в единицу времени;<br>2. Повышение стабильности гранулометрического состава.                  |
| 12 | Мельница                               |   | А.с. №2142341<br>от 29.12.1997.<br>Опубл. 10.12.1999 | 1. Неэффективное удаление материала из рабочей зоны, что приводит к ухудшению его качества из-за переизмельчения.<br>2. Интенсивный износ периферийной верхней части ребер чашеобразного ротора и снижению производительности мельницы | 1. Оснащением четным количеством перфорированных цилиндров, образующих кольцевые камеры, для отвода готового продукта.<br>2. Удалением готового продукта через сита в чашеобразном роторе.<br>3. Установкой дополнительных перфорированных цилиндров<br>4. Внутренняя полость чаши ротора, над наклонной ее частью, выполнена с вертикальным участком, причем высота этого участка составляет до 1/3 от высоты чаши ротора | 1. Повышение производительности в единицу времени.<br>2. Стабильный гранулометрический состав                                                           |
| 13 | Мельница                               |  | А.с. №2376063<br>от 29.09.2008<br>Опубл. 20.12.2009  | 1. Низкая разница в скоростях движения частиц опускающихся в чашеобразный ротор и частиц выходящих из него.                                                                                                                            | 1. Выполнением в радиальных ребрах чашеобразного ротора вертикальных прямоугольных вырезов, в которые установлены вертикальные цилиндры, закрепленные на корпусе.<br>2. В верхних частях вертикальных цилиндров выполнены окна, а нижние их части выполнены сплошными                                                                                                                                                      | 1. Повышение производительности в единицу времени                                                                                                       |
| 14 | Агрегат для измельчения                |  | А.с. №2454280<br>от 25.10.2010.<br>Опубл. 27.06.2012 | Снижение производительности при увеличении крупности питания                                                                                                                                                                           | 1. В радиальных ребрах чашеобразного ротора выполнены вертикальные прямоугольные вырезы, в которых установлены вертикальные цилиндры, закрепленные на корпусе.<br>2. В верхних частях вертикальных цилиндров выполнены окна<br>3. Выполнением нижних их частей сплошными.<br>4. Вал соединяет конусообразную корзину с чашеобразным ротором.<br>5. Поверхность вала в рабочей зоне дополнительно снабжена зубцами.         | 1. Обеспечивается совмещение операций дробления и тонкого помола в одном агрегате и интенсификации процесса перемешивания и прохода измельчаемой породы |

Из разработанной классификации [9] следует выделить наиболее перспективное направление в создании вертикальных мельниц динамического самоизмельчения нового поколения, позволяющее снизить энергопотребление путём построения их структурных схем с использованием индифферентных групп [10].

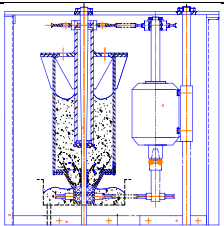
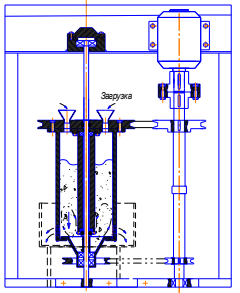
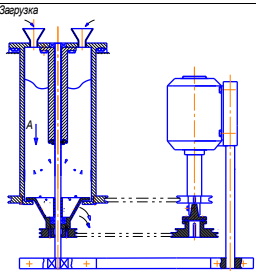
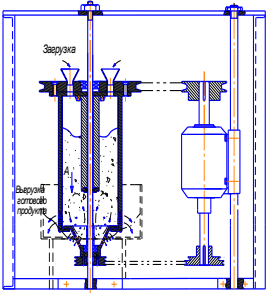
Это позволяет добиться снижения энергозатрат за счёт использования для разрушения материала кроме кинетической энергии движущихся

частиц под воздействием вращающегося ротора дополнительно потенциальную энергию, возникающую при скручивании вала приводного двигателя, которое осуществляется выполнением верхней и нижней ветви замкнутого контура с их кинематическим несоответствием [11].

В табл. 2 представлены запатентованные конструктивные схемы мельниц этой системы и указаны причины, приводящие к снижению энергопотребления при измельчении материала.

Таблица 2

**Схемные решения вертикальных мельниц динамического самоизмельчения с индифферентной структурной группой**

| № п/п | Наименование схемного решения                        | Эскиз                                                                               | Номер патента на изобретение, дата публикации                               | Техническое преимущество                                                      | Способ реализации снижения энергозатрат                                                                                                                                   |
|-------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Измельчитель динамического самоизмельчения           |    | <u>Патент на изобретение</u><br>№2465960.<br>Опубл. 10.11. 2012 г. Бюл. №31 | Снижение энергозатрат при той же производительности                           | За счет возникновения явления «циркуляции» мощности, образующейся в замкнутом контуре кинематической цепи из-за кинематического несоответствия его ветвей                 |
| 2     | Мельница                                             |  | <u>Патент на изобретение</u><br>№2496581.<br>Опубл. 27.10.2013 Бюл. №30     | Снижение энергозатрат при той же производительности эксплуатационных затрат   | За счет возникновения явления «циркуляции» мощности, образующейся в замкнутом контуре кинематической цепи из-за кинематического и несоответствия и упрощения конструкции  |
| 3     | Измельчитель динамического самоизмельчения материала |  | <u>Патент на изобретение</u><br>№2520008.<br>Опубл. 20.06. 2014 Бюл. №17    | Снижение энергозатрат при той же производительности и эксплуатационных затрат | За счет возникновения явления «циркуляции» мощности, образующейся в замкнутом контуре кинематической цепи из-за кинематического и несоответствия и упрощения конструкции  |
| 4     | Устройство для измельчения материала                 |  | <u>Патент на изобретение</u><br>№2526668.<br>Опубл. 27.08. 2014 г. Бюл. №24 | Снижение энергозатрат при той же производительности и эксплуатационных затрат | За счет возникновения явления «циркуляции» мощности, образующейся в замкнутом контуре кинематической цепи из-за кинематического их несоответствия и упрощения конструкции |

В мельнице динамического самоизмельчения с индифферентной структурной группой подвод мощности от приводного двигателя к столбу измельчаемого материала осуществляется по двум параллельным ветвям замкнутого контура, причём величины этих потоков мощности для того, чтобы осуществлялся режим самоизмельчения, не должны быть равными между собой. Это достигается тем, что кинетическая цепь строится таким образом, что передаточные отношения передач в верхней и нижней ветви замкнутого контура не равны между собой, т. е.

$i_{\text{верх}} \neq i_{\text{нижн}}$ . При этом разность между частотой вращения ротора и барабана должна находиться в пределах  $\Delta n = n_{\text{рот}} - n_{\text{бар}} = 300-350$  об/мин.

Передача разных потоков мощности при такой схеме приведёт к скручиванию столба материала в мельнице и приводного вала, в котором за счёт деформации возникнет потенциальная энергия  $E_{\text{пот}}$ , образующаяся в результате деформации и нарушения равновесия в кристаллических решётках материала, из которого изготовлен вал приводного вала (рис. 1).

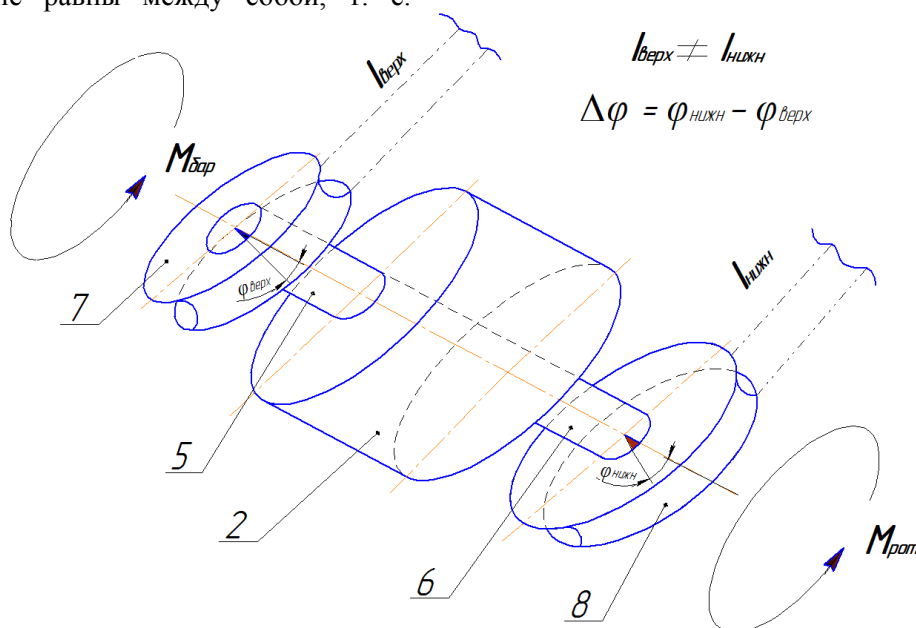


Рис. 1. Скручивание концов вала приводного двигателя в мельнице системы «МКАД» при передаче разных по величине потоков мощности (моментов) по верхней и нижней ветви замкнутого контура:

1 – вал приводного двигателя; 2 – барабан; 3 – верхний конец вала; 4 – нижний конец вала; 5 – приводной шкив верхней ветви клиноременной передачи; 6 – приводной шкив нижней ветви клиноременной передачи

Величина возникающей потенциальной энергии  $E_{\text{пот}}$  при известных значениях диаметра вала приводного двигателя –  $d_{\text{ср}}$ , его длины  $l$  и упругих свойств материала вала –  $[E]$  будет зависеть от угла скручивания вала –  $\Delta\varphi_{\text{скр}i}$ , которая может быть определена как разность между значениями углами скручивания нижнего и верхнего конца относительно исходного состояния до приложения к нему крутящего момента, подводимого по ветвям замкнутого контура. Разность углов скручивания концов приводного двигателя в любой  $i$ -й момент времени определится по формуле

$$\Delta\varphi_{\text{скр}i} = \varphi_{\text{нижн}i} - \varphi_{\text{верх}i}, \text{ рад} \quad (1)$$

где  $\varphi_{\text{нижн}i}$  и  $\varphi_{\text{верх}i}$  – величины скручивания нижнего и верхнего конца приводного вала в поперечном сечении в  $i$ -й момент времени относительно первоначального (исходного) состояния до передачи крутящего момента, рад.

Мощность, необходимая для скручивания вала приводного двигателя  $N_{\text{скр}i}$ , можно определить как

$$N_{\text{скр}i} = \int_0^t M_{\text{скр}i} \cdot d(t_i) \cdot \omega_i, \text{ Вт} \quad (2)$$

где  $M_{\text{скр}i}$  – момент, возникающий из-за скручивания вала результате кинематического несоответствия ветвей замкнутого контура;  $t_i$  – период измельчения, с;  $\omega_i$  – угловая скорость вала в  $i$ -й момент времени, рад/с.

Приведённые формулы показывают преимущество мельниц, имеющих индифферентную структуру и позволяющую использовать для разрушения материала дополнительную энергию замкнутого контура, что способствует снижению энергозатрат.

Этот вывод и представленные схемные решения вертикальных мельниц динамического самоизмельчения позволили разработать техническую документацию и приступить к изготовлению промышленного образца мельницы системы

«МКАД-2», в которой обеспечивается непрерывная загрузка исходного материала. Особенностью конструктивного решения этого образца является то обстоятельство, что в ней помимо отмеченных схемных решений (см. табл. 2) синтезированы дополнительно 4 запатентованных технических решения, позволяющие не только снизить

энергопотребление, но и также повысить производительность, надёжность, ремонтпригодность и работоспособность [12–15].

На рис. 2 представлена конструктивная схема мельницы этой системы с габаритными размерами, позволяющими оценить её технические возможности.

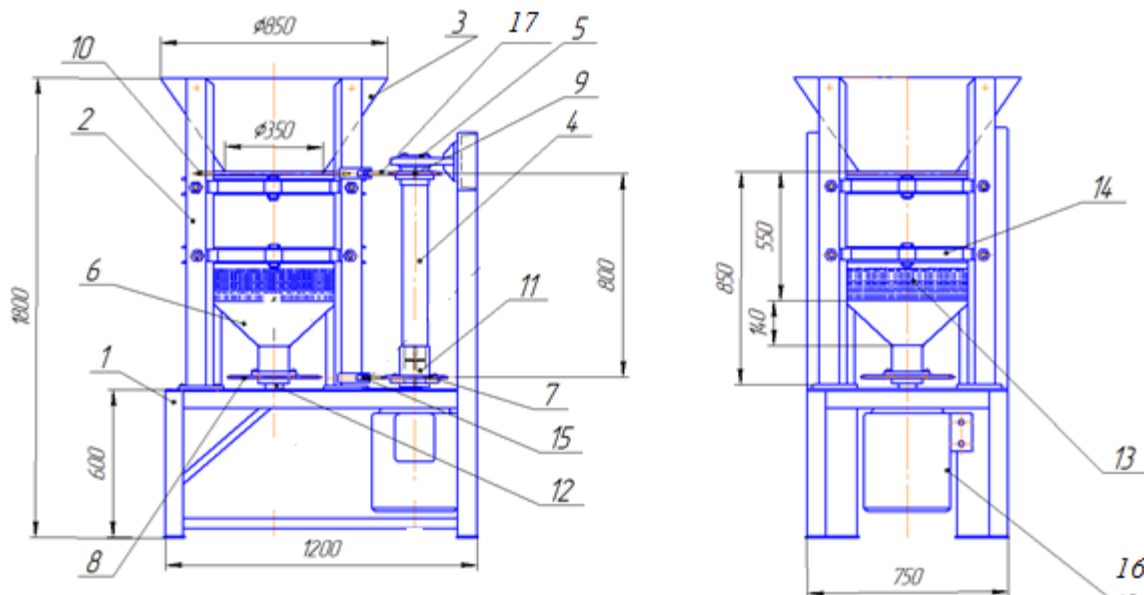


Рис. 1. Конструктивная схема промышленного образца мельницы динамического самоизмельчения «МКАД-2»:

1 – стол; 2 – рама; 3 – бункер; 4 – вал вертикальный; 5 – ведущая звёздочка привода барабана; 6 – ротор; 7 – ведущая звёздочка привода ротора; 8 – ведомая звёздочка привода ротора; 9 – опора верхняя; 10 – ведомая звёздочка привода барабана; 11 – муфта; 12 – опорный вал ротора; 13 – барабан; 14 – люнет; 15 – цепь привода ротора; 16 – приводной электродвигатель; 17 – цепь привода барабана

Рабочая документация мельницы «МКАД-2» разработана автором статьи, а её изготовление производится на предприятии ООО «Восток» г. Шахты Ростовской области, занимающегося изготовлением обогатительного оборудования для крупнейших предприятий Российской Федерации: ОАО АК «Алроса», ООО «Евраз-Холдинг», ОАО «Мечел».

Особенностью мельницы является использование в конструктивной схеме двух люнетов 14, предназначенных для повышения жесткости и снижения вибрации при вращении барабана 13.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Минрегиона РФ от 30.05.2011 № 262 «Об утверждении Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года».
2. Субботин М.Ф. Анализ современного состояния и перспективы развития дробильно-измельчительного оборудования // Вестник Читинского гос. ун-та (Вестник ЧитГУ). Чита: ЧитГУ, 2010. (№3(5). С. 100–105.

3. Пивняк Г.Г., Вайсберг Л.А., Кириченко В.И., Пилов В.И. Измельчение. Энергетика и технология. М.: Издательский дом «Руда и Металлы». 2007. 296 с.

4. Технология сырья на перепутье. Проблемы и перспективы. Пер. с англ. Под ред. Б.А. Уилса, Р.В. Баряя. М.: Недра, 1992. 272 с.

5. А.с. № 651845 (СССР), МПК4 В 02 С 13/14. Способ измельчения материала/ Ягунов А.В.; заявитель Северо-Кавказский горно - металлургический институт. № 2331562; заявл. 09.06. 1976, опубл. 15.03. 1979, Бюл. №11. 3 с.

6. А.с. № 710632 (СССР), МКИ В 02 С 13/00. Мельница динамического самоизмельчения «МАЯ»/ Ягунов А. В.; заявитель Северо-Кавказский горно-металлургический институт, заявка № 2325134; заявл. 17.02. 1976, опубл. 25.01.1980, Бюл. №3. 4 с.

7. Гегелашвили М.В. Определение границ скоростных режимов движения материала в мельнице динамического самоизмельчения «МАЯ» // Механизмы и машины ударного, периодического и вибрационного действия. Матер/ междунар. симп. (Орел 22-24 нояб. 2000) Орел ОПУ. 2000 С. 245–249.

8. Дровников А.Н., Остановский А.А. Системы мельниц динамического самоизмельчения контурного типа. Южно-российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. 183 с.

9. Дровников А.Н., Остановский А.А., Маслов Е.В. Классификация вертикальных мельниц динамического самоизмельчения как основа создания измельчительного оборудования нового поколения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. 2014. № 6. С. 12–17.

10. Дровников А.Н. Индифферентные структуры механизмов и машин. Ростов-на-Дону: Изд-во «Пегас», 1999. 136 с.

11. Остановский А.А., Дровников А.Н. Закономерности передачи мощности к измельчаемому материалу в мельницах системы «МКАД». // Наука и образование. 2017. №5. С. 21–23.

12. Пат. на изобретение №2558205 Российская Федерация МПК В02С13/14. Мельница. Дровников А.Н., Остановский А.А., Никитин Е.В., Маслов Е.В., Городнянский В.М., Черкесов В.Ю. Заявка: 2014110456/13, заявл. 18.03.2014; Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный технический

университет" (ДГТУ), опубл. 27.07.2015, Бюл. №21. 6 с.

13. Пат. на полезную модель №134825. Российская Федерация. МПК В02С13/14. Измельчитель материала/ Остановский А.А., Дровников А.Н., Маслов Е.В.; заявка №2013105691, заявл. 11.02.13; заявитель и патентообладатель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»); опубл. 27.11.2013, Бюл. №34. 3 с.

14. Пат. на полезную модель №173519. Российская Федерация. МПК В02С13/14. Мельница динамического самоизмельчения. Остановский А.А., Дровников А.Н., Рыбальченко А.Н., Маслов Е.В., Осипенко Г.Е., Никитина Н.С. / Заявка №2017101475, заявл. 17.01.17; заявитель и патентообладатель. Остановский А.А.; опубл. 30.08.2017, Бюл. №25. 6 с.

15. Пат. на полезную модель №175318. Российская Федерация. МПК В02С13/14. Устройство для измельчения материала. Остановский А.А., Никишин В. В. Заявка №2017116514; заявл. 11.05.2017; заявитель и патентообладатель Остановский А. А. ; опубл. 30.11.2017. Бюл. №34. 4 с.

#### Информация об авторах

**Остановский Александр Аркадьевич**, кандидат технических наук, доцент, главный инженер.

E-mail: ostanovskiy51@mail.ru

ООО «Оптимастрой».

Россия, 141130 Московская обл., Рузский район, г. Тучково, ул. Школьная, д. 28.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Остановский А.А., 2018

---

#### A.A. Ostanovskiy

#### EVOLUTION OF VERTICAL MILLS OF DYNAMIC SELF-REFINING

*The analysis of existing circuit solutions of vertical grinding mills of dynamic self-grinding, design features and their technical disadvantages is given. New patented design schemes for new-generation mills are presented, which ensure a reduction in energy costs when grinding mineral raw materials*

**Keywords:** mill, self-grinding, body, rotor, drum column material, kinematic mismatch, in-trim groups, circulating power, interaction intensity.

---

#### Information about the authors

**Alexzander A. Ostanovskiy**, PhD, Assistant professor, Chief Engineer.

E-mail: ostanovskiy51@mail.ru.

ООО «Optimastroy».

Russia, 141130 Moscow Region., Ruza district, Tuchkovo, st. School, h. 28.

---

*Received in December 2017*



Горлов А.С., канд. техн. наук, доц.,  
Савотченко С.Е., д-р ф.-м. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ КОРОТКИХ ВИХРЕВЫХ КАМЕР

belgoras@mail.ru

*В статье представлены исследования течения вязкой несжимаемой жидкости в короткой вихревой камере. Проведены экспериментальные исследования гидродинамических процессов, проходящих в коротких вихревых камерах со стоком воды из центрального отверстия. Визуализация вихревого течения воды в короткой вихревой камере позволяет наблюдать процессы, которые нельзя познать никакими другими методами. Экспериментальные исследования и визуализация процессов помогают в постановке начальных и граничных условий для системы уравнений Навье-Стокса. Полученные данные позволяют провести упрощение системы для нахождения ее решения численными методами.*

**Ключевые слова:** гидродинамика короткой вихревой камеры, вихревое движение, эксперимент.

**Введение.** Исследование гидродинамики коротких вихревых камер представляет интерес для понимания физических процессов проходящих в них. Вихревой поток в камере должен обладать необходимыми гидродинамическими характеристиками для организации технологических процессов в ней. Проведение экспериментов, а также математическое, физическое и имитационное моделирование помогут создать модель для описания процессов в вихревой камере и определения гидродинамических параметров энергоносителя (воды, других жидкостей) в них. Исследованиями вихревых движений занимались многие исследователи. Во многих работах были рассмотрены теоретические вопросы, связанные с вращением потока в трубе [1–4, 8], эффектом Ранка [3], течением в основном объеме вихревой камеры [3, 5, 6]. Авторами выдвинуты, теоретически обоснованы и экспериментально опробованы несколько оригинальных идей по использованию вихревых мельниц, у которых высота камеры больше радиуса [7]. В большинстве случаев рассматриваются вихревые камеры, у которых энергоносителем является воздух. Основное внимание уделяется аэродинамике вихревых процессов. Будем рассматривать короткие вихревые камеры цилиндрической формы с вертикальной осью, у которых высота камеры меньше радиуса  $L/R < 0,5$  (рис. 1). Подвод воды может осуществляться тангенциально или под углом через одно или несколько подводящих сопел, а выход может проходить как через центральное отверстие в верхней крышке вихревой камеры, так и отверстие, смещенное относительно центра.

