

**ЭКОНОМИКА**  
**СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**  
Научно-практический журнал

**Construction economic and environmental  
management**

Scientific and practical journal

**№ 1 (66)– 2018**

Основан в 1999 году.

Выходит 4 раза в год (ежеквартально)

**Учредитель:**

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

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовым коммуникациям (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-63936 от 09 декабря 2015 г.

---

Включен в утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации  
Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть  
опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней  
кандидата и доктора наук  
Индексируется в Российском индексе научного цитирования (**РИНЦ**)

Главный редактор

**Ветрова Наталья Моисеевна**, д.т.н. (05.23.19, 05.23.04), к.э.н. проф. (КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь)

Редакционная коллегия:

**Бакаева Н.В.**, д.т.н. (05.23.19), проф. (Юго-Западный государственный университет, Курск);

**Ефремов А.В.**, д.э.н. (08.00.05), проф. (КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь);

**Кирильчук С.П.**, д.э.н. (08.00.05), проф. (КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь);

**Любомирский Н.В.**, советник РААСН, д.т.н. (05.23.08), проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)

**Овсянникова Т.Ю.**, д.э.н. (08.00.05), проф. (ТГАСУ, Томск)

**Пашенцев А.И.**, к.т.н., д.э.н. (08.00.05), проф. (КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь);

**Сиразетдинов Р.М.**, д.э.н. (08.00.05), проф. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань);

**Стом Д.И.**, д.б.н., проф. (05.23.19, 05.23.04), (Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск)

**Цопа Н.В.**, советник РААСН, д.э.н. (08.00.05), проф. (КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь);

**Шаленный В.Т.**, д.т.н. (05.23.08), проф. (КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь);

**Швец И.Ю.**, д.э.н. (08.00.05), проф. (Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва);

**Юдина А.Ф.**, д.т.н. (05.23.08), проф. (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет);

**Афоница М.И.**, к.т.н. (05.23.19), доц. (Московский государственный строительный университет, Москва)

## **ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**№ 1(66) – 2018**  
научно-практический журнал

Печатается по решению научно-технического совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» (протокол № 2 от 07.06.2018)

Корректор *Э.Ш. Акимова*  
Верстка *Э.Ш. Акимова*

Редакция Академии строительства и архитектуры (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Адрес редакции: 95000, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181 корпус 3, к. 323, 316, e-mail: ceem.kfu@mail.ru

Подписано в печать 28.06.2018.  
Формат 60×84/8. Заказ № НП/205.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 11,625.  
Тираж 50 экз. Бесплатно.  
Дата выхода в свет 29.08.2018.

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» 295051, Республика Крым, г. Симферополь, бульвар Ленина, 5/7