При изучении и моделировании гидродинамики в коротких вихревых камерах особое место занимает проблема масштабирования. Необходимо сформулировать условия, при которых воз-

можен перенос рассчитанных результатов, полученных для вихревой камеры с одними геометрическими размерами на камеры с другими размерами. Это относится и к экспериментальным данным, полученным для данного процесса в камерах с разными геометрическими размерами.



Рис. 1. Лабораторная установка короткой вихревой камеры

В большинстве случаев при составлении уравнений, описывающих вихревое движение, переходят к безразмерным величинам. Вводят соответствующие коэффициенты, в которые входят геометрические параметры камеры, гидродинамические характеристики воды. Прогнозирование гидродинамических параметров в промышленной установке в значительной мере зависит от того, насколько корректно учитывается влияние гидродинамической обстановки в вихревой камере на протекание процессов. Обычно при увеличении и изменении размеров технологических аппаратов происходят изменения гидродинамических характеристик, а также может снижаться эффективность их работы. Причина таких изменений носит в основном, гидродинамический характер и заключается в неравномерном распределении потоков по рабочему объему камеры, деформацию которых трудно предсказать при изменении размеров вихревых камер, а также размеров входящих и отводящих патрубков.

Для моделирования и описания вихревого движения воды в короткой вихревой камере в настоящее время применяются, как правило, три группы моделей: интегральные, теоретические с тангенциальной скоростью, зависящей только от радиуса; модели течения с тангенциальной скоростью, зависящей как от радиуса, так и от осевой координаты.

Для проведения экспериментов и описания процессов будем рассматривать модель, при которой тангенциальная скорость зависит только от радиуса, а по высоте камеры не меняется, то есть  $v = v(r)$ . Эта модель достаточно реалистична, так как во многих экспериментальных работах [3–6] получены результаты, которые отражают зависимость тангенциальной скорости от радиуса камеры, при этом по высоте камеры, в основном её объёме, скорость практически не меняется.

Рассмотрим течение вязкой несжимаемой жидкости в короткой вихревой камере при наличии тангенциальной скорости, которая зависит только от радиуса [9]. На боковой стенке, которая представляет собой цилиндрическую поверхность, скорость равна нулю, а в местах ввода потока, в выходном отверстии имеет отличное от нуля значение. Так как в осесимметричной модели отразить это не возможно, то предполагается рассматривать течение в области  $0 < r < R_2$ , где сформировавшийся поток не зависит от конструкции входа и имеет начальное значение компонент скорости при

$$r = R_2, u = u_2, w = 0, v = v_2. \quad (1)$$

Физическим аналогом модели, представленной на рис.1, является камера радиусом  $R$ . Через подводящий патрубок подается вода расходом

$$Q = 2\pi R_2 L u_2. \quad (2)$$

При  $v = v(r)$  из уравнения

$$u \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{uv}{r} + w \frac{\partial v}{\partial z} = v \left[ \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial(rv)}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] \quad (3)$$

следует, что радиальная скорость также зависит от радиуса, а из уравнения неразрывности

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(ru)}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

– осевая скорость линейна, поэтому  $\frac{\partial^2 w}{\partial z^2} = 0$ .

Тогда уравнения вихревого движения примут вид

$$u \frac{du}{dr} - \frac{v^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + v \frac{d}{dr} \left( \frac{1}{r} + \frac{d(ru)}{dr} \right); \quad (5)$$

$$\frac{u}{r} \frac{d(rv)}{dr} = v \frac{d}{dr} \left( \frac{1}{r} \frac{d(rv)}{dr} \right); \quad (6)$$

$$u \frac{\partial w}{\partial r} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + v \left( \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} \right); \quad (7)$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(ru)}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (8)$$

На нижней торцевой крышке нет осевого движения жидкости, поэтому при

$$z = 0, w = 0. \quad (9)$$

Через центральное отверстие радиусом  $R_1$  в верхней торцевой крышки вода выходит из камеры, поэтому  $z = L, R_1 < r < R_2, w = 0$ . Из условия осевой симметрии задачи вытекает, что на оси камеры  $u = v = 0$  при  $r = 0$ .

Записанная система дифференциальных уравнений (5) – (8) представлена уравнениями второго порядка для компонент скорости  $u, v, w$  и первого порядка для давления  $p$ . Решение системы уравнений Навье-Стокса на данном этапе является сложной задачей. При поиске решений системы уравнений Навье-Стокса появляется необходимость упрощения системы и сведения к такому количеству уравнений, а также граничных условий, которые можно сформулировать, опираясь на физический смысл происходящих процессов. Решение задачи по расчету несжимаемого течения в короткой вихревой камере необходимо искать при объединении теоретических и экспериментальных данных полученных на лабораторных моделях.

При описании гидродинамических условий на границах вихревого движения возникают трудности. С целью преодоления таких трудностей принимаются какие-либо гипотезы. Часто приходится решать задачу при произвольных граничных условиях, использование которых может быть оправдано результатами проведенных экспериментов. Чтобы решения, соответствовали действительным процессам, граничные условия должны удовлетворять условиям решаемой задачи для вихревого движения в короткой вихревой камере с заданными размерами.

Прежде чем перейти к теоретическому анализу необходимо провести экспериментальные исследования гидродинамических процессов, проходящих в коротких вихревых камерах со стоком воды из центрального отверстия. Визуализация вихревого течения воды в короткой вих-



ревой камере позволит наблюдать такие процессы, которые нельзя познать никакими другими методами. Визуализация процессов поможет в постановке начальных и граничных условий для решения системы (5)–(8) и позволит провести упрощение системы для нахождения ее решения численными методами.

Эксперименты проводились с короткой вихревой камерой с внутренним диаметром кольца равным 20 см, высота кольца 3 см, радиусы выходного отверстия 1,5 и 2 см, радиус подводящего патрубка 1 см при разных значениях расхода воды. Для визуализации течения воды можно использовать подкрашенную воду, мелкие легкие частицы, волокнистый материал. Прозрачная верхняя крышка позволяет наблюдать вихревое движение воды в короткой вихревой камере, а также выход воды из камеры.

Как показали результаты экспериментальных исследований течения в вихревой камере можно разбить на несколько характерных областей: область входной струи; область вращательного движения основного потока; область в окрестности выходного отверстия и наконец выходной поток из камеры в окружающее пространство. Эти области оказывают взаимное влияние друг на друга, которое имеет качественные и количественные характеристики.

Вода в камеру подается тангенциально. Форма входной струи определяется сечением

подводящего патрубка и его геометрическими размерами. Входная струя, попадая в камеру, соприкасается с внутренним потоком воды. Факел входной струи ограничен стенкой камеры и основным потоком. Форма факела, дальность, его искривление зависят от радиуса камеры от напора входящего потока и от размера входящего патрубка.

Для наблюдения линий тока воды в камеру с боковой поверхности и в область входной струи подавалась подкрашенная жидкость. Основным поток в камере имеет зону разгона в области входной струи и зону торможения. Условно эти зоны можно разделить горизонтальной плоскостью, проходящей через входной патрубок и центр камеры. Это обуславливает пульсационный режим истечения воды из центрального отверстия. Частота пульсаций зависит от скорости подачи воды.

В центре камеры в области выходного отверстия образуется конусообразная (цилиндрическая) воздушная воронка, низ которой совершает вращательные движения по направлению основного потока в камере (рис. 2). Радиус воздушной воронки зависит от радиуса выходного отверстия. По боковой поверхности этой воронки и по поверхности выходного патрубка происходит истечение воды из камеры.

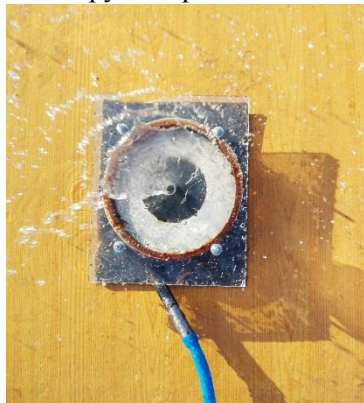


Рис. 2. Визуализация течения воды в короткой вихревой камере

Высота выходящего патрубка влияет на формирование выходящего потока (веера) жидкости на его вид и размеры. При истечении воды из центрального стока наблюдается два режима истечения: выход в виде закрученной струи и веерное истечение. В экспериментах использовалось оргстекло толщиной 0,8 см и 1,2 см (рис. 2). Форма веера, его разомкнутость и высота зависят от геометрических размеров выходного отверстия, выходного патрубка и от гидродинамических параметров внутреннего потока в камере. По высоте веер можно разбить на две области: первая в окрестности выходного патрубка, представляет собой поверхность, вторая – дискретная

область, состоящая из капель воды, которые получены в результате действия сил поверхностного натяжения и силы тяжести (рис. 2).

Проанализировав результаты визуального наблюдения, полученные экспериментальные данные можно сделать вывод, что движение воды в данной конструкции не является осесимметричным.

Для численного решения системы (5)–(8) многие исследователи используют конечно-разностные уравнения Эйлера. В них основными зависимыми переменными являются давление и скорость. Значения компонент скорости располагаются между узлами сетки, а в узлах – значения

давления и других переменных. На каждом шаге по времени величины  $u$ ,  $v$  и  $w$  для последующего шага подставляются в уравнение неразрывности, выраженное в конечно-разностной форме для каждой ячейки, и итерационный процесс задания и коррекции давления и коррекция скорости повторяются до тех пор, пока не будет с достаточной точностью удовлетворяться уравнение неразрывности.

Область решения покрывается так называемой МАС-сеткой [6], в которой узлы определения давления располагаются внутри прямоугольника сеточной ячейки, а узлы определения компонент скорости – на ее гранях (рис. 3).

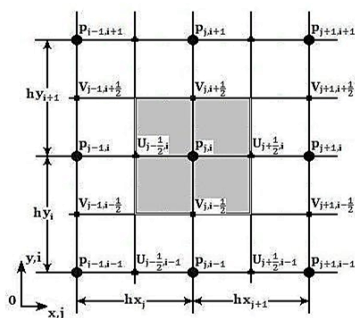


Рис. 3. Расчетная ячейка

Из системы конечно-разностных уравнений следует, что если в момент времени  $\tau$  скорость и давление определены в рассматриваемой расчетной области, то можно их определить в следующий момент времени  $\tau + \Delta\tau$ .

Результаты численного расчета скорости движения воды в реальной короткой вихревой камере представлены на рисунке 4.

При решении задач могут быть использованы аналитические и численные методы, результаты применения численного эксперимента, имитационного моделирования. На основе результатов, полученных с помощью применения этих методов, выбирают лучшую из моделей для описания вихревых движений в короткой вихревой камере.

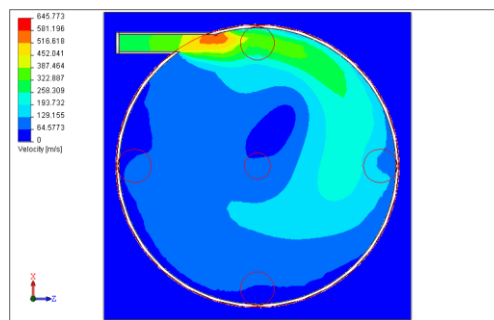


Рис. 4. Результат численного решения

При использовании этой модели движения воды в вихревой камере полученное решение дает распределение средних значений параметров: скорости и давления. Использование различных подходов к моделированию одного и того же течения позволят создать наилучшую из них для расчета вихревого движения воды в короткой вихревой камере.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736 с.
2. Пуанкаре А. Теория Вихрей. Ижевск.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 162 с.
3. Гольдштик М.А., Леонтьев А.К., Палеев И.И. Аэродинамика вихревой камеры // Теплоэнергетика. 1961. №2. С. 40–45.
4. Ляховский Д.Н. Исследование аэродинамики циклонной камеры // Вопросы аэродинамики и теплоотдачи в котельно-топочных процессах. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1958. С. 114–150.
5. Рудницкий В.А. О коэффициенте сохранения скорости в расчетах циклонно-вихревых камер // Эффективность энергетических процессов: Межвузовский сб. Владивосток, 1976 Вып. 1. С. 12–16.
6. Long R.R. Vortex motion in a viscous fluid // Meteorol. 1958. Vol. 15. P. 108.
7. Смульский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах. Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. 301 с.
8. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки: Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 588 с.

## Информация об авторах

**Горлов Александр Семенович**, кандидат технических наук, доц., заведующий кафедрой высшей математики  
E-mail: belgoras@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Савотченко Сергей Евгеньевич**, доктор физико-математических наук, проф. кафедры высшей математики.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

Поступила в декабре 2017 г.

© Горлов А.С., Савотченко С.Е., 2018

---

A.S. Gorlov, S.E. Savotchenko

**INVESTIGATIONS OF HYDRODYNAMICS OF THE SHORT VORTEX CHAMBERS**

*The research of the flow of viscous incompressible fluid in short vortex chamber presented in article. The hydrodynamics processes, taking place in short vortex chambers with the water flow from the central hole, investigated experimentally. Visualization of vortex water course in short vortex chambers allows to observe processes, which impossible to cognize by any other methods. Experimental research and visualization of processes help in definition of the initial and boundary conditions for the system of the Navier-Stokes equations. The results provide the simplification of the system for its solution by numerical methods.*

**Keywords:** hydrodynamics of a short vortex chamber, vortex motion, experiment.

---

*Information about the authors*

**Aleksandr S. Gorlov**, PhD, Assistant professor.

E-mail: belgoras@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Tel. 8 (4722) 30-99-06

**Sergey E. Savotchenko**, PhD, Professor.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in December 2017*

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/article\_5a816be19437c5.43164658

Сборщиков С.Б., д-р экон. наук, проф.,  
Лейбман Д.М., аспирант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

## СТРАТЕГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛИНГ – ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

tous2004@mail.ru

Инвестиционно-строительная деятельность, как технико-экономическая система представляет собой большой комплекс скоординированных элементов, взаимообусловленных в рамках более сложной структуры и логически образующих единое целое, управление которыми осуществляется на основе установленных в плане управляющих воздействий. Настоящая статья посвящена системе стратегического контроллинга, а также параметрам и факторам, определяющим ее состояние и развитие на корпоративном уровне. В основу новой концепции организации системного управления на корпоративном уровне положено стремление обеспечить оптимальное функционирование в долгосрочной перспективе за счет учета при достижении стратегических целей изменений внешней среды, взаимосвязи оперативных и стратегических планов инвестиционно-строительной деятельности, формирования эффективной системы контроля, корректировки планов и программ, трансформации организационной структуры для повышения ее гибкости и способности адекватно реагировать на колебания внешней среды. Используются подходы и принципы организации управления, системотехники и организационного моделирования. Выполнено формализованное описание процесса функционирования системы стратегического контроллинга. Происходящие в инвестиционно-строительной деятельности и определяемые стратегическими и оперативно-производственными планами основные и обеспечивающие процессы и их комплексы обусловлены разнообразными потоками рабочей силы, сырья, материалов, энергии, основных фондов и инвестиций. Совокупность поступающих в систему потоков образует вектор входа, а результаты протекающих в этой системе процессов воплощаются в потоках аналогичного состава. Совокупность этих потоков образует вектор выхода. Возрастание степени сложности инвестиционно-строительной деятельности как технико-экономической системы в целом может указывать на расширение строительного производства и углубление его специализации, особенно в рамках проектов строительства уникальных и технически сложных объектов. Учет системой стратегического контроллинга динамических свойств структуры инвестиционно-строительной деятельности позволяет устанавливать оптимальную конфигурацию связей между ее элементами и обеспечить целенаправленное выполнение ТЭП стратегического плана.

**Ключевые слова:** инвестиционно-строительная деятельность, контроллинг, управление, строительство, инвестиции, устойчивое развитие.

**Введение.** В настоящее время на корпоративном уровне управление инвестиционно-строительной деятельности связано с необходимостью решения многочисленных проблем, обусловленных как внешними, так и внутренними факторами, что указывает на неотложность новых подходов к организации и методическому обеспечению их решения, позволяющие учитывать тенденции изменений, своевременно и адекватно реагировать на них. Таким подходом может стать контроллинг как интегрирующий элемент всех функций управления, инструмент адаптации к изменениям, и отражающий комплексный подход к организации управления [1-6].

**Основная часть.** В современных условиях перманентных и быстроменяющихся трансформаций внешней среды система контроллинга должна эффективно использовать имеющиеся конкурентные преимущества и генерировать новые для успешной деятельности в перспективе. Использование данной методологии может кардинально увеличить результативность функционирования системы управления, для чего выделяют самостоятельные организационные единицы.

В основу новой концепции организации системного управления на корпоративном уровне положено стремление обеспечить оптимальное функционирование в долгосрочной перспективе

за счет учета при достижении стратегических целей изменений внешней среды, взаимосвязи оперативных и стратегических планов инвестиционно-строительной деятельности, формирования эффективной системы контроля, корректировки планов и программ, трансформации организационной структуры для повышения ее гибкости и способности адекватно реагировать на колебания внешней среды.

В этой связи общая система контроллинга содержит два взаимосвязанных элемента, отличающихся по временному горизонту: стратегический и оперативно-производственный виды контроллинга.

Стратегический контроллинг ориентирован на долгосрочный период, а оперативно-производственный на результат в краткосрочной перспективе, поэтому их методическое обеспечение принципиально отличается друг от друга. Однако они связаны между собой, так система стратегического контроллинга устанавливает цели и задачи для оперативно-производственного, который влияет на первый посредством обратной связи.

При реализации инвестиционно-строительных проектов строительства уникальных и технически сложных объектов большое значение имеет достижение ТЭП, которые лежат на стратегической линии, поэтому формирование эффективной системы стратегического контроллинга строительства уникальных и технически сложных объектов является актуальной проблемой, а также многоуровневой и многоплановой задачей [7-11].

В силу того, что система контроллинга опирается на показатели и характеристики, обусловленные процессом целеполагания, является важным звеном в процессе управления инвестиционно-строительной деятельностью [12]. Внедрение функций контроллинга в систему управления позволит увеличить степень обоснованности принимаемых решений, а так же сбалансировать уровень устойчивости хозяйствующего субъекта в быстроменяющихся условиях внешней среды. Объединяя в себя функции анализа, планирования, контроля, координации, информационного обеспечения и учета, система контроллинга становится механизмом саморегулирования, который обеспечивает обратную связь в контуре управления и занимая особое место в управлении, выводит его на принципиально новый уровень.

В этой связи можно предположить, что внедрение системы контроллинга в управление инвестиционно-строительной деятельностью позволит повысить качество и скорость принимаемых решений, обеспечит нормативно-методическую

базу для стимулирования основных функций управления и информационную поддержку при разработке стратегических и оперативно-производственных планов.

Контроллинг – прямая функция системы, которая является границей между действием и планом, представляя собой структурный компонент в схеме управления. В связи с этим контроллинг, как никакая другая функция, оптимально подходит для разработки и дальнейшей непрерывной корректировки плана строительной компании. С точки зрения кибернетики именно данная функция регулирования и контроля является гомеостатической.

Как уже отмечалось выше контроллинг на корпоративном уровне в строительстве представляет собой комплексную многоуровневую систему перманентной оценки совокупности параметров инвестиционно-строительной программы или проекта по сопоставления их с запланированными, выработки решений и на их основе регулирующих мероприятий в случае возникновения отклонений.

Подобная система контроллинга, реализуя самостоятельные управленческие функции, имеет сложную организационную структуру. В вертикальном направлении она охватывает последовательность процедур планирования, контроля и корректировки, а в горизонтальном направлении – функциональные компоненты и предусматривает оценку эффективности основной (производственной), а также сопутствующих и вспомогательных (коммерческой, финансовой, коммуникативной) видов деятельности.

Вертикальная и горизонтальная оси структуры системы контроллинга предусматривает реализацию активной и пассивной составляющих. В рамках пассивной составляющей фиксируются значения результирующих показателей, а также устанавливается степень их отклонения. Активная составляющая связана с идентификацией причин возникновения отклонений и формулировки мероприятий по их нивелированию.

Стратегический контроллинг выполняет связующую роль в реализации стратегии – обеспечение непрерывного цикла от стратегического планирования до стратегического управления. В рамках системы стратегического контроллинга на корпоративном уровне решаются задачи достижения цели в долгосрочной перспективе, и направлена, как правило, на максимизацию эффекта от инвестиционной программы. Однако зачастую необходимо вложить больше инвестиционных ресурсов, чем значение годового эффекта (прибыли). Поэтому система контроллинга должна быть ориентирована на обеспечение выживания во внешней среде путем увеличения

притока денежных средств [13-15]. Это связано с двумя причинами:

1. Необходимость отвечать по обязательствам перед физическими или юридическими лицами, предоставившими ресурсы (собственные и/или заемные) и только после этого появляется возможность реинвестировать полученный эффект. Поэтому наряду с показателем эффекта (за некий период) существенное значение приобретает показатель прироста коммерциализации.

2. Необходимость создания и наращивания конкурентных преимуществ, позволяющих адекватно реагировать на изменения во внешней среде. Достижение долгосрочного конкурентного преимущества обусловлено, как правило, разработкой новаций, а также созданием достаточных производственных мощностей. Что требует дополнительных ресурсов, объёмы и источники которых ограничены.

По результатам анализа характерных особенностей инвестиционных проектов строительства (особенно уникальных и технически сложных объектов), можно сделать вывод, что данные проекты имеют более значительный диапазон и динамику возникновения рисков. Снижение рисков, в первую очередь, на стадии строительства, возможно при наличии субъекта реализации инвестиционно-строительного проекта, который берет на себя функции координатора работ всех участников возведения объекта – организатора строительства.

Механизм, благодаря которому на корпоративном уровне обеспечивается движение по оптимальной траектории, не что иное, как составляющие концепции контроллинга – управление, контроль, решение.

Как отмечалось выше центральная задача управления, в условиях непрерывно меняющихся условий функционирования, обеспечить устойчивое развитие инвестиционно-строительной деятельности. Современная теория и практика управления характеризуется усложнением структуры и как следствие возрастанием взаимодействий между ее элементами в процессе совершенствования организационных форм (специализации, концентрации, кооперирования) строительства с учетом рационализации размещения основных и вспомогательных производств.

В подобных условиях для организации особое значение приобретает осуществление комплекса мероприятий направленного на решение таких задач, как:

1) обоснование привлекательных стратегий устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности;

2) формирование траекторий оптимального роста.

Изначально функционирование хозяйствующего субъекта выстраивается по оптимальной траектории развития, определяющей дальнейший рост рентабельности строительного производства, получение добавочного эффекта и увеличение занимаемой доли внешней среды.

Для обеспечения движения по траектории, принятой в программе развития корпоративного уровня, орган управления реализует мониторинг отдельных элементов инвестиционно-строительной деятельности (технико-экономической системы). При выявлении отклонений принимаются оперативные решения, с тем, чтобы снова вернуться на оптимальную траекторию инвестиционно-строительной деятельности [16-20].

**Выводы.** Формализованное описание устойчивого развития реализует итеративный принцип, а её динамический характер выражается уравнением

$$G_{t+1}^i = (1 - \mu_t^i)G_t^i + \sum_{\tau=0}^{\Theta_i} \lambda_{t-\tau}^i u_{t-\tau}^i, \quad (1)$$

где  $G_t^i$  – объем строительной продукции  $i$ -го подрядчика на начало года  $t$ ;  $\mu_t^i$  – индекс, учитывающий реинвестирование;  $\lambda_{t-\tau}^i$  – доля инвестиций, реализуемых в году  $(t - \tau)$   $i$ -м подрядчиком и преобразованных в году  $t$  в строительную продукцию;  $u_t^i$  – основная регулируемая величина вложений, реализуемых  $i$ -м подрядчиком в году  $t$ ;  $\Theta_i$  – период освоения инвестиций  $i$ -м подрядчиком.

Подобное описание устойчивого развития для инвестиционно-строительной деятельности имеет свои ограничения.

1. Ограничения в использовании трудовых ресурсов. Они направлены на установление возможности обеспечить полную занятость ресурсов рабочей силы (мужской и женской) в рамках инвестиционно-строительной деятельности. Подрядчики могут различаться из-за специализации по уровню использования мужской и женской рабочей силы:

$$\sum_i \eta_t^{i,s} A_t^s = \hat{A}_t^s, \quad (2)$$

где  $\hat{A}_t^s$  – объем трудовых ресурсов, занятых в году  $t$  (для мужской группы трудовых ресурсов  $s = 1$ , для женской группы  $s = 2$ );  $\eta_t^{i,s}$  – доля мужской или женской рабочей силы у  $i$ -го подрядчика, причем  $\eta_t^{i,1} + \eta_t^{i,2} = 1$ .

2. Ограничения в использовании материально-технических ресурсов, призваны исключить их перерасход, т. е.

$$\sum_i \delta_t^{i,j} Q_t^j \leq R_t^j. \quad (3)$$

где  $\delta_t^{i,j}$  – удельный расход (норматив)  $j$ -го ресурса в  $i$ -м подрядчика в году  $t$ ;  $Q_t^j$  – объем работ

на объектах  $i$ -го подрядчика в году  $t$ ;  $R_t^j$  – имеющийся объем ресурса типа  $j$  в году  $t$ .

Нормативы  $\delta_t^{i,j}$  имеют тенденцию к снижению вследствие научно-технического прогресса, реализации мероприятий по сокращению расхода материалов и т. д.

3. Общие ограничения устанавливают нижние пределы производительности, рентабельности строительства, заработной платы и т. д., которые необходимо превысить.

Первая итерация – определение необходимого уровня производительности труда и обеспечивающий средний уровень заработной платы работающих, исходя из целей и связанных между собой общих показателей инвестиционной программы.

Дальнейшие итерации формируют ограничения верхнего и среднего пределов, в рамках которых могут находиться количественные характеристики инвестиционного этапа, такие как объемы СМР, распределяемых ресурсов. Данные ограничения описываются неравенствами:

$$\hat{A}_{t,k} \geq \sum_i a_{t,k}^i \cdot Q_t^i, \quad (4)$$

$$\hat{B}_{t,k} > \sum_i b_{z,k}^i \cdot Q_t^i. \quad (5)$$

Неизвестные – это значения  $z_t^i$  представляют собой инвестиции, необходимые объектам  $i$ -й программы в году  $t$ , определяемые при дополнительном условии, что величина  $\sum_t \sum_i z_t^i = \min$ , т. е. поставленные цели достигаются с минимальными затратами (инвестициями).

В том случае, если все отношения носят линейный характер, то имеет место линейная динамическая модель оптимизации.

Результаты модели содержат:

$Z_t = \sum_i z_t^i$  – общий годовой объем необходимых инвестиций;

$Z_t^{\text{внеш}} = \sum_i \omega_t^i z_t^i$  – годовой объем необходимых инвестиций, обеспечиваемых за счет привлечения внешних источников, где  $\omega_t^i$  – доля необходимых инвестиций из внешних источников в общем объеме инвестиций в объекты  $i$ -й программы.

Другими результирующими параметрами модели служат:

$A_{t,k} = \sum_i a_{t,k}^i \cdot Q_t^i$  – объем ресурсов из собственных источников;

$B_{t,k} > \sum_i b_{z,k}^i \cdot Q_t^i$  – необходимое количество ресурсов.

Результаты, получаемые при решении данной модели могут дополняться другими исследованиями, призванными в рамках стратегического контроллинга обеспечить сбалансированное развитие инвестиционно-строительной деятельности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лейбман Д.М. Формализованное описание функционирования системы стратегического контроллинга // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 151–159.
2. Субботин А.С. Управление кластерными структурами в строительстве // Вестник МГСУ. 2014. № 3. С. 247–253.
3. Сборщиков С.Б., Шинкарева Г.Н. Развитие инжиниринга как фактор интенсификации инвестиционно-строительной деятельности // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 13–17.
4. Сборщиков С.Б. Логистика регулирующих воздействий в инвестиционно-строительной сфере (теория, методология, практика). Дисс. док. эконом. наук / Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова. Москва, 2012.
5. Субботин А.С. Принципы инновационного развития кластерной модели организации с участием государственно-частных партнерств // Научное обозрение. 2013. № 2. С. 243–245.
6. Лейбман Д.М. Ретроспективный анализ развития системы контроллинга и перспективы ее использования в строительстве // Научное обозрение. 2016. № 18. С. 191–195.
7. Шинкарева Г.Н., Маслова Л.А. Контракты жизненного цикла – новый формат взаимодействия государства, инжиниринговых компаний и бизнеса // Научное обозрение. 2016. № 18. С. 222–227.
8. Алексанин А.В. Вопросы устойчивого развития строительства в резолюции ООН // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 28–31.
9. Алексанин А.В. Перспективные направления развития организации строительства // Научное обозрение. 2015. № 10-1. С. 378–381.
10. Жаров Я.В. Учет организационных аспектов при планировании строительного производства в энергетике // ПГС. 2013. №5. С. 69–71.
11. Лазарева Н.В. Особенности инжиниринговой схемы управления строительством технически сложных объектов // Научно-теоретический журнал Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова № 11. 2016. С. 79–83.
12. Маркова И.М. Теоретические закономерности формирования организационной структуры регулирования инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 341–345.
13. Журавлев П.А. Цена строительства и этапы ее формирования // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 9 (104). С. 174–178.



14. Лазарева Н.В. Стоимостной инжиниринг как основа интеграции процессов планирования, финансирования и ценообразования в инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2015. № 11. С. 178–185.

15. Ляпин А.В., Ляпин В.Ю. Современный подход к организации сметной деятельности в строительстве // Научное обозрение. 2016. № 8. С. 251–255.

16. Жаров Я.В. Математическое описание информационного взаимодействия в инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2014. № 5. С. 170–175.

17. Журавлев П.А. К вопросу использования ресурсно-технологического моделирования

при формировании инвестиционных программ // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 198–201.

18. Su Han Chan, Ko Wang, Jing Yang. The Pricing of Construction Loans // International real estate review. 2016. Vol. 19. №4. Pp. 411–434.

19. Алексанин А.В. Особенности влияния внешних факторов на строительный объект // Научное обозрение. 2017. № 6. С. 12–15.

20. LiJuan Chen, Hanbin Luo. A BIM-based construction quality management model and its applications // Automation in Construction. 2014. Vol. 46. Pp. 64–73.

#### Информация об авторах

**Сборщиков Сергей Борисович**, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии, организации и управления строительством.

E-mail: tous2004@mail.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.  
Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

**Лейбман Дмитрий Михайлович**, аспирант корпоративной кафедры СОАЭ.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.  
Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

*Поступила в ноябре 2017 г.*

© Сборщиков С.Б., Лейбман Д.М., 2018

---

**S.B. Sborshikov, D.M. Lejbman**

### **STRATEGIC CONTROLLING - INSTRUMENT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION ACTIVITIES**

*Investment and construction activity as a technical and economic system is a large complex of coordinated elements, interdependent within a more complex structure and logically forming a single whole, the management of which is carried out on the basis of the control actions established in the plan. This article is devoted to the system of strategic controlling, as well as to the parameters and factors that determine its state and development at the corporate level. The new concept of organization of system management at the corporate level is based on the desire to ensure optimal functioning in the long term by taking into account changes in the external environment when achieving strategic goals, interrelating operational and strategic plans for investment and construction activities, creating an effective monitoring system, adjusting plans and programs, organizational structure to increase its flexibility and ability to adequately respond to fluctuations externally the second medium. Approaches and principles of management organization, system engineering and organizational modeling were used. A formalized description of the process of functioning of the strategic controlling system is made. The main and supporting processes and their complexes, which occur in investment and construction activities and determined by strategic and operational plans, are due to various flows of labor, raw materials, materials, energy, fixed assets and investments. The set of streams entering the system forms the input vector, and the results of the processes taking place in this system are embodied in flows of similar composition. The totality of these flows forms an output vector. The increase in the complexity of investment and construction activities as a technical and economic system as a whole may indicate the expansion of construction production and the deepening of its specialization, especially in the framework of projects for the construction of unique and technically complex facilities. The system of strategic controlling of dynamic properties of the structure of investment and construction activity allows to determine the optimal configuration of connections between its elements and ensure the targeted implementation of the TIC of the strategic plan.*

**Keywords:** investment and construction, controlling, management, construction, investment, sustainable development.

---

*Information about the author*

**Sergey B. Sborshikov**, PhD, Professor.

E-mail: tous2004@mail.ru

Moscow state university of civil engineering (National research university).

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

**Dmitriy M. Lejbman**, Research assistant.

Moscow state university of civil engineering (National research university).

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

---

*Received in November 2017*

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

AbakumovRG2000@mail.ru

*В рамках данной статьи автором сформулирована гипотеза о необходимости постановки и решения проблем теории и практики системы управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне. Выделены концепции научного обоснования постановки проблем: технократическая, экономическая, математическая, психологическая, культурологическая. Обосновываются причины постановки проблем, разработан понятийный аппарат, систематизировано разнообразие инструментов и методов, механизмов, структурных элементов системы управления воспроизводством жилищного фонда. Выделены особенности существующей системы: несбалансированность, монополизм, необъективность данных, демографическая рецессия, психологические предпочтения, территориальная дифференциация. Управление воспроизводством жилищного фонда принимает форму государственных экстерналий, осуществляемых с помощью законодательных и административных актов, которые носят социальный характер и определяют условия социальной аренды, социальной ипотеки, распоряжение материнским капиталом, предоставление имущественных налоговых вычетов, расселение ветхого фонда, предоставление жилья военным, субсидии молодым семьям, субсидии очередникам, малоимущим живущим в жилье ниже социальных норм. Выполнен SWOT-анализ системы управления. Выявлены важнейшие качественные и количественные проблемы системы управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне.*

**Ключевые слова:** жилищный фонд, воспроизводство, управление, система, региональный уровень, проблема, теория, практика, концепция, инструмент, метод.

**Введение.** Право граждан на жилище закреплено Конституцией страны, так как оно является основополагающей ценностью для нормальной жизни человека. После реформирования системы жилищно-коммунального хозяйства, в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ, управление воспроизводством жилищного фонда возложено на собственника, однако социальная ответственность остается за государством.

Обеспечение доступности жилья является одной из стратегических целей долгосрочного социально-экономического развития регионов России, реализация которой возможна только при условии реализации рациональной системы управления воспроизводством жилищного фонда.

**Актуальность исследования проблем.** Актуальность исследования проблем системы управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне связано со следующими причинами: 1) влиянием на обеспеченность населения жильем, а следовательно и на качество жизни; 2) изменением сложившейся ситуации в жилищной сфере – превышение износа над объемом ввода жилья (жилье ветшает быстрее, чем обновляется); 3) деструкция производства и потребностей; 4) низкая доступность жилья; 5) дисбаланс спроса и предложения на рынке жилья; 6)

отсутствие результативного управления и эффективных инструментов; 7) недостаточная мотивация инвесторов при строительстве жилищного фонда и его дальнейшей эксплуатации; 8) несвоевременное проведение текущего и капитального ремонтов объектов жилищного фонда; 9) малоэффективная система финансовых инструментов; 10) спорные вопросы с взносами на капитальный ремонт; 11) высокий уровень риска при эксплуатации жилищного фонда; 12) урбанизация и рост городов; 13) необходимостью роста налоговых поступлений в бюджеты; 14) низкое качество условий проживания; 15) обеспечение мультипликативного эффекта; 16) состояние жилищного фонда является базой устойчивого развития регионов. [1]

Ярко выраженная региональная дифференциация, обусловленная эволюционным территориальным развитием нашей страны, определяет особенности системы управления воспроизводством жилищного фонда.

**Теоретический базис.** Воспроизводственный подход предполагает рассмотрение жилищного фонда (далее – ЖФ) в качестве: 1) результата производства – сработанная человеком среда обитания, место отдыха, осуществления бытовых процессов [1]; 2) результат потребления – собственность, безопасность, инвестиционные возможности, эмоциональное и психологические

состояние (чувство уверенности); 3) фактора стимулирования сбережений и источника формирования инвестиционного потенциала экономики; 4) катализатора развития отраслей и инновационных процессов; 5) фактора психологического, физического здоровья населения и уровня образования. [2]

Таким образом, можно утверждать, что ЖФ как объект воспроизводства оказывает влияние на социально-экономическое развитие регионов страны.

Воспроизводство жилищного фонда (далее – ВЖФ), по нашему мнению, это процесс, состоящий из многообразия форм, направленных на возобновление и сохранность ЖФ, и представляющие собой постоянно возобновляемый процесс производства, распределения, потребления и обмена ЖФ, за счет взаимодействия его участников, источников финансирования, факторов, определяющих спрос и предложение, рисков, влияющих на данный процесс.

Управление ВЖФ (далее – УВЖФ) представляет сложный комплекс действий и требует системного подхода.

В современной науке нашли проявление следующие концепции научного обоснования УВЖФ: 1) техническая (технократическая), основанная на оценке технического состояния и технической возможности ВЖФ; 2) экономическая концепция, «затраты – эффект», снижение потери полезности, рациональное распределение ЖФ и максимизация его полезности для общества; 3) математическая, набор различных последствий (выигрышей и проигрышей), наступающих с определенными вероятностями, вероятность потерь ЖФ [3]; 4) психологическая, индивидуальные предпочтения относительно ЖФ, отражает сознательную человеческую деятельность; 5) социальная (культурологическая), основанная на социальной интерпретации групповых ценностей и интересов ВЖФ (личные или общественные интересы).

Представленное многообразие концепций рассмотрения УВЖФ свидетельствует о необходимости четкого определения особенностей системы УВЖФ.

**Особенностей системы управления воспроизводством жилищного фонда.** Целью УВЖФ является поиск оптимального сочетания простого и расширенного ВЖФ, отвечающего потребностям повышения качества жизни и экономическим возможностям общества в контексте ускорения капитализации, как способности к обеспечению возрастающих темпов расширенного воспроизводства ЖФ отвечающего современным технологическим и социальным требованиям.

Основными задачами УВЖФ являются: строительство нового ЖФ и поддержание в пригодном состоянии уже существующего.

Принципы УВЖФ: 1) информационный – наличие необходимого и достаточного объема достоверной информации для УВЖФ; 2) эффективности и экономической обоснованности – оценка эффективности принятых решений и используемых методов и инструментов управления; 3) интеграции – объединение УВЖФ и стратегии развития территорий; 4) оптимизации ресурсопотребления ЖФ; 5) непрерывности и преемственности; 6) сбалансированности воспроизводства; 7) инновационной направленности; 8) социальной ориентированности; 9) прозрачности ценообразования; 10) объединения и комбинирования ресурсов.

Инструментами УВЖФ являются совокупность способов, приемов, методов, методик применяемых для достижения целей УВЖФ. Инструменты и методы, используемые при УВЖФ, должны отвечать следующим требованиям: научно обоснованность и адекватность; результативность; своевременность; достоверность; повторимость; проверяемость.

В табл. 1 представлены основные инструменты и методы УВЖФ.

Основными механизмами УВЖФ являются: 1) механизм планирования, направленный на подготовку объектов ЖФ и систем жизнеобеспечения к воспроизводственным мероприятиям; 2) рациональное территориальное размещение объектов, которое позволяет сократить затраты на их обслуживание и эксплуатацию; 3) механизм региональных и муниципальных заказов ВЖФ; 4) своевременный контроль внутри структуры управления. [5]

Процесс УВЖФ рассматривается нами как обязательный элемент системы управления регионом.

Основные структурные элементы системы УВЖФ:

1. Мониторинг состояния и использование ЖФ. Предполагает формирование база данных региона о состоянии и использовании ЖФ с отражением в виде картографических схем. Качественный и количественный анализ наиболее серьезные проблемы ВЖФ

2. Определение факторных воздействий на ВЖФ. Выявление факторов негативного влияния в процессе изучения ретроспективных данных мониторинга. В зависимости от имеющейся информации возможно использование следующих инструментов: статистического анализа; теоретико-вероятностного; эвристического; математического моделирования [6].

Таблица 1

## Инструменты и методы УВЖФ

| Методы                                      | Экономические инструменты                                                                                                                                                                                                                                                   | Административные инструменты                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Увеличение инвестиций                       | 1. Налоговые льготы при приобретении ЖФ<br>2. Предоставление государственных гарантий<br>3. Реализация целевых государственных программ<br>4. Инвестиционный налоговый кредит<br>5. Регулирование процентной ставки Центробанка РФ                                          | 1. Частно-государственное партнерство<br>2. Создание нормативной юридической базы<br>3. Формирование научного и производственного комплекса<br>4. Снижение обязательных требований к участникам рынка ЖН |
| Контроль цен на ЖФ                          | 1. Субсидирование цен                                                                                                                                                                                                                                                       | 1. Государственное регулирование цен<br>2. Увеличение земельных квот для приобретения земли девелоперами<br>3. Выделение земель под доступное жилье в рамках государственных программ                    |
| Снижение затрат связанных со строительством | 1. Субсидирование цен на подключение к ресурсам (газ, электроэнергия, водо- и теплоснабжение)<br>2. Развитие материальной инфраструктуры (дороги, коммунальные услуги, газоснабжение и проч.)<br>3. Финансирование научных разработок инновационных строительных материалов | 1. Регулирующее воздействие на затраты, связанные с ФОТ в строительных компаниях<br>2. Регулирующее воздействие на поставщиков строительных материалов                                                   |
| Государственные закупки                     | 1. Приобретение ЖФ за счет бюджетных средств<br>2. Финансирование государственных программ по ремонту и восстановлению ЖФ                                                                                                                                                   | 1. Отказ закупок от ненадежных партнеров.<br>2. Отказ от участия в проектах ВЖФ, выполнимость или эффективность которых вызывает сомнение.                                                               |
| Локализации принятия решений по ВЖФ         | 1. Организация фонда, самостоятельного юридического лица для реализации мероприятий по ВЖФ (Фонд поддержки ИЖС, Жилищных кооперативов, Регионального оператора)                                                                                                             | 1. Создание специального структурного подразделения на уровне регионов для выполнения координационных действий по ВЖФ.<br>2. Заключение договоров о совместной деятельности.                             |
| Распределение ответственности               | 1. Штрафы.                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. Четкое разграничение сферы деятельности и административной ответственности.                                                                                                                           |
| Компенсации ВЖФ, предупреждения износа ЖФ   | 1. Взносы на капитальный ремонт.<br>2. Софинансирование.<br>3. Привлечении к материальной ответственности лиц, виновных в ненадлежащем исполнении обязанностей по содержанию имущества                                                                                      | 1. Стратегическое планирование и регламентирование процедур финансирования капитального ремонта ЖФ.<br>2. Мониторинг – отслеживание текущей информации о соответствующих процессах.                      |
| Фондирование                                | 1. Создание специальных фондов с привлечением частных инвестиций.<br>2. Развитие механизмов кредитования проектов.<br>3. Гаранты ВЖФ.                                                                                                                                       | 1. Законодательное закрепление положений о фондировании ВЖФ.<br>2. Страхование ЖФ либо страхование строительных рисков при ВЖФ                                                                           |

3. Выявление потребности в ВЖФ в различных формах (проведение текущего, капитального ремонта, реконструкции, модернизации, нового строительства и т.д.).

4. Разработка механизмов и инструментов удовлетворения потребности в ВЖФ.

5. Оценка эффективности проектов ВЖФ.

6. Корректировка управленческих решений и инструментов управления в зависимости от результатов ВЖФ. В системе УВЖФ можно выделить несколько элементов (объектов) управления и уровней управления (субъектов).

Простым элементом ЖФ является жилое здание (индивидуальный жилой дом, многоквартирный дом). Выделим особенности многоквартирных домов, которые следует учитывать при ВЖФ: технически сложный объект, который представляет угрозу жизни и здоровью большого количества человек; составляют основную часть ЖФ в городах, в которых по данным Росстата проживает 74% населения страны; выделен в действующем законодательстве как объект управления; наиболее востребованный объект на рынке. Совокупность жилых зданий образует микрорайон, совокупность микрорайонов города и поселки, т.е. ЖФ муниципальных образований и в совокупности региональный ЖФ.

УВЖФ происходит на основе разделения полномочий между федеральным центром (разработка стратегии УВЖФ и контроль ее выполнения); региональными (координация реализацию программ ВЖФ, ответственность за их выполнение); муниципальными органами власти (управление функциональной деятельностью и подпроектами ВЖФ муниципального образования); предприятиями (участие в ВЖФ в рамках целевых проектов на уровне микрорайонов); управляющие компании перед собранием жильцов несут ответственность за достижение результатов по содержанию ЖФ; индивидуальные застройщики обязаны содержать свой ЖФ.

УВЖФ является многоуровневой иерархической системой, так как каждому уровню присущи свои особенности, способы управления.

В связи с этим при УВЖФ возникают определенные трудности ведомственного характера, которые обостряются большим количеством независимых друг от друга участников данного процесса: банковские учреждения, страховые компании, строительные организации, управляющие компании, владельцы недвижимого имущества и др.

**Анализ результатов существующей системы и применяемых инструментов.** Проведенное исследование состояния и тенденций ВЖФ на основании данных сайта [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

(Федеральной службы государственной статистики РФ) позволяет выделить следующие особенности, которые влияют на систему УВЖФ: 1) структура ЖФ является несбалансированной, преобладает частная собственность, необходимо сбалансировать ЖФ по формам собственности с учетом структуры населения; 2) нет полноценного легального рынка аренды ЖФ, не статистики объемов снимаемого в аренду ЖФ, это затрудняет оценку потребности; 3) неудовлетворены качеством жилья 16 % населения страны, что говорит о потенциальном, но неплатежеспособном спросе на жилье; 4) демографическая рессия населения отражается благоприятно на показателе «площадь жилых помещений на 1 человека»; 5) уровень благоустроенности – 62 %, что значительно ниже среднеевропейского уровня; 6) Центральный, Северо-Западный и Уральский федеральные округа, можно характеризовать как эффективные с позиции динамика показателей состояния ВЖФ; Южный и Северо-Кавказский федеральные округа являются наиболее депрессивными.

УВЖФ на федеральном уровне принимает форму государственных экстерналий, осуществляемых с помощью законодательных и административных актов, которые носят социальный характер и определяют условия социальной аренды, социальной ипотеки, распоряжение материнским капиталом, предоставление имущественных налоговых вычетов, расселение ветхого фонда, предоставление жилья военным, субсидии молодым семьям, субсидии очередникам, малоимущим живущим в жилье ниже социальных норм.

На основании отчета Минстроя рассмотрим результаты применяемого инструментария.

1. Развитие рынка ипотечного кредитования

По данным Банка России, всего за 2016 год в России выдано 856 344 ипотечных кредита на общую сумму 1 472 140 млн рублей (на 22,5 % выше аналогичного показателя 2015 года). Доля ипотечных кредитов с государственной поддержкой в 2016 году составила 35,4 % от всего объема ипотечных кредитов, выданных в 2016 году, что позволило предоставить ипотечные кредиты на приобретение жилья площадью 15 млн кв. м. по ставке от 9,9 до 12 %. Основная доля выданных ипотечных кредитов сконцентрирована в Центральном федеральном округе и составляет около 31 %, при наибольшей доле приходится на Москву и Московскую область.

2. Обеспечение жильем отдельных категорий граждан

На 1 января 2017 года израсходовано 9 860,1 млн рублей на предоставление жилищного фонда

ветеранам Великой Отечественной войны, обеспечены 8468 ветеранов Великой Отечественной войны.

### 3. Реализация ФЦП «Жилище»

За 2016 год в рамках реализации ФЦП «Жилище» были обеспечены жильём 21,08 тыс. семей граждан, а также обеспечен дополнительный ввод жилья в объёме 3,7 млн кв. м за счёт поддержки проектов строительства жилья.

### 4. Улучшение жилищных условий граждан, имеющих трёх и более детей

За 2016 год региональными властями и органами местного самоуправления предоставлено бесплатно 92,3 тыс. земельных участков многодетным семьям. Жилые помещения по договору социального найма в 2016 году предоставлены 2026 семьям, имеющим трёх и более детей.

### 5. Развитие рынка арендного жилья

По состоянию на 1 января 2017 года 63 субъекта разработали и приняли региональные программы развития рынка арендного жилья, в том числе обеспечив включение подпрограмм, задач, мероприятий, направленных на формирование и развитие рынка доступного арендного жилья, в существующие региональные программы жилищного строительства. По состоянию на 1 января 2017 года объём ввода арендного жилья в России составил 1112,5 тыс. кв. м.

В 2016 году АИЖК приступило к реализации пилотных проектов по финансированию арендного жилья – объём инвестиций составил 13,5 млрд рублей. Арендный ЖФ создаётся с использованием механизма коллективных инвестиций – в 2016 году сформирован закрытый паевой инвестиционный фонд недвижимости «Кутузовский», профессиональным управлением которого занимается вновь созданное ООО «УК АИЖК». В декабре 2016 года введён в эксплуатацию МФК «Лайнер», (г. Москва, Ходынский бульвар, д. 2), на базе которого будут созданы первые 283 арендных апартаментов. [15]

### 6. Долевое строительство

В июле 2016 года принят Федеральный закон №304, ужесточающий требования к застройщикам, работающим на рынке долевого строительства, и повышающий защиту прав граждан – участников долевого строительства.

Установлены требования к минимальному размеру уставного капитала застройщиков, приоритет права требования участников долевого строительства к застройщику, введены дополнительные требования к раскрытию информации на официальном сайте застройщика, предусмотрено ведение реестра застройщиков, расширены полномочия контролирующих органов, создан государственный компенсационный фонд долевого строительства.

### 7. Реализация подпрограммы «Стимулирование программ жилищного строительства субъектов Российской Федерации»

Объём финансирования подпрограммы в 2016 году из средств федерального бюджета составил 4 341,62 млн рублей. В реализации подпрограммы в 2016 году приняли участие 18 субъектов Федерации. Минстроем России заключены 12 соглашений с указанными субъектами Федерации. В соответствии с заключёнными соглашениями в бюджеты субъектов Федерации перечислены средства федерального бюджета в объёме 4 313,6 млн рублей. В 2016 году в рамках подпрограммы осуществлялось софинансирование строительства 16 объектов социальной инфраструктуры (дошкольных учреждений, образовательных учреждений) более чем на 5,5 тыс. мест, а также строительства более 88 км автомобильных дорог (23 объекта) на территории проектов по развитию территорий, предусматривающих строительство жилья, и в микрорайонах массовой малоэтажной и многоквартирной застройки жильём. В 2016 году достигнут целевой индикатор подпрограммы, а именно введено жилья 3,7 млн кв. м, что составляет более 300 % от установленного подпрограммой показателя (1,1 млн кв. м). [16]

### 8. Реализация приоритетного проекта «Ипотека и арендное жильё»

Утверждён паспорт приоритетного проекта «Ипотека и арендное жильё». Основной целью приоритетного проекта основного направления стратегического развития «Ипотека и арендное жильё» является: обеспечение высоких темпов ввода жилья (100 млн кв. м в 2020 году), стимулирования спроса путем снижения ставки по ипотечным кредитам, возмещение затрат на уплату процентов по кредитам на цели обеспечения инженерной инфраструктурой земельных участков, субсидирование строительства (реконструкции) объектов социальной инфраструктуры в регионе; субсидирование строительства (реконструкции) автомобильных дорог в регионе.

#### 8. Жилищно-коммунальное хозяйство

##### 8.1. Привлечение в ЖКХ частных инвестиций

Объём частных инвестиций, предусмотренных концессионными соглашениями, заключёнными в 2016 году, – 62,4 млрд рублей, в 2015 году – 70,9 млрд рублей, в 2014 году – 7,2 млрд рублей. Всего в течение 2016 года было заключено 580 концессионных соглашений. [16]

Разработаны и вступили в силу меры, направленные на совершенствование привлечения частных инвесторов в сферу ЖКХ и предусматривающие: приоритетное участие региона в качестве стороны концессионного соглашения;



имущественное участие регионов в концессии. В регионах уже наблюдается положительный опыт работы в рамках концессии, позволивший сократить количество аварий в теплоснабжении на 47 %, на 21 % в водоснабжении, а расходы на содержание сократились на 14 %.

#### 8.2. Регулирование деятельности в сфере управления многоквартирными домами

Годовой оборот рынка управления жильём в России составляет 500 млрд рублей. В стране 2,4 млн многоквартирных домов. В 2016 году утверждён механизм взыскания штрафов в пользу потребителей при оказании коммунальных услуг: с 1 января 2017 года при расчёте платы с нарушением установленного порядка исполнитель будет обязан выплатить потребителю штраф в размере 50 % от излишне начисленной платы не позднее 2 месяцев со дня обращения заявителя путём снижения размера платы (или размера задолженности) за коммунальную услугу [16].

#### 8.3. Ликвидация аварийного жилищного фонда

На 1 марта 2017 года расселено 2,67 млн кв. м (101,7 %), 169,23 тыс. человек (101,5 %) [16].

#### 8.4. Система капитального ремонта многоквартирных домов

Всего в региональные программы капремонта включено более 745 тыс. многоквартир-

ных домов. В 2016 году капитальный ремонт выполнен в 41,4 тыс. многоквартирных домов (МКД) общей площадью 135,0 млн кв. м, в которых проживают 5,232 млн человек. Темпы проведения капитального ремонта в 2016 году по сравнению с 2015 годом увеличились почти в 2 раза.

По состоянию на 1 января 2017 года во всех субъектах Федерации собственники помещений в МКД уплачивают взносы на капитальный ремонт. Процент сбора составляет порядка 85,73 %, собираемость увеличилась на 8,53 % по сравнению с аналогичным периодом 2015 года [16].

#### 8.5. Приоритетный проект «ЖКХ и городская среда»

Началась активная работа по реализации приоритетных проектов ЖКХ и городская среда, предполагающих создание условий повышения качества городской среды с использованием системного подхода. В стране будут внедрены новые, современные правила благоустройства и приняты пятилетние муниципальные программы, предусматривающие благоустройство всех нуждающихся в благоустройстве муниципальных территорий общего пользования, а также дворовых территорий многоквартирных домов.

С учетом результатов исследования выполнен SWOT-анализ системы УВЖФ (см. табл. 2).

Таблица 2

SWOT-анализ системы УВЖФ

| Сильные стороны                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Слабые стороны                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Высокий уровень централизации управления, позволяет сконцентрировать ресурсы для решения проблем ВЖФ.<br>2. Стабильность, обеспечение решения задач госбюджетными средствами.<br>3. Функционально-программная ориентированная система управления.<br>4. Многолетняя практика управления ЖФ.<br>5. Нарботки в области информационно-аналитической базы ВЖФ.<br>6. Нормативно-правового обеспечения процесса. | 1. Отсутствие гибкости управления (не адаптирующаяся).<br>2. Бюрократизированное управление.<br>3. Недостаток госбюджетных средств для решения задач управления ВЖФ.<br>4. Отсутствие нормативного закрепления правил взаимодействия органов власти с частными партнерами.    |
| Угрозы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Возможности                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1. Влияние кризисных явлений.<br>2. Снижение объема финансовых средств, выделяемых на решение проблемы ВЖФ.<br>3. Неэффективное расходование средств, связанное с увеличением аппарата управления и необходимостью содержания обеспечивающих работу системы управления структур.<br>4. Сокращение объема ввода ЖФ.                                                                                             | 1. Совершенствование нормативно-правовой базы.<br>2. Совершенствование информационной базы.<br>3. Совершенствование организационно-экономической модели взаимодействия органов власти и частных партнеров.<br>4. Развитие новых инструментов инвестирования строительства ЖФ. |

**Основные проблемы в сфере управления воспроизводством жилищного фонда.** Анализ состояния ВЖФ и применяемого инструмента-

рия на федеральном и региональном уровне позволил, выявить наличие следующих проблем в сфере системы УВЖФ (см. табл. 3).

Таблица 3

## Основные проблемы в сфере управления ВЖФ

| №  | Наименование проблемы                                                                                                                                                                            | Содержание проблемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Нет четкого государственного управления ВЖФ                                                                                                                                                      | Государство переложило проведение ВЖФ на собственников жилых помещений. Закон РФ от 4 июля 1991 г. № 1541-1 «О приватизации жилищного фонда в Российской Федерации», Закон Российской Федерации «Об основах федеральной жилищной политики»                                                                                                                           |
| 2  | Развитие процесса санации и перераспределения ЖФ                                                                                                                                                 | У многих собственников отсутствуют средства на содержание и воспроизводство ЖФ, что приводит к перераспределению собственников ЖФ в результате процесса санации и созданию групп населения фактически остающихся без жилья.                                                                                                                                          |
| 3  | Формализованное привлечение собственников в процесс управления                                                                                                                                   | Реалии законодательных актов в области коллективного управления ВЖФ не находят коллективной поддержки большинства населения поэтому носят формальный характер и требуют доработки с учетом реалий современного информационного общества.                                                                                                                             |
| 4  | Законодательно закрепленный рост оплаты за коммунальные услуги                                                                                                                                   | Постоянный законодательно закрепленный рост оплаты за коммунальные услуги в независимости от их качества, приводит к повышению социальной напряженности в обществе                                                                                                                                                                                                   |
| 5  | Нормы Жилищного законодательства не содержат положения регламентирующие требования к процессу воспроизводства, который бы обеспечивал оптимальную эксплуатацию с минимизацией физического износа | Ликвидация дефектов и неисправностей на ранней стадии способствует увеличению долговечности и продолжительности эффективной эксплуатации строительных конструкций и элементов инженерных систем ЖФ. В перечне работ по статье «содержание и ремонт» не предусмотрено ликвидация дефектов и неисправностей на ранних стадиях все это отнесено к капитальному ремонту. |
| 6  | Интенсификации физического износа ЖФ, массовый переход в ветхое и аварийное состояние, несоответствие условий проживания нормативным требованиям.                                                | Постановление Госстроя РФ от 27.09.2003 № 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.10.2003 № 5176) подменяет понятия «техническая эксплуатация» на «содержание и ремонт», что сокращает длительности периода между капитальными ремонтами и увеличивает затраты.                                |
| 7  | Отсутствует институт независимых технических экспертов обеспечивающих квалифицированную, непрерывную диагностику состояния строительных элементов ЖФ, контроль и приемку выполненных работ.      | Отсутствует квалифицированный и независимый прием работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | Нормативно-правовые акты в области управления ВЖФ не связаны с техническими нормами и правилами                                                                                                  | Терминология, методологические принципы, понятия и представления, содержащиеся нормативно-правовых актах в области управления ВЖФ, не соответствуют принятым в строительной науке и практике, в строительном проектировании и строительстве, в технической эксплуатации ЖФ.                                                                                          |
| 9  | Значительное превышение спроса на ЖФ над предложением                                                                                                                                            | Потребность в новом жилье оценивается экспертами в размере 3 млрд кв. м., что не соотносится с темпами строительства. Наблюдается высокий уровень монополизации рынка жилищного строительства.                                                                                                                                                                       |
| 10 | Низкий уровень обеспеченности ЖФ граждан России                                                                                                                                                  | Данный показатель составляет в среднем 44 кв. м на человека, что не соотносится с данным показателем в Великобритании – 70 м <sup>2</sup> , в США – 65 м <sup>2</sup> и в Германии – 55 м <sup>2</sup> .                                                                                                                                                             |
| 11 | Низкий уровень доступности привлеченных источников финансирования воспроизводства ЖФ                                                                                                             | Привлечение источников финансирования для ВЖФ практически недоступно для подавляющей численности населения, что связано с величиной первоначального взноса и незначительными накоплениями                                                                                                                                                                            |
| 12 | Низкий платежеспособный спрос населения на ЖФ                                                                                                                                                    | Темпы роста цен на жилье в последние годы значительно превышают темп роста заработной платы, что при высокой процентной ставке по ипотечному кредитованию делает практически невозможным приобретение жилой недвижимости.<br>Несопоставимость уровня доходов населения и цен на жилье                                                                                |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | Дисбаланс между ценами, себестоимостью, качеством                                                                                                                                                                                                                     | Средняя цена продажи жилья превышает среднюю себестоимость строительства на 40–50 %, а темп роста себестоимости строительства превышает темп роста цен на строительные материалы на 30–40 %, темп роста цен на жилье превышает темп роста реальных располагаемых доходов населения на 60 %. Все это свидетельствует о искусственно завышенной стоимости жилья в связи с монопольным положением продавцов. По оценкам экспертов рыночная стоимость ЖФ превышает сметную стоимость более чем в 3 раза и не соответствует потребительским качествам. |
| 14 | Не достаточное количество земельных участков, обеспеченных необходимой инженерно-технической инфраструктурой, недостаток коммунальных мощностей для вновь вводимых объектов                                                                                           | Обустроенные участки стоят дороже, т.к. индивидуальным застройщикам выполнить такие работы практически невозможно, это связано в первую очередь с организационными моментами, высокой стоимостью подключения, административными барьерами поставщиков ресурсов.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 15 | Наличие барьеров при получении разрешения на строительство документов о документации на строительство, при получении технических условий на подключение объектов к инженерным коммуникациям                                                                           | Выдача технических условий осуществляется сетевыми компаниями с завышенными требованиями (когда предоставляются земельные участки, не обеспеченные инженерной инфраструктурой). Иногда технические условия являются просто не подъемными для инвесторов, стоимость подключения к инженерным сетям делает строительство объекта недвижимости на уже приобретенном земельном участке экономически бессмысленным.                                                                                                                                    |
| 16 | Перенаселенность ЖФ в городах                                                                                                                                                                                                                                         | Перенаселенность – понимается ситуация, при которой в одном жилом помещении проживает более одного домохозяйства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 17 | Сокращение объемов финансирования мероприятий по ВЖФ из федерального бюджета                                                                                                                                                                                          | Это вызвано неблагоприятной ситуацией в экономике Российской Федерации и изменением приоритетов государственной политики, неспособность субъектов Российской Федерации обеспечить необходимый уровень софинансирования расходных обязательств.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 18 | Отсутствует мониторинг эффективности и результативности инвестиционных вложений в ЖФ, не осуществляется межрегиональное и межтерриториальное сравнение качества ВЖФ, отсутствует система индикаторов, позволяющая оценить результативность управления жилищным фондом | Не выработаны показатели эффективности и результативности управления ВЖФ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 19 | Примитивизм социальных благ в сельской местности                                                                                                                                                                                                                      | Обеспеченность благоустройством сельского ЖФ не более 15 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

**Выводы.** В настоящее время система управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне представляет собой уже состоявшееся явление в системе социально-экономического управления в регионе, хотя теоретический, методологический и методический базис находится на стадии формирования и развития.

Качественное наполнение теории и практики системы управления воспроизводством жилищного фонда проявляется в переосмыслении и постановке проблем теории и практики, основанных на комбинаторике системного и воспроизводственного подходов, методов аналитического обобщения, количественной оценки и абстрагирования.

Снижение ввода жилья объясняется падением объема построенного жилья за счет средств

населения, что связано в свою очередь со снижением реальных располагаемых доходов населения. Отсутствие действенных механизмов и инструментария УВЖФ наиболее ярко отражается на индексе доступности ЖФ, при существующих тенденциях роста (снижения) реальных доходов населения и темпов роста стоимости ЖФ, он не будет достигать рекомендованных и запланированных значений. Государственные программы увеличивают перекося спроса и предложения на рынке и, приводят к росту цен на ЖФ и не возможности его приобретения.

Решение указанных проблем возможно путем совершенствования инструментария УВЖФ и использования зарубежного опыта использования обширного спектра инструментов тарифной,

налоговой и таможенной, бюджетной, программной политики на региональном уровне.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abakumov R.G., Avilova I.P., Ursu I.V., Kapustina E. O. Methodical Toolkit of Managing Reproduction of the Fixed Assets of an Organization // The Social Sciences. 2015. Vol. 10 (6). P. 1449–1455.
2. Avilova I.P., Naumov A.E., Shchenyatskaya M.A. Improving the economic efficiency of construction investments by means of technological risks management // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2016. T. 8. № S2. C. 1502–1518.
3. Avilova I., Naumov A., Krutilova M. Methodology of cost-effective eco-directed structural design // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO (SGEM 2017). № 53. P. 551–557.
4. Avilova I., Krutilova M. Economic incentives of green standards in civil and municipal engineering // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO (SGEM 2017). № 53. P. 255–261.
5. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. [Электронный ресурс]// <http://economy.gov.ru/mines/activity/sections/strategicPlanning/concept/>.
6. Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 г. // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. [Электронный ресурс]// <http://www.mcx.ru/documents/document/show/14914.77.html>
7. Постановление Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. № 1050 «О федеральной целевой программе «Жилище» на 2015–2020 годы» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // <http://base.garant.ru/12182235/>.
8. Постановление Правительства РФ от 28 января 2006 № 47 (ред. от 25 марта 2015) «Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции» [Электронный ресурс]// [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_58136/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58136/).
9. Постановление Государственного комитета РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 27 сентября 2003 г. № 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда» [Электронный ресурс]// <http://www.rg.ru/2003/10/23/pravila.html>.
10. Распоряжение Правительства РФ от 08.11.2014 № 2242-р «Об утверждении Стратегии развития ипотечного жилищного кредитования в Российской Федерации до 2020 года» // СПС КонсультантПлюс.
11. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 №1662-р «Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года».
12. Распоряжение Правительства РФ от 19.07.2010 № 1201-р «Об утверждении стратегии развития ипотечного жилищного кредитования в РФ до 2030 года».
13. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>.
14. Инвестиции в России [Электронный ресурс] // Стат. сб. Росстат. Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B07\\_56/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B07_56/Main.htm).
15. Официальный сайт Совета при Президенте России по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике. Режим доступа: <http://www.rost.ru>.
16. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // <http://www.gks.ru/>

#### Информация об авторах

**Абакумов Роман Григорьевич**, кандидат экономических наук, доц. кафедры экспертизы и управления недвижимостью.

E-mail: [AbakumovRG2000@mail.ru](mailto:AbakumovRG2000@mail.ru)

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

Поступила в декабре 2017 г.

© Абакумов Р.Г., 2018

---

**R.G. Abakumov****STATEMENT OF THE PROBLEMS OF THE THEORY AND PRACTICE OF THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF REPRODUCTION OF THE HOUSING FUND AT THE REGIONAL LEVEL**

*Within this article the author formulated a hypothesis of need of statement and the problem resolution of the theory and practice of a management system by reproduction of a housing stock at the regional level. Concepts of scientific reasons for statement of problems are selected: technocratic, economic, mathematical, psychological, culturological. The reasons of statement of problems are proved, the device is developed concepts, a variety of tools and methods, mechanisms, structural elements of a management system is systematized by reproduction of a housing stock. Features of the existing system are marked out: imbalance, monopolism, bias of data, demographic recession, psychological preferences, territorial differentiation. Management of reproduction of a housing stock takes the form of the state externalities performed by means of legal and administrative acts which have social character and determine conditions of social lease, a social mortgage, the order maternity capital, provision of the property tax deductions, resettlement of old stock, provision of housing to military, subsidies to young families, a subsidy to people on the waiting list, needy living in housing below social norms. SWOT analysis of a management system is executed. The most important high-quality and quantitative problems of a management system by reproduction of a housing stock at the regional level are revealed.*

**Keywords:** housing stock, reproduction, management, system, regional level, problem, theory, practice, concept, tool, method.

---

*Information about the authors*

**Roman G. Abakumov**, PhD, Assistant professor.

E-mail: AbakumovRG2000@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in December 2017*

<sup>1</sup>Герасименко О.А., канд. экон. наук, доц.,<sup>2</sup>Авилова Ж.Н., канд. соц. наук, доц.<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет<sup>2</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

janna-avilova@mail.ru

*Государственно-частное партнерство (ГЧП) – это взаимовыгодное, долгосрочное взаимодействие и сотрудничество частного партнера и государства, которое направлено на реализацию достижения задач государственно-частных услуг в рамках проектов, увеличение доступности и качества и услуг, которые, как правило, достигаются при привлечении различного рода ресурсов и диверсификации рисков между участниками.*

**Ключевые слова:** *государственно-частное партнерство, регион, управление, инвестиционный проект.*

**Введение.** К ГЧП относят те проекты, которые имеют ряд признаков:

- происходит реконструкция (создание) элементов инфраструктуры для всех заинтересованных стейкхолдеров (жилищно-коммунальная сфера, ТЭК, социальная сфера, транспорт);
- объект создает частный партнер, в последующем производит запуск его в эксплуатацию и обслуживание, вовлечен в полный жизненный цикл этого проекта;
- за счет привлеченных или собственных средств инвестирует создание инфраструктуры, в том числе и общественной;
- за счет оплаты использования этой инфраструктуры, или за счет статей бюджета частный инвестор возвращает собственные вложенные инвестиции;
- как признак проекта ГЧП, сотрудничество носит долгосрочный характер.

**Методология.** Базой исследования проблем комплексной оценки реализуемости проектов ГЧП явились научные труды классических авторов данной области по обширному перечню проблем. Также дополнительно использовались работы отечественных и зарубежных авторов, относительно проблем развития и функционирования в качестве партнеров государственных органов и бизнеса.

В ходе написания статьи были использованы следующие методы: диалектический (изучение явлений во взаимосвязи и постоянном развитии), структурно-функциональный, экономико-статистический, графическая и табличная интерпретация полученной информации.

**Основная часть.** Одним из инструментов, позволяющим сбалансировать интересы частного и предпринимательского партнера, является

ГЧП. Цель – привлечение инвестиций в публичную инфраструктуру путем внутренних резервов и обеспечение достаточно небольшого на первый взгляд, роста региональной экономики в настоящих условиях.

Одной из текущих проблем в настоящее время является поиск точек роста рынка ГЧП проектов, которые обеспечат глобальное увеличение их числа, интерес к региональной инфраструктуре компаний. В будущем это должно обеспечить ряд положительных эффектов:

- увеличение производительности на объектах инфраструктуры, которые были созданы;
- совершенствование на инфраструктурном рынке конкуренции;
- создание дополнительных рабочих мест, как следствие-увеличение развитости трудовых ресурсов;
- увеличение инвестиций к национальному и региональному ВВП;
- повышение качества жизни населения и совершенствование прилегающих территорий при высоком уровне услуг, на объектах инфраструктуры, которые были созданы [1].

В настоящее время на территории РФ насчитывается более 1300 ГЧП проектов, по которым принято решение либо о заключении соглашения, либо реализации, из них:

- проектов ГЧП федерального уровня – 15;
- проектов ГЧП регионального уровня – 191;
- проектов ГЧП муниципального уровня – более 1100.

В России сейчас реализуется 873 проекта ГЧП, по которым заключены соответствующие соглашения, суммарным объемом частных инвестиций – 640,3 млрд. руб. на стадии создания

(строительства/реконструкции) объектов инфраструктуры (таблица 1) [2].

Таблица 1

**Соотношение уровня административного регулирования, количества реализуемых проектов и объема инвестиций ГЧП проектов**

| Уровень административного регулирования | Количество реализуемых проектов, шт. | Объем частных инвестиций, млрд. руб. |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Проект ГЧП федерального уровня          | 12                                   | 133,7                                |
| Проект ГЧП регионального уровня         | 104                                  | 408,1                                |
| Проект ГЧП муниципального уровня        | 757                                  | 98,5                                 |

Источник: данные Минэкономразвития России, расчеты Центра развития ГЧП.

По прогнозам развития проектов ГЧП в России в 2017 году средний показатель должен составить 29,2 %, по фактическим данным этот показатель на 4.8 п.п. оказался ниже и составил 24,4 %. Это можно объяснить следующими причинами:

- ряд субъектов РФ по итогам 2015 года не показали ожидаемого роста реализации проектов ГЧП – большинство проектов не перешли в стадию запуска;
- не были приняты систематические мероприятия для благоприятного поля развития ГЧП регионами аутсайдерами, о которых велась речь по итогам 2014 года<sup>1</sup>;
- за счет снижения развития региональной и российской экономики произошла потеря инвесторов в долгосрочные инвестиции в инфраструктуру на региональном и муниципальном уровне.

Необходимо в первую очередь для повышения общероссийского среднего показателя развития ГЧП проектов на региональном уровне завершить процесс совершенствование нормативно-правового поля в соответствии с федеральным законом о ГЧП, а следующим шагом – произвести запуск проектов концессионных соглашений на муниципальном и региональном уровнях [3].

Процесс формирования и отбора проектов ГЧП включает расширенный подход к долгосрочному планированию комплекса инфраструктуры региона. Он включает в себя следующего рода процедуры:

- со стороны публичных органов власти или организаций – инициация ГЧП проектов;
- со стороны частных компаний – инициация ГЧП проектов;
- первоначальная оценка проектов инвестиционного характера на реализуемости в ГЧП интересах;
- доработка и оценка первичной документации по ГЧП проектам, инициированных частными компаниями;
- утверждение пакета документации по ГЧП проектам, которые были инициированы организацией или государственными структурами [4, 5].

В соответствии с предложенной схемой до этапа полной разработки документации проекта орган исполнительной власти, уполномоченный по развитию проекта ГЧП должен будет оценить проект на целесообразность и эффективность его реализации в форме ГЧП в сравнении с реализацией его в рамках муниципального или регионального заказа. ГЧП проекты могут быть разработаны в процессе отраслевого/государственного планирования или в результате совершенствования отдельных отраслей инфраструктуры. Процесс управления ГЧП проектами представлен схематично на рис. 1.

В процессе формирования долгосрочных планов, программ развития наблюдается разработка и последующая реализация проектов ГЧП. В ходе этого характерны два подхода к разработке проектов ГЧП:

1. при инициативе муниципально-государственной власти:
  - развитие инфраструктурного комплекса при анализе структурных ограничений в регионе России;
  - на основе выбора инвестиционных проектов как инициативных со стороны ГЧП
2. по инициативе частных партнеров.

Органы власти муниципального и государственного уровня путем сравнения проекта ГЧП с позиции оценки перспектив эффективности с муниципальным либо государственным заказом, а также альтернатив привлечения внебюджетных средств для воплощения инвестиционных инфраструктурных проектов ГЧП. Во многих странах разработаны критерии оценки, так как сами по себе инвестиционные инфраструктурные проекты ГЧП могут быть реализуемыми и успешными. Эти критерии применяются на стадии отбора проектов ГЧП. Инициативу могут проявлять также и частные компании, они имеют возможность оценивать те возможности, которые

<sup>1</sup> Рейтинг регионов России по уровню развития ГЧП 2014–2015, Центр развития ГЧП, 2015



являются скрытыми и неявными для органов власти. Вследствие чего, большинство проектов ГЧП формируются с учетом и под влиянием экс-

пертов в лице организаций коммерческой и негосударственной коммерческой собственности [6, 7].

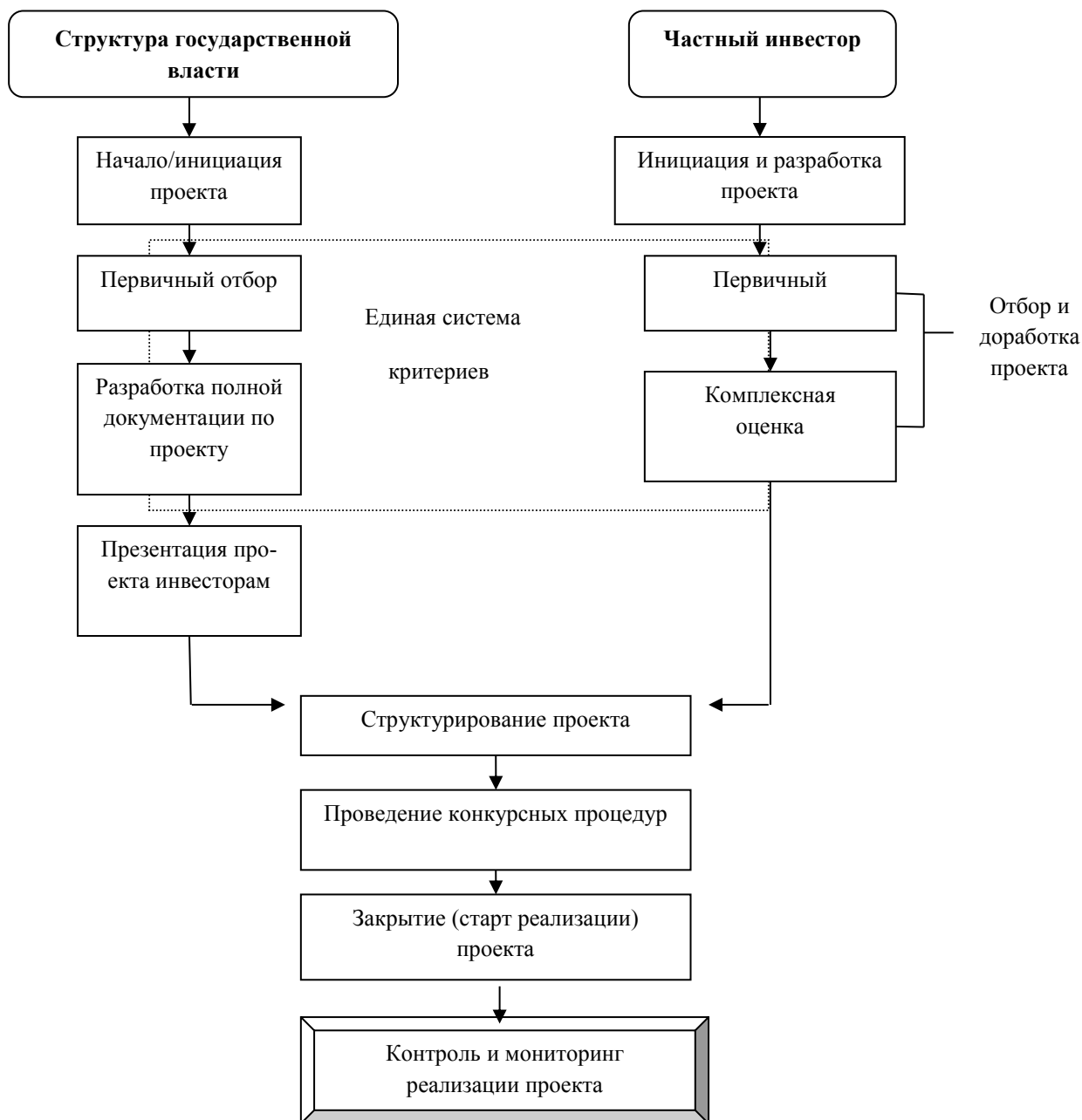


Рис. 1. Структура процесса управления проектами ГЧП

Для органов муниципального и государственной власти и частного бизнеса этапы разработки, оценки и подготовки ГЧП проектов имеют различную структуру, но с точки зрения принятой системы критериев по отбору проектов.

Для разработки проектов ГЧП необходимо большое количество разнообразных ресурсов и компетенций, по сравнению со стандартными проектами, которые реализуются в форме муниципального/государственного заказа. Для таких проектов существенное значение имеет первичная оценка эффективности принципов проектов

ГЧП, это позволяет провести оптимизацию издержек для отбора и разработку (рис. 2).

Для первичного отбора характерен поиск потенциальных проектов ГЧП, как из государственного, так и из предпринимательского сектора в достаточно сжатые сроки. В мировой практике в первичный отбор включают ряд следующих критериев, реализуемые с алгоритмом:

- реализуемость технологическая;
- эффективность с позиции социально-экономического масштаба;
- эффект от реализации проекта ГЧП.



Рис. 2. Порядок первичной оценки инвестиционных проектов для целей ГЧП

Технологическая реализуемость исходит из оценки рисков технологического характера и нормативных ограничений по проекту ГЧП. Эффективность с позиции социально-экономического масштаба – сравнительный анализ плановых и приоритетных документов и показателей. Эффект от реализации проекта ГЧП – оценка «value for money» – когда определяется оптимальная форма участия государственных органов власти в проекте (в частности, государственно-частное партнерство, невмешательство с позиции финансового участия публичной власти, субсидии, госзаказ и другое) [8, 9].

Указанный перечень по смыслу ч. 2 ст. 41 Закона о КС является исчерпывающим. При этом Закон о КС также закрепляет правило, согласно которому между сроком долговых обязательств, которые имеются и сроком заключения формы ГЧП – концессионным соглашениям должно истечь более 2 лет.

Из ч. 3 ст. 41 Закона о КС следует, что средства на компенсацию таких расходов для концессионера устанавливается с тарифной ставкой. Законодатель разделил объекты по производству электрической энергии и объекты теплоснабжения (п.п. 10, 11 ч. 1 ст. 4 Закона о КС соответственно) [11]. Соответственно, исходя из буквального толкования названных норм следует, что упомянутые объекты относятся к различным видам объектов коммунальной инфраструктуры. При этом в соответствии с ч. 21 ст. 39 Закона о КС если оказание услуг по концессионному соглашению (объект – инфраструктура теплоснабжения и водоснабжения) осуществляется по регулируемым тарифам (ценам), а также с учетом

надбавок, которые установлены, не допускается заключение концессионного соглашения на нескольких объектах коммунального хозяйства.

Деятельность в сфере теплоснабжения и водоснабжения фактически предполагает одновременное осуществление инвестиционной и операционной работы в период действия срока реализации концессионного соглашения.

Но при этом создание объектов централизованной системы водоснабжения и водоотведения или систем теплоснабжения (далее – коммунальные системы) на основании соответствующих инвестиционных программ происходит в период срока реализации концессионного соглашения [3].

В целом можно выделить четыре типа (категории) имущества, которое используется концессионером в проектах, связанных с централизованными коммунальными системами:

- объект концессионного соглашения, т.е. создаваемое и (или) реконструируемое концессионером в рамках концессионного соглашения материальные фонды, которые технологические связаны и в дальнейшем предназначены для деятельности, которая предусмотрена концессионным соглашением;
- другое имущество, передаваемое концессионеру от концедента по концессионному соглашению;
- имущество, не являющееся объектом концессионного соглашения, но создаваемое концессионером на протяжении всего срока действия концессионного соглашения за счет платы (тарифа) за подключение (технологическое присоединение) к коммунальной системе;

• имущество, не являющееся объектом концессионного соглашения, но создаваемое концессионером на протяжении всего срока действия концессионного соглашения за счет тарифов в соответствующей сфере, за исключением платы (тарифа) за подключение, а также за счет поступлений из иных источников [4, 5].

**Выводы.** Для оценки критериев проектов ГЧП привлечение сторонних консультантов только способствует улучшению и совершенствованию этого метода, так как специализированные консультанты в отличие от органов власти имеют обширную сеть контактов с ГЧП-сообществом и потенциальными инвесторами.

В рамках совершенствования и развития ГЧП в России необходимо внедрение проектно-ориентированного подхода и концепции проектного менеджмента в реализацию проектов ГЧП. Данный подход позволит усилить внимание к процессу управления ГЧП проектом как к важной его части. В будущем развитие проектов ГЧП, единые подходы к их управлению позволит обеспечить орган государственной власти, который является ответственным за развитием проектов ГЧП на территории России.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование «Развитие государственно-частного партнерства в России в 2015–2016 годах. Рейтинг регионов по уровню развития ГЧП» // Ассоциация «Центр развития ГЧП», Министерство экономического развития Российской Федерации. М.: Ассоциация «Центр развития ГЧП», 2016. 36 с.
2. Тхориков Б.А. Проблемы целеполагания в системе государственного управления социальной сферой // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. Т. 8. № 1-2. С. 164–166.
3. О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации от 13 июля 2015 г. N 224-ФЗ.
4. Тхориков Б.А. Методология индикативного управления организациями социальной сферы: проблемы целеполагания, метод TASKED // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. Т. 36. № 19-1 (216). С. 39–42.
5. О концессионных соглашениях: Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ.
6. Ломовцева О.А., Герасименко О.А. Приоритеты и механизмы ГЧП в формировании инновационного промышленного комплекса региона // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. №13(210). Вып. 35/1. С. 5–9.
7. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий: барьеры, критерии принятия решения и механизм реализации // Белгородский экономический вестник. 2015. № 2 (78). С. 20–27.
8. Дорошенко Ю.А., Никулина Т.Ю. Особенности создания регионального венчурного фонда посевных инвестиций на условиях государственно-частного партнерства // Белгородский экономический вестник. 2012. № 3 (67). С. 3–7.
9. Гукова Е.А. Особенности российской специфики организации процесса бизнес-планирования на предприятии. В сборнике: Экономические и социальные факторы развития народного хозяйства материалы IV региональной научно-практической конференции аспирантов и магистрантов. 2016. С. 60–64.
10. Прядко С.Н., Жданкова Е.А. Установление стратегических приоритетов в планировании долгосрочного развития региональных предприятий // Фундаментальные исследования. 2016. № 6-2. С. 454–459.
11. Avilova Z.N., Gulei I.A., Shavyrina I.V. Formation of the customer-centric organizational culture of the university as a factor of effective social and economic development of the region // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3. С. 207–216.
12. Рекомендации по реализации проектов государственно-частного партнерства в субъектах Российской Федерации / Ассоциация «Центр развития ГЧП», Министерство экономического развития Российской Федерации. М.: Ассоциация «Центр развития ГЧП», 2013. 49 с.

*Информация об авторах*

**Герасименко Ольга Александровна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга.

E-mail: gerasimenko@bsu.edu.ru.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

**Авилова Жанна Николаевна**, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии и управления.  
E-mail: janna-avilova@mail.ru  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Герасименко О.А., Авилова Ж.Н., 2018

---

**O.A. Gerasimenko, Z.N. Avilova**  
**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE FEASIBILITY OF PUBLIC-PRIVATE  
PARTNERSHIP**

*The article is devoted to important problems of development of public-private partnership as a purposeful process of involving financial resources and achievements of modern management from the private sector in the sphere of responsible public sector activities, in particular in the construction industry. This article discusses applied issues of project management for public-private partnerships, including the formation and selection of project ideas, the assessment of the project's potential in addressing the strategic tasks of the region's development, assessing the investment attractiveness and budget effectiveness of the project, developing a legal and financial structure, -participation partnership.*

**Keywords:** public-private partnership, region, management, investment project  
*Information about the authors.*

---

*Information about the author*

**Olga A. Gerasimenko**, PhD, Assistant professor.  
E-mail: gerasimenko@bsu.edu.ru  
Belgorod National Research University.  
Russia, 308015, Belgorod, Pobeda st., 85.

**Zhanna N. Avilova**, PhD, Assistant professor.  
E-mail: janna-avilova@mail.ru  
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.  
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in December 2017*

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

yazharov@yandex.ru

Научная и практическая задача повышения качества организационно-технологических решений в строительстве нуждается в новых методах решения, особенно это актуально при проектировании и строительстве уникальных, сложных проектах. Задача эта связана с необходимостью обрабатывать значительное количество информации в сжатые промежутки времени. В ходе исследования установлена целесообразность применения оперативных оценок параметров организационно-технологических решений на основе математических методов. Автором используется метод прогноза и оценки интегральных параметров проектных решений в основе которого лежит нейросетевая модель. Используемый метод предполагает формирование обучающей матрицы в состав которой входят ключевые показатели реализованных (пилотных). Метод позволяет учитывать применение технических решений и отдельных конструктивных параметров строительных изделий в различных условиях внешней среды, оценить риски сопутствующие реализации рассматриваемых организационно-технологических решений. Применение предложенной модели, осуществляющей анализ рисков организационно технологических решений в разрезе конкретного объекта строительства, имеет преимущества относительно рассмотрения решений без привязки к объекту и его внешней среде. В результате выбор организационно-технологического решения становится более обоснованным, за счет учета суммарных рисков.

**Ключевые слова:** организационно-технологические решения, организация строительства, технологическое проектирование, нейронная сеть, принятие решения в строительстве, информационное моделирование.

**Введение.** Современные задачи организационно-технологического моделирования в строительстве подразумевают увязку значительного количества параметров как в пространстве, так и во времени. Работа осложняется необходимостью решений локальных организационно-технологических задач (выбора оптимальных составляющих) в цепочке с многочисленными комбинациями проектных решений. На помощь в решении задач, требующих обработки большого массива данных, строительная отрасль прибегает, как и большинство других отраслей, к методам компьютерного моделирования. В настоящее время такие методы развиваются по пути наращивания системы координат и уже сейчас 3D модели трансформируются в 6D модели, включающие в себя помимо пространственных координат, временные, стоимостные, технологические [1]. Проектные организации в своей работе опираются на геологические информационные системы, применяют широкий перечень ERP-систем, РМ-программ, в отдельных случаях специализированные программные комплексы для осуществления проектных и технологических расчетов [2]. В целом эффективность концепции информационного моделирования доказана как в научных кругах, так и на реальных проектах, однако создание подобных моделей до сих пор

крайне трудоемко и целесообразно только при использовании на протяжении всего жизненного цикла проекта [3]. Несмотря на, казалось бы, высокую эффективность работы проектных организаций, соблюдение графика производства работ подрядной организацией остается крайне сложной задачей, а за частую и не выполнимой по объективным причинам и воздействиям техногенного и социального характера, возникающих в ходе реализации проекта. В данном случае целесообразно сконцентрироваться на аспектах, которые возможно смоделировать при помощи современных информационных систем, одной из которых является слабая увязка организационно-технологических решений при параллельном и поточном методах работ [4].

Глубокое внедрение информационного моделирования в российскую строительную практику осуществляется с определенными трудностями, которые влияют как на временные рамки, так и на комплексный подход в этом вопросе [5-7]. Для снятия такого рода ограничений целесообразно рассмотреть ряд вопросов относительно возможности применения нейросетевых моделей для оценки эффективности решений отдельных задач, возникающих при организационно-технологическом проектировании в строительстве и

оценке организационно-технологической составляющей проекта реализации строительства в целом.

Очевидно, что основными требованиями на стадии реализации объекта является: требования к качеству, срокам реализации, а главное стоимости строительства, именно по этим показателям происходит выбор проектно-технологических решений. Если рассматривать ситуацию нарушения графика производства работ, важнейшие параметры проекта: сметная стоимость строительства, срок реализации проекта, качество конечной продукции, вызванное нарушением технологической последовательности выполнения работ по факту выполнения работ могут существенно отличаться от тех, на основании которых сформировано техническое задание, проведены тендеры и выбор подрядных организаций, и тем более от тех, на основании которых определены проектные решения [8, 9].

**Методология.** В рамках системного подхода к решению задач организационно-технологического моделирования при выборе оптимального варианта проектно-технологического решения необходимо ориентироваться на такие критерии, как сметная стоимость проекта, сроки реализации, параметры качества объекта а также учитывать определенный перечень рисков, которые сопутствуют при реализации того или иного варианта технологического решения (технология, пространственное положение относительно окружающих объектов, конструктивные составляющие) [10]. Таким образом, при выборе организационно-технологического решения, необходимо использовать модели, позволяющие учесть синергетических эффект факторов, которые в значительной степени отражаются на реализации проекта. В рамках данной статьи предлагается использовать эмпирический метод к построению моделей и их применению для оценки организационно-технологических решений на стадии организационно-технологического проектирования.

Для определения роли и места инструмента оперативной оценки параметров организационно-технологических решений в структуре реализации проекта рассмотрим ее детально. В самом общем виде схема процедуры реализации инвестиционно-строительного проекта может быть разбита на этапы (рис. 1). Ошибки при разработке проектных организационно-технологических решений еще на ранних стадиях реализации проекта, могут привести в итоге к существенному отклонению временных, стоимостных и технологических показателей по проекту. Учитывая ресурсоемкость проектно-изыскательских

работ, согласования проектных и организационно-технологических решений, а также необходимость утверждения окончательного варианта проекта, наряду с глубокой интеграцией этих процессов в график реализации инвестиционно-строительного проекта, ошибки и недоработки по проекту на этих этапах являются наиболее критичными для основных показателей реализации проекта [11–13].

С целью повышения качества проектных решений целесообразно применения актуальных методов проектирования на базе технологии информационного моделирования, с созданием комплексной модели реализации как строительной, так и эксплуатационной части инвестиционно-строительного проекта. Наряду с созданием более качественной проектной документации формируется значительная наработка для снижения ресурсозатрат на создания рабочей документации, подобные методы позволяют детализировано отнестись к выбору исполнителя работ [14, 15].

В сложившейся практике выбор исполнителя работ производится либо на конкурсной основе, где основными критерием является стоимость выполнения работ, либо из существующей базы контрагентов заказчика. В первом случае существуют риски несоответствия результатов работы контрагента: срыв сроков и качество выполнения работ не соответствует требованиям заказчика, во втором случае существует риск получения завышенной стоимости выполнения работ.

Оценка параметров организационно-технологических решений.

Формирование организационно-технологического решения – это ресурсоемкий процесс, с большим количеством вовлеченных участников и заинтересованных сторон. Именно поэтому, а также из-за невозможности найти оптимальные решения на основе строгих математических критериев и формальных методов, при оценке строительных проектов необходимо использовать экспертную информацию. К основным приоритетам, учитываемым при реализации любого инвестиционно-строительного проекта, можно отнести: уменьшение стоимости строительства ( $K_c \rightarrow \min$ ), сокращение сроков строительства, ( $K_t \rightarrow \min$ ), обеспечение производственной, экологической безопасности в ходе реализации проекта ( $K_b \rightarrow \min$ ) и обеспечение эксплуатационное надежности ( $K_{\varepsilon} \rightarrow \max$ ) [16].

**Основная часть.** Исходной точкой для начала процесса проектирования организационно-технологического решения на определенные вид строительно-монтажных работ являются технические условия проекта, которые регламентируют функциональное назначение и конструк-

тивно-технологические параметры, однако длительность реализации отдельных процессов может быть увеличена и/или совмещена параллельно с другими процессами, с целью оптимизации стоимости выполнения работ [17,18]. На основании этой информации проектная организация или инжиниринговая компания подготавливает варианты организационно-технологических решений  $D_1, D_2, \dots, D_n$  с учетом:

- конструктивных особенностей объекта;

- внешних ограничений строительного участка (пространственные ограничения, временные, транспортная доступность и пр.);
- наличие трудовых ресурсов в районе строительства;
- возможность применения определенных машин и механизмов (подъемные механизмы, буровые установки для туннелей, механизмы и приспособления для возведения линейных объектов).



Рис. 1. Этапы реализации инвестиционно-строительного проекта

Исходя из задач организационно-технологического проектирования, организационно-технологический процесс можно представить в виде информационной модели:

$$D_i \{O_i, T_i, I_{ci}, I_{ti}, C_i\}, \quad (1)$$

где  $O_i$  – параметры, характеризующие внешнюю среду объекта;  $T_i$  – параметры организационно-технологического решения;  $I_{ci}, I_{ti}$  – интегральные характеристики проекта: стоимость проекта, сроки его реализации;  $C_i$  – конструктивные параметры объекта.

Для оценки вариантов организационно-технологических решений, на этапе их принятия необходимо учитывать наряду с интегральными характеристиками информационной модели ( $I_{ci}, I_{ti}$ ) вероятность надежности реализации проектного решения без существенных отклоне-

ний от проектных параметров качества. Применение тех или иных технологий и отдельных конструктивных параметров строительных изделий в различных условиях внешней среды имеет различные риски. Модель эффективного учета таких рисков основывается на инструменте оперативной оценки параметров организационно-технологических решений.

Если рассматривать  $n$  вариантов организационно-технологического решения  $D_1, D_2, \dots, D_n$ , то для каждого из которых определены  $\{I_{ci}, I_{ti}\} = y_1, \dots, \{I_{cn}, I_{tn}\} = y_n$ . В результате реализации решения фактические значения  $y_{1ф}, y_{2ф}, \dots, y_{nф}$  будут отличаться от проектных.

$$\delta_i = y_{iф} - y_{in}, \text{ где } i = [1, n], \quad (2)$$

С учетом исключения форс-мажорных обстоятельств, величина будет зависеть от сочетания параметров внешних условий площадки



строительства и непосредственно технологических особенностей, используемых в проектных решениях [19]. В том случае если технологии, лежащие в основе проектных решений схожи или идентичны, то  $\delta$  зависит в большей степени от условий площадки строительства, а также конструктивных условий объекта строительства. В конечном итоге каждый рассматриваемый вариант организационно-технологических решений в проекте допускается характеризовать определенной вероятностью отступления от проектных параметров. Для определения  $p(\delta > \delta_{кр})$ , где  $\delta_{кр}$  – значение предельно допустимого отклонения. Наряду с применением экспертного подхода к решению подобных задач, значительной точности можно добиться эмпирическим методом, с учетом ключевых параметров ранее реализованных проектов [20, 21].

На основе ключевых показателей или в случае доступности детальной проектно-технологической и сметной документации о ранее реализованных проектах строительства. Формируем обучающую матрицу –  $ML$ . Обучающая матрица обеспечивает связь между условиями реализации проекта, организационно технологического решения и интегральными параметрами проекта.

В состав обучающей матрицы входят следующие элементы:

$$O_{j1}, O_{j2}, \dots, O_{jn}, T_{i1k}, T_{i2k}, \dots, T_{ipk}, \delta_j \quad (3)$$

где  $O_{j1..n}$  – параметры, характеризующие внешнюю среду объекта;  $T_{ik}$  – параметры организационно-технологических решений, задаваемый оператором, для оценки данной технологии;  $p$  – количество рассматриваемых вариантов организационно-технологических решений одной задачи;  $\delta_j$  – отклонение плановых показателей по проекту от фактических значений для интегральных параметров проекта.

При условии, что обучающие примеры, наполняющие матрицу  $ML$ , могут быть достаточно разнородны, поэтому конкретный способ кодирования в ходе процесса обработки зависит от той модели, которую мы хотим использовать для оценки  $\delta$ . В общем виде эта модель имеет вид:

$$\delta = f(D)\{O_i, T_i, I_{ci}, I_{ti}, C_i\} \quad (4)$$

Оптимальным способом решения построенной модели с учетом объема доступной информации для формирования обучающих примеров могут быть построены модели нейронной сети об-

ратного распределения, допускается объединение нейросетевого подхода с аппаратом нечетких множеств.

В целом процедура принятия решений включает следующие этапы:

- создание обучающие матрицы – включающие данные о ранее реализованных объектах;
- построение модели на основе обучающих матриц;
- вычисления прогнозных показатели рисков для всех потенциально применимых при строительстве организационно-технологических решений.

Наложение допущений и ограничений: при вычислении делаем допущение, что внешние условия неизменны для вариантов.

**Выводы.** В результате применения описанной методики оперативной оценки параметров организационно-технологических решений их выбор для конкретного объекта строительства становится более обоснованным, за счет учета суммарных рисков.

В случаях применения данного подхода для разработки и принятия организационно-технологических решений при проектировании и строительстве уникальных и сложных объектов необходимо отметить, что получение точности результатов достигается рассмотрением совокупности отдельных организационно-технологических решений по проекту.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жаров Я.В. Решение задач организационно-технологического проектирования при помощи методов многомерного моделирования // Системы. Методы. Технологии. 2016. № 3 (31). С. 106–110.
2. Kim C.Y., Hong S.W. Fuzzy logic approach for the design of reinforcement in tunnel excavation [Логический подход для проектирования армирования подземных туннелей. Korea. Geotechnical Engineering Reserch. Dept. 2004.
3. Tah J.H.M., Carr V. A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic // Construction Management and Economics. 2000.
4. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Жаров Я.В. Основные теоретические положения логистики регулирующих воздействий в инвестиционно-строительной сфере // Вестник МГСУ. 2014. № 7. С. 174–183.
5. Жаров Я.В. Многомерное моделирование на основе блочно-кластерной структуры модели. // Научное обозрение. 2015. № 16. С. 432–436.
6. Олейник П.П., Бродский В.И. О новых требованиях к организации приемки

законченных строительством объектов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 9. С. 56–60.

7. Журавлев П.А. Цена строительства и этапы ее формирования. // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 9 (104). С. 174–178.

8. Aleksanin A., Sborshikov S. Specifics of system of external influences on the life cycle of a construction object // Matec web of conferences 5. Ser. "5th international scientific conference" Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education. IPICSE 2016. 2016. С. 05013.

9. Ключев В.Д., Журавлев П.А. Планирование капитального ремонта. Проблемы и пути их решения // Вестник МГСУ. 2011. № 2–2. С. 278.

10. Zhang S. et al. Building information modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules // Automation in Construction. 2013. Т. 29. С. 183–195.

11. Shou W. et al. A comparative review of building information modelling implementation in building and infrastructure industries // Archives of computational methods in engineering. 2015. Т. 22. №. 2. С. 291–308.

12. Chong H.Y., Wang X. The outlook of building information modeling for sustainable development // Clean Technologies and Environmental Policy. 2016. Т. 18. №. 6. С. 1877–1887.

13. Porras-Díaz H. et al. Technologies" Building Information Modeling" budgeting in construction of reinforced structures // Entramado. 2015. Т. 11. №. 1. С. 230–249.

14. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Жаров

Я.В. Структура и состав системотехнической модели устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2014. № 2. С. 210–218.

15. Алексанин А.В. Особенности влияния внешних факторов на строительный объект // Научное обозрение. 2017. № 6. С. 12–15.

16. Хрипко Т.В. Анализ дополнительных требований к участникам закупки отдельных видов товаров, работ, услуг в строительной отрасли // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 241–243.

17. Белякова А.П., Ковалева Л.С. BIM-технологии: преимущество внедрения в инвестиционно-строительные проекты российских компаний // Экономика и предпринимательство. 2017. № 4-2 (81-2). С. 642–647.

18. Papelniuk O. Systematization of Costs and Effects as a Method of Costs Management in Innovative Projects of Underground Construction // Procedia Engineering. 2016. Т. 165. С. 1310–1316.

19. Алексанин А.В. Вопросы устойчивого развития строительства в резолюции ООН. // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 28–31.

20. Лapidус А.А., Макаров А.Н. Теория нечетких множеств на этапах моделирования организации строительных процессов возведения многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 6. С. 66–71.

21. Гинзбург В.М. Проектирование информационных систем в строительстве: Информационное обеспечение. М.: Изд-во АСВ. 2002. 319 с.

#### Информация об авторах

**Жаров Ярослав Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и управления в строительстве.

E-mail: yazharov@yandex.ru.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.  
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

Поступила в декабре 2017 г.

© Жаров Я.В., 2018

**Ia.V. Zharov**

#### **ASSESSMENT OF OPTIONS FOR ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS BASED ON NEURAL NETWORK MODELS**

*The scientific and practical task of improving the quality of organizational and technological solutions in construction requires new methods of solution, especially in the design and construction of unique, complex projects. This task is associated with the compilation of a significant amount of information at short intervals. In the course of the study, it was established that it is expedient to use operational estimates of the parameters of organizational and technological solutions based on mathematical methods. The author uses the method of forecasting and estimating the integral parameters of design solutions based on the neural network model.*

*The method used assumes the formation of a training matrix, which includes key indicators of implemented (pilot). The method allows taking into account the application of technical solutions and individual design parameters of building products in different environmental conditions, assessing the risks associated with the implementation of the organizational and technological solutions under consideration. The application of the proposed model, which carries out the analysis of the risks of organizational and technological solutions in the context of a specific construction object, has the advantages of considering solutions without reference to the object and its external environment. As a result, the choice of the organizational and technological solution becomes more justified, taking into account the total risks.*

**Keywords:** *design solution, management of construction, production engineering, neural network model, decision under risk, information modeling.*

---

*Information about the author*

**Iaroslav V. Zharov**, PhD, Assistant professor.

E-mail: yazharov@yandex.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

---

*Received in December 2017*

*Тогуцакова И.В., магистрант  
Национальный исследовательский Томский государственный университет*

## ВЫБОР ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА КОЛИЧЕСТВЕННЫМ МЕТОДОМ

**irina.manyagina@mail.ru**

*Большое количество решений в организациях принимается без какой-либо разработки лишь на основании опыта менеджера. И многие из этих решений являются эффективными. Опыт, накопленный за годы работы, играет определяющую роль и позволяет предугадывать результаты принимаемых решений. Однако в случае с инновациями такого опыта может и не оказаться. Именно с точки зрения того, что достаточного опыта нет, и возникает необходимость разработки принимаемого решения. применяются методы отбора идей. В данной статье рассмотрен выбор проекта по внедрению инновационного продукта с использованием количественного метода сравнения идей. Данная работа актуальна не только для конкретного предприятия, но и в масштабах страны, так как предприятие начинает запуск инновационного продукта.*

**Ключевые слова:** инновационный проект, количественный метод сравнения, математическое ожидание, отклонение от идеальной идеи, коэффициент вариации, оптимизация, окупаемость.

**Введение.** В современных условиях конкуренции любому предприятию необходимо постоянное улучшение деятельности. Оно может осуществляться различными способами и одним из них является внедрение инновационных проектов [1]. Инновации на сегодняшний день предоставляют конкурентное преимущество организациям, нацеленным на постоянное развитие и устойчивый рост. Это объясняется ускорением темпа изменений, которые происходят в глобальной экономике. Новые технологии быстро устаревают, а вкусы потребителей меняются, что заставляет руководителей пересматривать планы и стратегии [2].

Цель данной работы заключается в выборе инновационного проекта для внедрения с помощью количественного метода сравнения.

Объектом исследования является предприятие АО «Томский электротехнический завод» (АО «ТЭТЗ»). Особенность организации производства АО «ТЭТЗ» состоит в ориентации на выпуск сложной, наукоемкой продукции единичного и мелкосерийного производства. Наряду с традиционной номенклатурой завод активно осваивает новые перспективные виды продукции, пользующиеся спросом на рынке [3].

**Методология.** В процессе исследования использован количественный метод сравнения проектов, который заключается в оценке проектов по разработанным критериям. Преимущество получает проект, имеющий наибольшее значение интегрального показателя. Основным достоинством данного метода является то, что дается количественная оценка идей по тем характеристикам, которые позволяют более полно проследить степень удовлетворенности компании. При ис-

пользовании данного метода максимально возможно исключается человеческий фактор, что позволяет достигнуть более точных результатов. Кроме того, данный метод позволяет сократить временные и финансовые ресурсы, затрачиваемые на отбор [4].

**Основная часть.** Имеется три проекта, направленные на внедрение в производство различных инновационных продуктов:

1. Проект «А» – «Разработка, подготовка производства и постановка на серийное производство линейки электродвигателей для маслопрокачивающих насосов дизелей и дизель-генераторов мощностью 7,4 и 4,6 кВт».

2. Проект «В» – «Разработка, подготовка производства и постановка на серийное производство линейки электродвигателей взрывозащищенных 1ExdIICT4 асинхронных трехфазных со степенью защиты IP67/IP68 (ЭЛАС)».

3. Проект «С» – «Разработка и производство Пьезотромбоэластографа».

Для сравнения проектов был использован количественный метод, суть которого состоит в том, что сравниваемые проекты оцениваются по степени удовлетворенности требованиям, которые к ним предъявляются.

Все требования оцениваются количественно. Ввиду того, что размерность каждого требования различная, что делает недостижимым их сравнение, вводится нормировка всех параметров. Далее каждому параметру присваивается весовой коэффициент. Таким образом, каждая идея оценивается совокупностью безразмерных параметров, имеющих свои весовые коэффициенты. Интегрально каждая идея оценивается суммой произведений безразмерных параметров  $\mu_i$

на соответствующий приоритет  $\alpha_i$ , рассчитываемый из весовых коэффициентов. У идеи лидера, значение  $M$  будет больше, по сравнению  $M$  значений других идей. Показатель рассчитывается по формуле (1).

$$M_j = \sum_{i=1}^k \mu_i * \alpha_i \quad (1)$$

где  $M_j$  – качество идеи;  $\alpha_i$  – приоритет;  $\mu_i$  – количество идей;  $k$  – количество сравниваемых параметров;  $j$  – проекты.

Все идеи могут сравниваться по  $n$ -числу параметров. Для каждой сравниваемой идеи выставляются числовые значения по их характеристикам, которые в дальнейшем нормируются. При нормировке за единицу принимается лучшее из значений, а остальные определяются как частное от деления величины исследуемой характеристики на величину, принятую за единицу.

Помимо этого, при сравнении проектов необходимо указать весовые значения  $\beta_i$  характеристик в диапазоне от 1 до 10. Далее необходимо определить расчётные значения приоритетов характеристик ( $\alpha_i$ ), которые рассчитываются по формуле (2).

$$\alpha_i = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i} \quad (2)$$

при этом  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ .

Для оценки проектов экспертами были определены одиннадцать наиболее важных характеристик:

1. Степень риска реализации проекта.
2. Количество средств на реализацию проекта.
3. Срок окупаемости проекта.
4. Продолжительность разработки проекта.
5. Степень готовности производства к освоению.
6. Степень обеспеченности кадрами для реализации проекта.
7. Вероятность рыночного успеха проекта.
8. Конкурентоспособность проекта.
9. Степень научно-технического задела в фирме.
10. Предполагаемая ежегодная выручка от реализации проекта.

11. Кол-во собственных предполагаемых к патентованию решений в процессе разработки.

В таблице 1 приведены данные для сравнения проектов. Во второй колонке приведены характеристики, по которым проводится сравнение проектов. В колонках 3-5 для трех видов проектов («А», «В» и «С») представлены числовые значения характеристик, а в скобках их нормированные величины.

Таблица 1

### Характеристики сравниваемых проектов

| Характеристика ( $i$ )                                                               | Проект «А» ( $\mu_{Ai}$ ) | Проект «В» ( $\mu_{Bi}$ ) | Проект «С» ( $\mu_{Ci}$ ) | Вес ( $\beta$ ) | Приоритет ( $\alpha_i$ ) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|
| Степень риска реализации проекта (%)                                                 | 10 (1)                    | 30 (0,333)                | 50 (0,2)                  | 8               | 0,1                      |
| Количество средств на реализацию проекта (млн. руб.)                                 | 34,9 (0,066)              | 6,3 (0,365)               | 2,3 (1)                   | 9               | 0,113                    |
| Срок окупаемости проекта (годы)                                                      | 2 (0,5)                   | 1 (1)                     | 2,5 (0,4)                 | 8               | 0,1                      |
| Продолжительность разработки проекта (годы)                                          | 5 (0,2)                   | 5 (0,2)                   | 3 (1)                     | 6               | 0,075                    |
| Степень обеспеченности кадрами для реализации проекта (%)                            | 100 (1)                   | 100 (1)                   | 100 (1)                   | 5               | 0,063                    |
| Вероятность рыночного успеха проекта (%)                                             | 90 (1)                    | 70 (0,778)                | 60 (0,667)                | 9               | 0,113                    |
| Конкурентоспособность проекта (%)                                                    | 90 (0,9)                  | 60 (0,6)                  | 100 (1)                   | 8               | 0,1                      |
| Характеристика ( $i$ )                                                               | Проект «А» ( $\mu_{Ai}$ ) | Проект «В» ( $\mu_{Bi}$ ) | Проект «С» ( $\mu_{Ci}$ ) | Вес ( $\beta$ ) | Приоритет ( $\alpha_i$ ) |
| Предполагаемая ежегодная выручка от реализации проекта (млн. руб.)                   | 35,5 (1)                  | 33,6 (0,95)               | 3,5 (0,099)               | 10              | 0,125                    |
| Кол-во собственных предполагаемых к патентованию решений в процессе разработки (шт.) | 1 (0,5)                   | 2 (1)                     | 1 (0,5)                   | 5               | 0,063                    |
| Сумма                                                                                |                           |                           |                           | 80              | 1,000                    |

С помощью количественного метода сравнения, проведем сравнение проектов по четырем критериям:

1. математическое ожидание;
  2. коэффициент вариации;
  3. окупаемость;
  4. отклонение от идеальной идеи.
1. Математическое ожидание

Общая формула для вычисления математического ожидания [4]:

$$M_x = \sum_{i=1}^k p_i x_i \quad (3)$$

где  $x_i$  – случайные величины;  $p_i$  – вероятность случайной величины.

Проведя вычисления для каждого проекта по формуле (3) получим:

$$M_A = 0,726; \quad M_B = 0,683; \quad M_C = 0,672.$$

По параметру М лидером является проект «А». Проведем нормировку. Если значение  $M_A$  принять за единицу, то превосходство проекта «А» по параметру М над проектами «В» и «С» будет представлено следующим образом.

$$A_M = 1,00; \quad B_M = \frac{0,683}{0,726} = 0,941;$$

$$C_M = \frac{0,672}{0,726} = 0,926.$$

## 2. Отклонение от идеальной идеи

Степень отклонения от идеальной идеи обозначается  $\lambda_i$ . За идеальную идею принимается та, у которой все характеристики  $\mu_i=1$  [4].

$$\lambda_i = M_{ид.} - M_i \quad (4)$$

Сравним идеи «А», «В» и «С» по степени их отклонения  $\lambda_j$  от идеальной идеи по формуле (4)

$$\lambda_A = 1 - 0,726 = 0,274;$$

$$\lambda_B = 1 - 0,683 = 0,317;$$

$$\lambda_C = 1 - 0,672 = 0,328$$

Имеем превосходство проекта «А», т.к. данный проект имеет наименьшее отклонение от идеальной идеи, по параметру  $\lambda$  будет представлено следующим образом:

$$A_\lambda = 1,00; \quad B_\lambda = \frac{0,274}{0,317} = 0,864;$$

$$C_\lambda = \frac{0,274}{0,328} = 0,836.$$

## 3. Коэффициент вариации

Коэффициент вариации определяется по формуле:

$$\gamma_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \quad (5)$$

где  $\gamma_j$  – коэффициент вариации;  $\sigma_j$  – среднеквадратичное отклонение случайных величин  $\mu_i$  от математического ожидания  $M_j$ .

Среднеквадратичное отклонение определяется следующим образом [4]:

$$\sigma_j = \frac{\sqrt{\sum (\mu_i - M_j)^2 \cdot \alpha_i}}{M_j} \quad (6)$$

Сравним проекты по коэффициенту вариации  $\gamma$ , определяемой по формуле (5) Чем выше коэффициент вариации, тем в меньшей степени  $M_j$  определяется основными наиболее важными характеристиками.

$$\gamma_A = 0,47; \quad \gamma_B = 0,403; \quad \gamma_C = 0,521.$$

В данном случае превосходство по коэффициенту вариации остается за проектом «В», следовательно, получаем:

$$A_\gamma = 0,858; \quad B_\gamma = 1; \quad C_\gamma = 0,773.$$

## 4. Окупаемость

Для того чтобы сравнить идеи по степени окупаемости необходимо выбрать характеристики, которые максимально подходят к окупаемости и только с учетом этих характеристик рассчитывать математическое ожидание для каждой идеи. После чего производим нормировку, где за единицу принимаем наибольшее значение [4].

Если сравнить проекты по двум параметрам ( $V_j$ ): срок окупаемости и ежегодная выручка, то получим для каждого проекта по формуле  $V_j = \mu_{j3} * \alpha_3 + \mu_{j10} * \alpha_{10}$  следующее:

$$V_A = 0,175; \quad V_B = 0,219; \quad V_C = 0,052.$$

Превосходство проекта В

$$A_V = 0,8; \quad B_V = 1,00; \quad C_V = 0,239.$$

## 5. Интегральное значение

После сравнения идей по 4-м параметрам, подсчитываем суммарное значение превосходства для каждой идеи, и выбираем ту идею, у которой значение будет больше.

$$A_M + A_\lambda + A_\gamma + A_V = 1 + 1 + 0,858 + 0,8 = 3,658;$$

$$B_M + B_\lambda + B_\gamma + B_V = 0,941 + 0,864 + 1 + 1 = 3,805;$$

$$C_M + C_\lambda + C_\gamma + C_V = 0,926 + 0,836 + 0,773 + 0,239 = 2,774.$$

Из полученных результатов мы видим, что следует выбрать для реализации проект «В» – «Разработка, подготовка производства и поставка на серийное производство линейки электродвигателей взрывозащищенных 1ExdIICT4 асинхронных трехфазных со степенью защиты IP67/IP68 (ЭЛАС)».

**Выводы.** В результате проделанной работы осуществлен выбор проекта по внедрению инновационного продукта в производство. С использованием количественного метода сравнения идей был выбран проект «В», поскольку его показатель превосходит показатель проекта «А» на 3,9 процента и проекта «С» на 27,1 процента. Выбранный инновационный продукт поможет обеспечить стабильную выручку на протяжении реализации, повысить конкурентоспособность на рынке производства электродвигателей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанова И.П. Инновационный менеджмент: курс лекций для студентов

обучающихся по направлению подготовки 080200.62 «Менеджмент». Саратов: Изд-во Саратов. соц.-экономич. ин-та (филиала) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2014. С. 84–87.

2. Голубков Е.П. Инновационный менеджмент. Технология принятия управленческих решений: учебное пособие. М.: Дело и Сервис, 2012. С. 125–126.

3. Томский электротехнический завод. О компании. [Электронный ресурс]. URL: <http://tetz.ru/about/> (дата обращения: 29.10.2017)

4. Семиглазов В.А. Инновационный менеджмент: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе. Томск: Изд-во ЦПП ТУСУР, 2014. 39 с.

5. Балашов, А. И. Рогова Е.М, Тихонова М.В., Ткаченко Е.А. Управление проектами: учебник и практикум для академического бакалавриата. М: Юрайт, 2015. 383 с.

6. Бовин А.А, Чередникова Л.Е., Якимович В.А. Управление инновациями организации: учеб. пособие. М.: Омега-Л, 2006. 415 с.

7. Баранчеев В.П., Масленникова Н.П., Мишин В.М. Управление инновациями. М: Высшее образование, 2009. 712 с.

8. Буймов А.С. Оценка конкурентоспособности инновационного продукта [Электронный ресурс]. URL: <http://5p.ru/?p=262> (дата обращения: 14.05.2017)

*Информация об авторах*

**Тогущакова Ирина Валерьевна, магистрант**

E-mail: [irina.manyagina@mail.ru](mailto:irina.manyagina@mail.ru)

Национальный исследовательский Томский государственный университет.

Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, д. 36.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Тогущева И.В., 2018

9. Орлова Т.Т. Оптимизация производственных и социально-экономических процессов. М: Типография ИрГУПС. Иркутск., 2009. 155 с.

10. Подолько Е.А. Математические методы в экономике // Сибирский торгово-экономический журнал. 2008. №7. С. 15–16.

11. Ядыкин Е.А. Моделирование объектов и процессов в пищевых производствах // Известия ТулГУ. Технические науки. 2010. №2-1. С. 214–222.

12. Pihnastyi O.M. Development of methods for solving the tasks of the continuum linear programming using Legendre polynomials // Научный результат. Информационные технологии. 2016. №1. С. 12–17

13. Gërguri Shqipe, Rexhepi Gadaf, Ramadani Veland Innovation strategies and competitive advantage // СЭПТП. 2013. №8 (1). С.10–26.

14. Drejer A. Situations for innovation management: Towards a contingency model // European Journal of Innovation Management. 2002. Vol. 5. Issue 1. S. 4–17

15. Bonner J.M.; Ruekert R.W.; Walker O.C.: Upper management control of new product development projects and project performance, In: Journal of Product Innovation Management. 2002. Vol. 19. Issue 3. S. 233–245.

---

#### **I.V. Togushchikova**

#### **SELECTION OF INNOVATION PROJECT BY QUANTITATIVE METHOD**

*A large number of decisions in organizations are made on the basis of manager's experience without development. And many of these decisions are effective. The accumulated experience plays a decisive role and have anticipated the results of decisions. However, such experience can not be in the case of innovations. Exactly from the point of view of lack of experience, necessity development of decisions, methods of selecting ideas are applied. In this article selection of project to introduce an innovative product using a quantitative method of comparing ideas examined. This paper is relevant not only for the concrete enterprise, but also countrywide because the enterprise begins launch of an innovative product.*

**Keywords:** innovative project, quantitative method of comparison, mathematical expectation, deviation from an ideal idea, coefficient of variation, optimization, recoupment.

---

*Information about the authors*

**Irina V. Togushchikova**, Master student.

E-mail: [irina.manyagina@mail.ru](mailto:irina.manyagina@mail.ru)

National Research Tomsk State University.

Russia, 634050, Tomsk, Lenin Ave, 36.

---

*Received in December 2017*



**Усманов Д.И., канд. экон. наук, ст. преп.**  
**Белгородский государственный национальный исследовательский университет**

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО НЕРАВЕНСТВА РЕГИОНОВ

usmanov@bsu.edu.ru

*В статье представлены постулаты теоретического анализа основных терминов, понятий и словосочетаний (неравенство, региональное неравенство, пространственное неравенство, асимметрия, экономическое расслоение, экономическая дивергенция, стратификация, региональная стратификация, дифференциация, социально-экономическое неравенство, неравенство доходов, нормальное и избыточное неравенство, регион и др.) применительно к вопросам социально-экономического неравенства в разрезе региональной науки. Представлен авторский взгляд к структурированию неравенства как неизбежного социально-экономического процесса в условиях глобализации и интеграции. Проведен анализ динамики внутринационального неравенства промышленно развитых и развивающихся стран мира за 60 лет по коэффициенту Джини и по доходам. Автором выявлены и обоснованы: стратегические факторы социально-экономического неравенства регионов; базовые факторы пространственного неравенства регионов; внутренние и внешние факторы социально-экономического неравенства регионов России и присущие им субфакторы.*

**Ключевые слова:** *неравенство, факторы социально-экономического неравенства, межрегиональная дифференциация, асимметрия, пространственное неравенство, экономическое расслоение, экономическая дивергенция, стратификация, региональная стратификация, социально-экономическое неравенство, неравенство доходов, нормальное и избыточное неравенство и др.*

Посткризисная стабилизация и изменения в ориентации экономического развития определяют актуальность проблемы сглаживания социально-экономического неравенства регионального развития. На сегодняшний день в России наблюдается высокая дифференциация регионов по экономическим и социальным показателям. Данная тенденция способна привести к ослаблению экономической безопасности страны и снижению уровня конкурентоспособности ее экономики в целом.

Проблема социально-экономического неравенства актуальна не только для российских регионов. Она затрагивает практически все страны мира, как промышленно развитые, так и развивающиеся (рис. 1).

Как показано на рисунке 1, коэффициент Джини в промышленно развитых странах за период 1950-2010 годы колеблется в пределах 50 единиц в США (имея стабильную тенденцию роста), в странах Европы и Японии – в пределах 40 единиц, и достигает 70 единиц в развивающихся странах. Мы видим, что европейские страны более успешны в работе по выравниванию социально-экономического развития регионов, поэтому позже в своем исследовании мы рассмотрим различия в проведении политики сглаживания неравенства в США и в странах Европы. Отметим, что наибольших результатов в данной области удалось достичь Японии в период с 1992 по 2006 год.

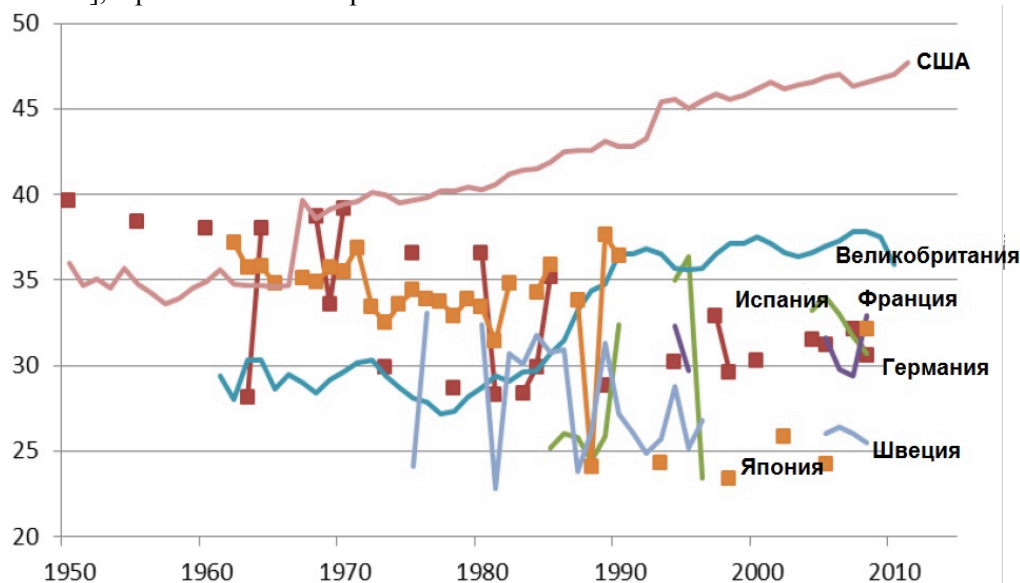
В развивающихся странах снижение уровня социально-экономического неравенства в последние годы имеет место в Колумбии, Бразилии, Чили, Мексике, Перу, Аргентине. Рост показателя Джини наблюдается в Китае и России. Хотелось бы отметить, что невысокий уровень социально-экономического неравенства регионов, сопоставимый с уровнем промышленно развитых стран, на протяжении рассматриваемого периода имеют Индия (до 40 единиц), Россия (до 45 единиц) и Китай (за исключением середины 2000-х годов).

Таким образом, мы видим, что проблема выявления факторов социально-экономического неравенства регионов с целью разработки и реализации соответствующей политики актуальна для многих стран и регионов мира. К решению данной проблемы представители мирового научного сообщества подходят с разных точек зрения (предлагаем рассматривать в рамках нашего исследования факторы глобализации как движущие силы различных хозяйственных систем и подсистем, обладающих определенной (необходимой и достаточной) общностью политических, социально-экономических, исторических, национально-культурных и иных условий и взаимодействующих между собой посредством интеграции и интернационализации производства).

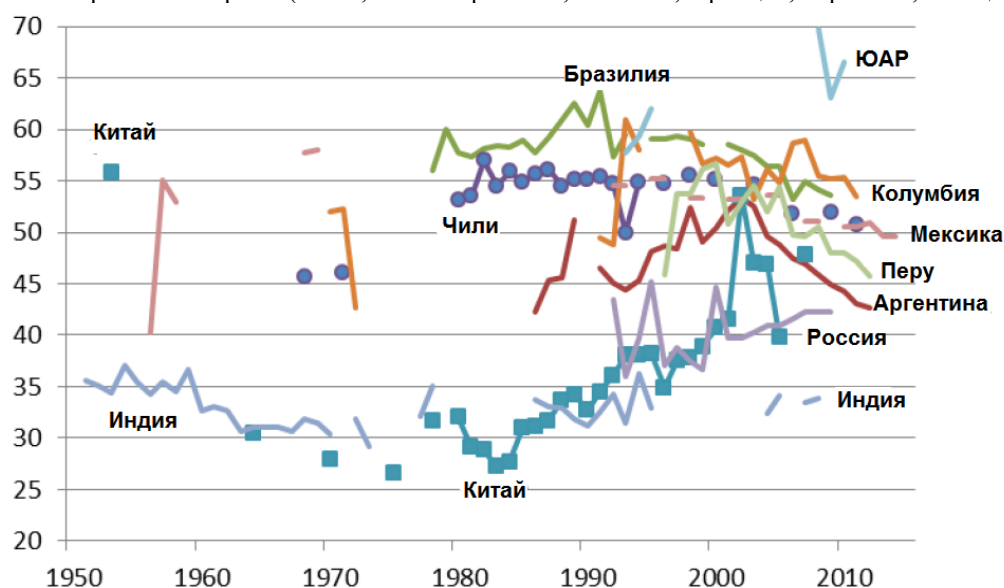
Для начала необходимо определить, что включает в себя понятие социально-экономического неравенства регионов. Для конкретизации

понятия «социально-экономическое неравенство» нами был проведен анализ смежных категорий [10, С. 209-211]. Нами определено, что для описания неравенства как объективного процесса и категории экономической науки российскими и зарубежными учеными применяются различные понятия и аналогии из смежных областей знаний (социологии, философии, экономической географии и т.д.), такие, как «неравенство» [6, С. 411], «региональное неравенство»

[2], «пространственное неравенство» [7], «асимметрия» [8], «экономическое расслоение» [9, 14-17], «экономическая дивергенция» [11], «стратификация» [12], «региональная стратификация» [18], «дифференциация» [10], «социально-экономическое неравенство» [9, С. 98], «неравенство доходов» [11], «нормальное и избыточное неравенство» [16, 17] и т.д.



а) промышленно развитые страны (США, Великобритания, Испания, Франция, Германия, Швеция, Япония)



б) развивающиеся страны (ЮАР, Бразилия, Китай, Колумбия, Чили, Мексика, Перу, Аргентина, Россия, Индия)

Рис. 1. Динамика внутринационального неравенства в ряде стран мира в 1950-2010 гг., коэффициент Джини по доходам (Источник: Analyzing Global Trends for Business and Society: Lectures by Mauro Guillén. Lauder Institute at the University of Pennsylvania. 2014)

Определения «экономическое», «социально-экономическое» [9], «пространственно-экономическое» используются в сочетании с терминами «неравенство» и «дифференциация» в тех случаях, когда необходимо подчеркнуть экономический характер причин называемого явления

(дифференциация заработной платы, несовершенство перераспределительных механизмов и т.п.). По сути, термины «экономическое неравенство», «экономическая дивергенция», «асимметрия» или «социально-экономическая дифференциация» исследователи используют, если говорят

о явлении, когда население разделяется на группы по уровню жизни.

Рассмотрим приемлемость использования тех или иных терминов категории «социально-экономическое неравенство». *Асимметрия*, согласно словарю иностранных слов, [8] – это [гр. *asymmetria* – несоразмерность] отсутствие или нарушение симметрии; – соразмерности, одинаковости в расположении частей чего-либо по противоположным сторонам от точки, прямой или плоскости [6]. Отметим, что ресурсы, доходы и другие составляющие региональной экономики, неравномерность распределения которых может обуславливать неравенство, изначально не могут располагаться «по противоположным сторонам от точки, прямой или плоскости». Таким образом, понятие «асимметрия» в отношении регионального неравенства может употребляться только как эпитет.

*Дивергенция* – «[лат. *divergere* – отклоняться, расходиться] – 1) *биол.* расхождение признаков организмов в процессе их эволюции; 2) *мат.* число, характеризующее величину изменения потока векторного поля в данной точке...» [6, С. 45]. Экономический словарь предлагает рассматривать дивергенцию, как динамику соотношения рынка, анализ которой свидетельствует о наличии существенно разных тенденций [11, С. 87].

Таким образом, мы можем сделать вывод об уместности употребления словосочетания «экономическая дивергенция» при описании процессов расхождения уровней социально-экономического развития регионов, то есть увеличения межрегионального неравенства.

Ещё одним термином, который часто употребляется в контексте регионального неравенства, является «*дифференциация*». Толковый словарь дает определение «дифференцировать», как «1. расчленив, различить отдельное, частное при рассмотрении, изучении чего-нибудь» [6, С. 168].

В экономическом словаре дифференциация определяется относительно доходов населения, как: 1) разница в уровне денежных доходов различных слоев и групп населения [11, С. 100]; 2) результат распределения доходов, выражающий степень неравномерности распределения благ и проявляющийся в различии долей доходов, получаемых разными группами населения [12, С.132]. Таким образом, в рамках нашего исследования мы можем говорить о дифференциации регионов по социально-экономическим критериям.

*Стратификация* [лат. *stratum* – настил, слой и *facere* – делать] – «...4) разделение, расчленение общества на страты (общественный слой, группа людей, выделяемая по какому-либо об-

щему признаку (имущественному, профессиональному, уровню образования и т.д.) [11]. Аналогичное определение дает и экономический словарь [10], также подчеркивая, что данный термин является преимущественно социологическим. Так как речь идет о расслоении структуры общества вне зависимости от региональной специфики, то мы считаем, что употреблять понятие «стратификация» для подчеркивания межрегионального неравенства будет неуместно.

*Экономическое расслоение общества* – это «усиление различий в доходах и уровне жизни между отдельными слоями населения, увеличение разрыва между высоко и низко оплачиваемыми членами общества...» [11]. Ввиду того, что экономическое расслоение общества также носит преимущественно повсеместный характер и не отражает региональной специфики, мы не будем употреблять данную формулировку в своем исследовании.

Таким образом, анализ определений, близких к термину «социально-экономическое неравенство», показал, что практически во всех случаях они употребляются как синонимы, различия могут быть лишь в специфике и уместности их применения к той или иной научной области.

Прежде чем дать авторское определение социально-экономического неравенства регионов, мы считаем необходимым рассмотреть дефиницию категории «регион». В отечественной и зарубежной научной литературе существуют различные определения данного термина.

Э. Б. Алаев с учетом географического критерия определяет регион как «страну, край, область, определенную территорию, отличающаяся от других территорий по ряду признаков и обладающая некоторой целостностью, взаимосвязанностью составляющих ее элементов» [10].

Л. С. Васильева характеризует регион как «район, большой участок суши, часть земной поверхности со специальными физико-географическими параметрами; географическая единица, определяемая географическими рубежами» [1].

Р. Б. Ванс обозначает регион как «гомогенную территорию с обособленными физическими и культурными признаками, которая отличается от территорий, с которыми граничит; является неотъемлемой частью национальной территории, с которой она тесно связана; осознает свои обычаи и систему ценностей, а также собственную индивидуальность» [10].

А. Г. Гранберг считает, что «введение региона как термина является весьма абстрактным и предполагает, что его конкретизация и содержательная интерпретация осуществляются при выделении определенных типов регионов». Регион,

по его мнению, понятие типологическое и выделяются они из территории в соответствии с определенными целями и задачами [2].

Н. В. Гоффе, И. П. Цапенко рассматривают регион с социальной точки зрения «люди, проживающие на территории региона и образующие определённую историко-культурную общность с присущим только им складом характера, укладом жизни. Они имеют свои собственные представления о том, как должны решаться те или иные проблемы, они каждодневно решают их, с той или иной степенью консерватизма» [3].

В. А. Долятовский утверждает, что «регион – сложный территориально-экономический комплекс, имеющий ограниченные внутренние ресурсы, свою структуру производства, определенные потребности в связи с внешней средой» [10].

Л. Н. Коган трактует регион как «группа областей, краев, республик, составляющих территориальное и народнохозяйственное целое; любая самостоятельная в хозяйственно-экономическом и административном отношении территория, начиная от сельского района и кончая крупными народнохозяйственными комплексами» [12].

О. А. Ломовцева приводит разноаспектные определения «регион как *квазигосударство* представляет собой относительно обособленную подсистему государства и национальной экономики, одной из главных функций которого является регулирование экономики региона посредством взаимодействия федеральных и региональных властей, а также разных форм межрегиональных экономических отношений» [13].

«Регион как *квазикорпорация* представляет собой крупный субъект хозяйствования, обладающий значительным ресурсным потенциалом, используя который регион конкурирует на рынках товаров, услуг, капитала».

«Регион как *социум* характеризуется общностью людей, живущих на определенной территории, которая обладает системой расселения, этно-культурными, социальными, экономическими, демографическими и другими параметрами, образующими страты, социальные группы, их особые функции и интересы».

«Регион как *рынок* обладает уникальным предпринимательским климатом, в условиях которого функционируют рынки товаров, капитала, труда, природных ресурсов, информации, имеющие определенные границы (ареал)» [13].

А. С. Маршалова, А. С. Новоселов подчеркивают, что «регион является не только подсистемой социально-экономического комплекса страны, но и относительно самостоятельной его частью с законченным циклом воспроизводства и

специфическими особенностями протекания социальных и экономических процессов» [10].

Н. Н. Некрасов рассматривает регион как «крупную территорию страны с более или менее однородными условиями, а главным образом – характерной направленностью развития производительных сил на основе сочетания комплекса природных ресурсов со сложившейся и перспективной социальной инфраструктурой» [10].

В основные положения региональной политики Российской Федерации регион определен как «часть территории РФ, обладающая общностью природных, социально-экономических, национально-культурных и иных условий. Может совпадать с границами территории субъекта РФ или объединять территории нескольких субъектов» [19].

В. С. Тюхтин определяет дефиницию «регион» с точки зрения системного подхода как «множество связанных между собой компонентов той или иной природы, упорядоченное по отношениям, обладающим вполне определенными свойствами: это множество характеризуется единством, которое выражается в интегральных свойствах и функциях множества» [10].

Г. Г. Фетисов утверждает, что «регион можно рассматривать, по крайней мере, с двух сторон: во-первых, как часть единого народнохозяйственного комплекса страны; во-вторых, как самостоятельное целостное образование, имеющее свои целевые установки развития, ресурсный потенциал, способы соединения производственных ресурсов – факторов производства. Каждая из этих сторон имеет свои особенности, что накладывает отпечаток на процесс управления ходом регионального развития» [10].

К. Харви предлагает рассматривать «регион как элемент государственного администрирования, регион является предметом изучения национальной истории; как “город-регион”, он входит в городскую историю; как “национальная культура”, он включен в политическую историю народов, добивающихся создания собственного государства; как “промышленный регион”, он — часть экономической истории» [20].

Р. И. Шнипер исходит из того, что «регион – это неотъемлемая часть единой системы производительных сил и производственных отношений, где регион обладает прямыми и обратными производственно-экономическими, ресурсными, финансово-кредитными и социальными связями с народным хозяйством» [15].

Таким образом, мы определили, что понятие «регион» в научной литературе не имеет однозначной трактовки. Очевидно, что в разных научных областях и в практической деятельности ис-

пользуются свои критерии их выделения. При чем регион далеко не всегда выступает в качестве территориальной единицы государства.

В частности, для экономики наибольшее значение имеет выделение регионов с позиций административного и экономического управления, места в территориальном разделении труда, функционировании рынков труда, услуг, товаров, типичности социально-экономических проблем и т.п.

Экономическая трактовка характеризует регион как часть территории, где существует система связей между хозяйственными субъектами; подсистему всего социально-экономического комплекса страны; сложный территориально-экономический комплекс со своей структурой связей с внешней и внутренней средой [9].

Социально-политическая трактовка показывает регион в качестве социально-территориальной общности, то есть совокупности социальных, экономических, исторических и политических факторов развития территории. Сюда входит целый набор характеристик, таких как: этнический состав населения, трудовые ресурсы, социальная инфраструктура, социально-психологический климат, политические аспекты развития региона, культурные факторы и т. д.

Обобщая существующие трактовки понятия «регион», можно выделить общие черты, присущие содержанию данного термина:

- наличие собственной, географически определенной территории;
- ключевая подсистема народного хозяйства страны;
- определенный уровень самостоятельности в вопросах социального, экономического и политического развития.

Регионализация национальной экономики влечет за собой образование системы межрегиональных связей, как в рамках национальной экономики, так и за ее пределами, которые являются основой хозяйственной и общественной региональной деятельности территории. Так Т. В. Курьянова в своей работе подчеркивает особую роль внутрирегиональных связей в обеспечении экономической целостности региона как экономического субъекта, отмечая, что практически все субъекты федерации принимают социально-экономические, научно-технические и иные программы, прямо или косвенно направленные на усиление внутрирегионального взаимодействия и решение важных народнохозяйственных проблем территории [17, С. 44-49].

Таким образом, в работе под регионом мы будем понимать территориальную единицу государства, под регионами России – субъекты Федерации.

Мы считаем, что **социально-экономическое неравенство регионов** – это объективное следствие процесса расхождения в условиях жизни и в уровне доходов населения, а также социальных групп по степени их обеспеченности факторными ресурсами (традиционные, факторы «первой» и «второй природы») в условиях глобализации и пространственной неравномерности концентрации производительных сил.

Неравенство является историческим явлением. Вопрос о том, что является более благоприятным условием для развития экономики и социума – равенство или неравенство – не имеет однозначного ответа. Социально-экономическое неравенство, проявляющееся, прежде всего, в неравномерности распределения величины дохода, получаемого людьми или отдельными группами людей, привлекает к себе наибольший интерес исследователей. По экспертным оценкам, ежегодные экономические потери от высокого уровня экономической дифференциации субъектов РФ достигают до 3 % ВВП [4]. Масштабы и динамика социально-экономического неравенства регионов зависят от большого количества факторов.

Социально-экономическое неравенство среди регионов возникает в условиях, когда ресурсы концентрируются на одних территориях, стимулируя тем самым в этих регионах ускоренный экономический рост. Традиционные факторы производства – земля и природные ресурсы, капитал в виде новых инвестиций, труд в виде роста числа занятых в экономике, инновационные ресурсы и рост квалификации кадров – ограничены в принципе. За возможность их использования ведется жесткая конкурентная борьба между регионами. Фактор географического размещения экономической активности в стране также является конкурентным преимуществом территории (рис. 2).

Приведенные на рисунке 2 факторы и субфакторы определяют стратегические тренды неравенства. Исходя из этого, считаем необходимым дополнительным звеном выделить базовые факторы пространственного неравенства (табл. 1.) [21, 20].

Мы считаем, что базовые факторы неравенства можно охарактеризовать следующим образом:

- *"Плотность"* указывает размер экономического выхода или полную покупательную способность на единицу площади территории. Наиболее высокая плотность – в крупных городах, где сконцентрирована экономическая активность, и значительно ниже в сельских районах.

• *"Расстояние"* отражает легкость доступа на рынки. Территории, удаленные от экономических центров страны, часто носят депрессивный характер развития.

• *"Границы"* возникают из барьеров для экономических взаимодействий, создаваемых различиями в социальном развитии, обычаях и языке,

они ограничивают доступ на рынки. Эта группа факторов наиболее актуальна не только в международном контексте, но и при наличии многокультурного уклада общества.



Факторы «первой» и «второй» природы представлены по - П. Кругману [20, 21]; субфакторы дополнены автором.

Рис. 2. Стратегические факторы социально-экономического неравенства регионов

Таблица 1

Базовые факторы пространственного неравенства регионов

| Факторы                         | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Density</b><br>(плотность)   | пространственная концентрация населения и эффект масштаба (развитие городских агломераций)                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Distance</b><br>(расстояние) | экономическое расстояние, обусловленное не только внутриматериковым положением, удаленностью от глобальных и внутривосточных рынков, но и слаборазвитой инфраструктурой, что увеличивает транспортные издержки и транзакционные издержки в целом                                                                                                       |
| <b>Division</b><br>(границы)    | институциональные барьеры в широком смысле, в том числе барьеры границ (национальных, региональных, локальных), препятствующие проникновению товаров, услуг, инноваций; к ним можно добавить институциональные барьеры для территориальной мобильности, социальных лифтов и доступности качественных социальных услуг, повышающих человеческий капитал |

Традиционная экономическая теория объясняет неравенство факторами «первой природы»:

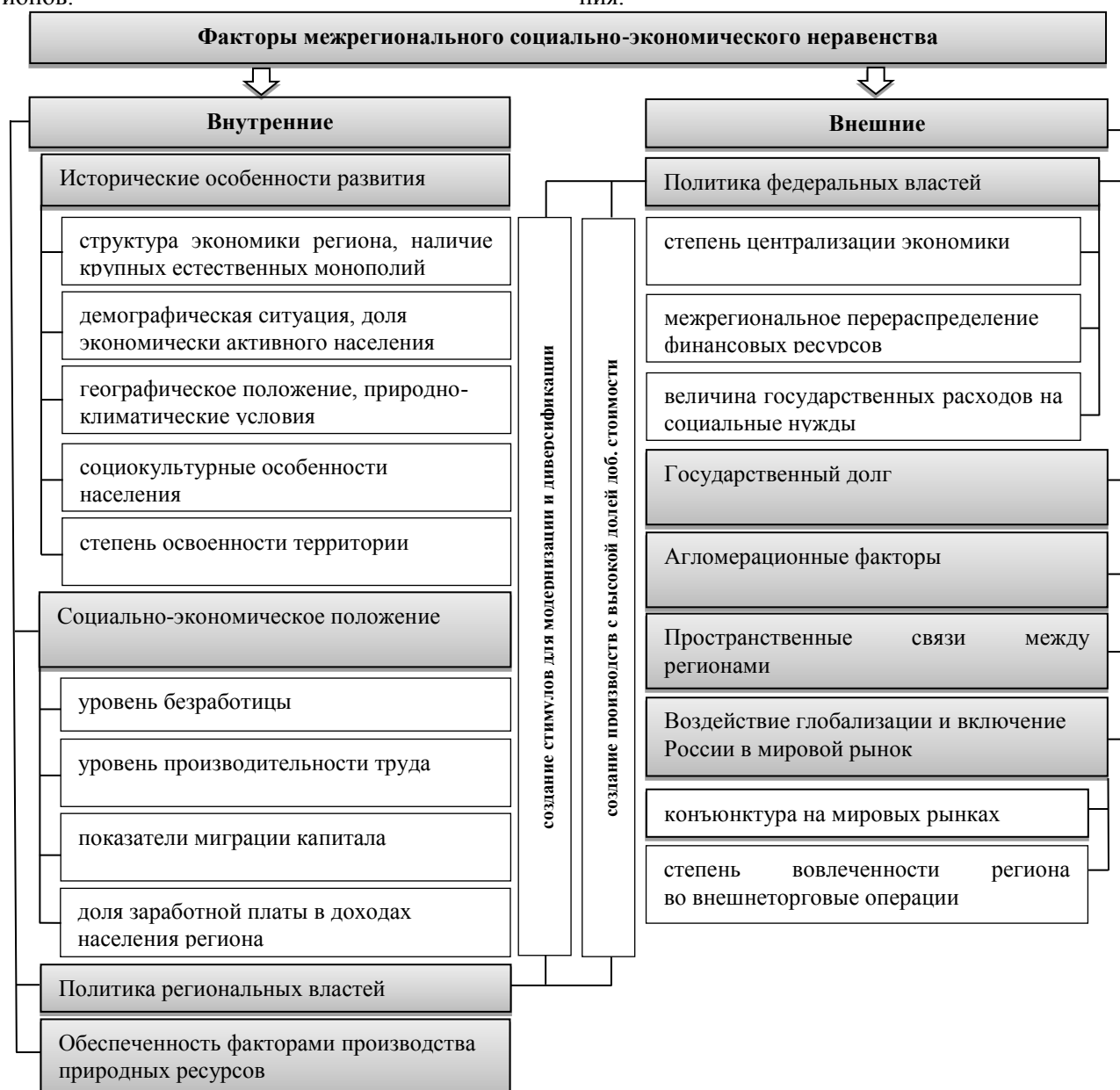
наличие природных ресурсов, факторов производства, развитием инфраструктуры и технологий. В этом контексте устранение неравенства

для перемещения товаров и факторов производства должно приводить к выравниванию производительности и ресурсотдачи и благосостояния населения. Однако эмпирические исследования показывают, что традиционный анализ упускает какие-то значимые факторы, предотвращающие выравнивание регионов по уровню социально-экономического развития и усиливающие неравенство.

Основной довод статистических наблюдений заключается в том, что фирмы функционируют более эффективно, а работники трудятся более производительнее в случаях, когда они располагаются географически ближе к крупным рынкам, а рынки, в свою очередь, растут при увеличении числа фирм и работников (потребителей). Возникновение такого циклического процесса приводит к усилению дифференциации регионов.

Поэтому нами, ниже предлагается расширенная схема, в которой представлена классификация внутренних и внешних факторов межрегиональной социально-экономической дифференциации регионов России (рис. 3).

Как видно из рис. 3, факторы социально-экономического неравенства регионов России можно разделить на внешние и внутренние. К числу внутренних факторов можно отнести исторические особенности развития, социально-экономическое положение региона, политику региональных властей, обеспеченность факторами производства. К числу внешних для региона факторов мы отнесем политику федеральных властей, государственный долг, агломерационные факторы, пространственные связи между регионами, факторы глобализации и включения России в международные экономические отношения.



Составлено автором по [7]

Рис. 3. Внутренние и внешние факторы социально-экономического неравенства регионов России



Таким образом, рассмотрев понятие социально-экономического неравенства регионов, можно сделать следующие выводы.

1. Проблема социально-экономического неравенства актуальна не только для российских регионов. Она затрагивает практически все страны мира, как промышленно развитые, так и развивающиеся. Прежде всего, это связано с историческим аспектом исследуемой проблемы. Вопрос о том, что является более благоприятным условием для развития экономики и социума – равенство или неравенство – не имеет однозначного ответа. Поэтому, к решению данной проблемы представители мирового научного сообщества подходят с разных точек зрения.

2. Анализ терминологического аппарата позволил нам определить, что понятие «асимметрия» в отношении регионального неравенства может употребляться только как эпитет, «экономическая дивергенция» является процессом расхождения уровней социально-экономического развития регионов (увеличения неравенства), «стратификация», «экономическое расслоение общества» – расслоение структуры общества вне зависимости от региональной специфики. Мы определили, что наиболее близким понятием к социально-экономическому неравенству регионов является «дифференциация регионов по уровню социально-экономического развития».

3. Мы считаем, что **социально-экономическое неравенство регионов** – это объективное следствие процесса расхождения в условиях жизни и в уровне доходов населения, а также социальных групп по степени их обеспеченности факторными ресурсами (традиционные, факторы «первой» и «второй природы») в условиях глобализации и пространственной неравномерности концентрации производительных сил.

4. Факторы социально-экономического неравенства регионов России дифференцируются на внешние (политика федеральных властей; государственные займы; агломерационные факторы, пространственные связи между регионами; воздействие глобализации и включение России в мировой рынок) и внутренние (исторические особенности развития; социально-экономическое положение; политика региональных властей; обеспеченность факторами производства природных ресурсов). В своем исследовании мы хотели бы уделить пристальное внимание глобализационным факторам межрегионального неравенства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильева Л.С., Гомбоев Б.О. «Регион» в контексте географического и культурологического анализа // Регионология. 2011. №1. С. 4-15.
2. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для студентов вузов; Гос. ун-т Высш. шк. экономики. 3-е изд. М.: ГУ ВШЭ, 2003. 493 с.
3. Гоффе Н.В. Цапенко, И.П. Россия в «шкуре леопарда»: социальные проблемы // Мировая экономика и международные отношения. 1996. № 2. С. 17–25.
4. Гусев А.Б. Влияние регионального неравенства на экономический рост [Электронный ресурс] // Капитал страны: Федер. интернет изд. Москва, 2010. Режим доступа: <http://www.kapital-rus.ru/articles/article/179450>.
5. Долятовский В.А. Зарубежный опыт комплексного развития регионов // Регионология. 1994. № 2-3. С. 149–156.
6. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений. М., 2010. С. 411.
7. Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Независимый ин-т соц. политики, 2010. 160 с.
8. Игнатов В.Г. Асимметрия социально-экономического развития регионов Российской Федерации и основные направления ее ослабления // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2009. Т. 7. № 2. С. 132–137.
9. Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование. РАН, Ин-т социал.-экон. развития территорий РАН. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2011. 223 с.
10. Растворцева С.Н., Усманов Д.И. Д.И. Усманов. Оценка влияния факторов глобализации на социально-экономическое неравенство регионов России. Белгород: КОНСТАНТА, 2015. 260 с.
11. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Б. Современный экономический словарь – 4-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2005. 480 с.
12. Коган Л.Н. Словарь прикладной социологии. Минск, 1984. 321 с.
13. Ломовцева О.А. Регион в контексте общественного развития и эволюции экономической мысли // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 2013. № 8 (151), вып. 26/1. С. 20–27.
14. Маршалова А.С. Новоселов А.С. Основы теории регионального воспроизводства: Курс лекций. М.: Экономика, 1998. 318 с.
15. Шнипер Р. И. Регион: Экономические методы управления. Новосибирск: Наука, 1991. 308 с.
16. Шевяков А.Ю., Кирута А.Я. Измерение экономического неравенства. Науч. ред. И. И.

Елисеева; РАН, Гос. ком. Рос. Федерации по статистике, Межведомств. центр соц.-экон. измерений. М.: Лето, 2002. 317 с.

17. Шевяков А.Ю., Кирута А.Я. Экономическое неравенство, уровень жизни и бедность населения России: методы измерения и анализ причинных зависимостей. М.: РПЭИ, 2001. 84 с.

18. Яценко Н.Е. Толковый словарь обществоведческих терминов. Санкт-Петербург: Лань, 1999. 524 с.

19. Основные положения региональной политики в Российской Федерации. Утверждены

Указом Президента Российской Федерации от 3 июня 1996 г. № 803 [Электронный ресурс] // Документы. Совет Безопасности Российской Федерации. URL: <http://www.scrf.gov.ru/documents/26.html>.

20. Fujita M., Krugman P., Venables A. J. The spatial economy: cities, regions, and international trade // Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1999. 367 p.

21. World Development Report 2009. Reshaping economic geography // The World Bank. Washington DC: World Bank, 2009. 383 p.

#### *Информация об авторах*

**Усманов Далер Ирматович**, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга.

E-mail: [us.dali@mail.ru](mailto:us.dali@mail.ru)

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

---

*Поступила в декабре 2017 г.*

© Усманов Д.И., 2018

---

**D.I. Usmanov**

#### **THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF ECONOMIC INEQUALITY OF REGIONS**

*The postulates of the theoretical analysis of basic terms, concepts and word combinations are presented in the article (inequality, regional inequality, spatial inequality, asymmetry, economic stratification, economic divergence, stratification, regional stratification, differentiation, socio-economic inequality, income inequality, normal and excessive inequality, region and others) in relation to the issues of socio-economic inequality in the context of regional science. The author's view on the structuring of inequality as an inevitable socio-economic process in the context of globalization and integration is presented. The analysis of the dynamics of the intra-national inequality of the industrialized and developing countries of the world for 60 years by the coefficient of Gini and by income. The author has identified and substantiated: strategic factors of social and economic inequality of regions; basic factors of spatial inequality of regions; internal and external factors of social and economic inequality of Russian regions and their inherent subfactors.*

**Keywords:** *inequality, factors of socio-economic inequality, interregional differentiation, asymmetry, spatial inequality, economic stratification, economic divergence, stratification, regional stratification, socio-economic inequality, income inequality, normal and excessive inequality.*

---

#### *Information about the author*

**Daler I. Usmanov**, PhD, Assistant professor.

E-mail: [us.dali@mail.ru](mailto:us.dali@mail.ru)

Belgorod National Research University.  
Russia, 308015, Belgorod, Pobeda st., 85.

---

*Received in December 2017*

Научное издание

**«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова»**  
**№ 2, 2018 г.**

Научно-теоретический журнал

**Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова**  
**Дизайн обложки Е.А. Гиенко**

**Учредитель журнала** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 08.01.18. Подписано в печать 14.02.18. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 16,00.

Тираж 1000 экз. Заказ 6. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 724/4 Гк.

Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала  
«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».

Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова