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	
<b>Раздел 1. Проблемы организации строительства</b>	
Чемодуров В.Т., Леоненко Ю.С., Литвинова Э.В. Использование методов системного анализа в задачах оптимального проектирования строительных конструкций	5
Клиндух Н. Ю., Мухатаев Д.А., Чибисов А.С., Попова М.Д., Буланкин Н.Ф., Андреев А.В. Устройство осадочного шва для домов серии 111-97 в Красноярске	10
Боровский Б.И., Дихтярь Т.В. Связь экономичности одноступенчатых центробежных насосов с коэффициентом быстроходности и числом Рейнольдса	16
Чемодуров В.Т., Маслак А.С., Кузьменко О.А. Влияние способов крепления пластины на ее поперечные колебания под действием постоянной аэродинамической нагрузки	24
<b>Раздел 2. Экономика строительства</b>	
Акимов С.Ф., Акимова Э.Ш. Экономическое обоснование выбора способа усиления железобетонных элементов конструкций	31
Рабцевич О.В., Каржавин А.Д. Проблемы привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов	42
Цопа Н.В. Подход к оценке динамики функционирования внешней среды строительного предприятия	51
<b>Раздел 3. Экономика природопользования</b>	
Ветрова Н.М., Гайсарова А.А. Теоретико-методологические основы регионального эколого-экономического механизма управления	57
Крутилова М.О. Направления совершенствования экономических механизмов минимизации выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла здания	63
Пашенцев А.И. Методический подход к оценке косвенного экономического ущерба при отключении потребителей от централизованного теплоснабжения	72
<b>Раздел 4. Теория и практика управления</b>	
Абрамова М. В. О направлениях развития Республики Крым в контексте цифровой экономики	80
Барчукова Т.А. Информационно-коммуникационные технологии, как инструмент повышения открытости регионального бюджетного процесса	85
Ворошило В.В., Лищишина О.А. Взаимодействие государственных структур по выявлению налоговых преступлений	95
Гармидер А.А. Методический подход к оценке конкурентоспособности персонала предприятия	102
Кирильчук С.П., Бондаренко Е.В. Методы государственного регулирования и поддержки предпринимательской деятельности за рубежом, в России и в Крыму	110
Цикин А.М. Аспекты государственного регулирования российской газовой отрасли	118
Швец И.Ю. Взаимозависимости влияния частных и государственных инфраструктурных инвестиций на экономический рост	128
<b>Раздел 5. Региональные проблемы природопользования</b>	
Пустовитенко Б.Г., Лущик А.В., Иваненко Т.А., Сухорученко С.К. Оценка региональной сейсмической опасности и риска на территории Республики Крым	143
Федоркин С.И., Макарова Е.С., Елькина И.И., Когай Э.А. Механохимическая активация – эффективное направление утилизации вторичного сырья в производстве строительных материалов	154
Наши авторы	162

<b>Contents</b>	
<b>Section 1. Problems of construction organization</b>	
Chemodurov V.T., Leonenko Ju.S., Litvinova E.V. Use of methods of the system analysis in problems of construction structures optimum designing	5
Klynduh N.Y., Muhataev D.A., Chibisov A.S., Popova M.D., Bulankin N.F., Andreev A.V. Structure of sedimentary suture for houses of series 111-97 in Krasnoyarsk	10
Borovsky B.I., Dikhtyar T.V. The communication of the economicity of single-stage centrifugal pumps with the fast-quenchity factor and the reinolds number	16
Chemodurov V.T., Maslak A.S., Kuzmenko O.A. Influence of the plate fixing methods on its transverse oscillations under the action of a constant aerodynamic load	24
<b>Section 2. Construction economics</b>	
Akimov S.F., Akimova E.Sh. Economic substantiation of selection a method of strengthening concrete elements of structures	31
Rabtsevich O.V., Karzhavin A.D. Problems of attracting investments in the renovation of industrial objects	42
Tsopa N.V. The approach to assessing the dynamics of external environment functioning to the construction company	51
<b>Section 3. Environmental economics</b>	
Vetrova N.M., Gaysarova A.A. Theoretical and methodological foundations of regional ekologo-economic mechanism of management	57
Krutilova M.O. The nexus of life cycle phases on embodied carbon of buildings: an economic review	63
Pashentsev A.I. The methodical approach to assessment of the direct economic damage at disconnection consumers from the centralized heat supply	72
<b>Section 4. Theory and practice of management</b>	
Abramova M.V. About the directions of the Republic of Crimea development in the context of the digital economy	80
Barchukova T.A. Information-communication technologies, as a tool to increase openness of the regional budgetary process	85
Voroshilo V.V., Leshchishina O.A. Interaction of public structures to identify tax crime	95
Garmider A.A. Methodical approach to estimation of the personnel competitiveness of the enterprise	102
Kyrylchuk S.P., Bondarenko E.V. Methods of state regulation and support of business activities abroad, in Russia and in the Crimea	110
Tsikin A.M. Aspects of state regulation of Russian gas industry	118
Shvets I.Yu. Mutual dependence of private and state infrastructural investments influence on economic growth	128
<b>Section 5. Regional problems of environmental management and construction</b>	
Pustovitenko B.G., Luschik A.V., Ivanenko T.A., Sukhoruchenko S.K. Assessment of regional seismic hazard and seismic risk in the territory of the Republic of Crimea	143
Fedorkin S. I., Makarova E.S., Yelkina I.I., Kogay E.A. Mechanochemical activation – the effective direction of secondary raw material utilization in the manufacture of building materials	154
Our authors	162

## Раздел 1. Проблемы организации строительства

УДК 69.04:519.873

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Чемодуров В.Т.<sup>1</sup>, Леоненко Ю.С.<sup>2</sup>, Литвинова Э.В.<sup>3</sup>

Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение) ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: <sup>1</sup>chens\_mu1@mail.ru, <sup>2</sup>uliakuzmina1992@gmail.com, <sup>3</sup>ellalit@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе на примере оптимизации конструкции топливного хранилища, подвергающегося воздействию нестационарного нагружения, исследуется применение методов системного анализа для строительного проектирования. Основное внимание уделено методу случайного поиска, поскольку он является наиболее эффективным для решения задач оптимального проектирования.

**Ключевые слова:** математическая модель, системный анализ, целевая функция, варьируемые параметры, функциональные ограничения, нестационарные сейсмические нагрузки, оптимизация, надежность.

#### ВВЕДЕНИЕ

Проектирование и эксплуатация уникальных строительных сооружений, в том числе и вертикальных стальных резервуаров для хранения ГСМ, должны соответствовать требованиям обеспечения промышленной безопасности, предупреждения аварий и случаев производственного травматизма.

Анализ поведения таких конструкций под действием внешних сил является основой для разработки оптимальной строительной конструкции, обеспечения ее прочности и надежности во время проектирования и эксплуатации [1–3].

Многие регионы Российской Федерации, в том числе и Республика Крым относятся к зонам с высокой сейсмической опасностью. По технологическим соображениям резервуары для хранения ГСМ часто располагаются именно в таких зонах. Однако, анализ реакций топливных хранилищ на сейсмические нагрузки показывает их уязвимость: они повреждаются и разрушаются, нанося значительный ущерб народному хозяйству.

Наиболее простой способ повысить прочность таких сооружений – увеличить толщину стенки бака, а, следовательно, и общую массу хранилища. Однако данный метод подразумевает значительные расходы материала на изготовление резервуара, а также он не подходит для усиления уже существующих баков. Поэтому для увеличения продольной изгибной жесткости целесообразно использовать ребра жесткости, которые будут располагаться по периметру оболочки с заданным шагом. В таком случае необходимо понять: ребра жесткости какой конфигурации и в каком количестве (с точки зрения минимизации массы) будут являться наиболее оптимальными в рассматриваемой задаче.

Для комплексного решения задач прочности, устойчивости и экономичности при проектировании строительных конструкций целесообразно использовать методы системного анализа, позволяющие поставить и решить задачу оптимизации при заданных ограничениях.

#### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Задачи оптимального проектирования строительных конструкций рассматриваются многими авторами. Например, В. Прагер и Дж. Тейлор в [4, 5] описывают методы, используемые при решении «задачи о максимизации силы потери устойчивости колонны или пластины, задачи о максимизации критической скорости флаттера и др.». В [6–8] рассматриваются вопросы динамической устойчивости, возникающие в задачах оптимального проектирования систем с распределенными параметрами; упругих конструкций, совершающих неустановившееся движение под действием динамических нагрузок и одномерных конструкций при нестационарном нагружении.

Кроме того, многие исследователи подчеркивают целесообразность использования методов системного анализа для оптимизации строительных конструкций и сооружений, подверженных динамическим нагрузкам. Это обусловлено тем, что характер воздействия таких нагрузок на сооружения определяется большим сочетанием случайных, трудно прогнозируемых факторов.

Различные методы системного анализа, описанные в [3, 9–11], позволяют учесть все связи между случайными (динамическая нагрузка, варьируемые параметры конструкции) и постоянными элементами исследуемой системы.

Наиболее эффективным для случая проектирования строительных конструкций является метод случайного поиска, поскольку он обладает рядом преимуществ: простота программирования и реализации на ЭВМ, высокая надежность, помехоустойчивость и др. Этот метод представляет собой последовательный переход из одной точки (вектора варьируемых параметров) в другую удачную точку с использованием следующего алгоритма определения направления перехода:

$\beta^s = \beta^s$ , если значение целевой функции в новой точке меньше, чем в старой;

$\beta^s = 0$ , если значение целевой функции в новой точке больше, чем в старой,

где:  $\xi^s$  – вектор направления;

$\beta^s$  – случайный вектор.

Наиболее сложным в данном исследовании является: выбор шага перехода в новую точку и определение точки окончания процесса оптимизации путем выбора конечного числа неудобных шагов [10]:

- выбор шага будет осуществляться с учетом результативности случайных шагов следующим образом:

$$\rho^s = \exp(-10^{-3}(N^2 + \sup N^2 + n^2)),$$

где:  $\rho^s$  – шаг итерации;

$N$  – число неудачных шагов из последней опорной точки поиска;

$\sup N$  – наибольшее число неудачных шагов, совершенных из какой-либо опорной точки за весь предшествующий процесс оптимизации;

$n$  – число варьируемых параметров.

- количество неудачных шагов для определения окончания процесса оптимизации:

$$N_{\max} = 40 + 5\sqrt{n}$$

Рассмотрим применение метода случайного поиска для оптимизации массы конструкции топливного бака с учетом воздействия на него нестационарных сейсмических нагрузок.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является обоснование оптимизации параметров резервуара для хранения ГСМ для обеспечения жесткости его конструкции под воздействием сейсмической нагрузки.

В общем виде задача оптимизации ставится следующим образом: найти максимум (минимум) целевой функции при заданных ограничениях.

Целевая функция – это связь между варьируемыми параметрами и показателем эффективности. В рассматриваемом случае варьируемыми параметрами являются количество и геометрические размеры ребер жесткости, а показателем эффективности служит масса резервуара.

Затем необходимо сформировать ограничения на функционирование рассматриваемой системы. Их делят на два вида [10, 11]:

– ограничения на варьируемые параметры, которые устанавливаются исходя из физически возможных значений;

– функциональные ограничения на состояние системы (например, ограничения по прочности конструкции под воздействием динамической нагрузки).

Далее, используя метод случайного поиска, необходимо найти такие значения варьируемых параметров, при которых целевая функция будет минимальной, но при соблюдении ограничений, наложенных на функционирование системы.

Рассмотрим описанный выше алгоритм применительно к реально существующему резервуару.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Конструктивно исследуемый объект – это вертикальный стальной цилиндрический резервуар со стационарной крышей для хранения дизельного топлива емкостью 1000 м<sup>3</sup>. Этот объект имеет следующие характеристики: радиус  $R = 5,2$  м, высота  $L = 12$  м, толщина стенки  $h = 0,006$  м, материал стенки – сталь СтЗсп5 ГОСТ 14637-89.

Для моделирования нестационарной сейсмической нагрузки использовался импульс Берлаге, который хорошо имитирует форму объемных сейсмических волн [12]

$$F = Ate^{-t} \sin(2\pi\omega t),$$

где:  $A = 1$  м – амплитуда;

$\omega = 2$  с<sup>-1</sup> – частота.

В работе [13] было установлено, что при нестационарном нагружении в конструкциях топливного хранилища возникают поперечные колебания, которые влияют на продольное перетекание жидкости и возникновение ее присоединенных масс, увеличивающих инерционную составляющую колебаний конструкции. Проведенные расчеты показали, что учет присоединенных масс увеличивает прогибы оболочки бака на 40%, что, несомненно, необходимо учитывать в расчетах. Увеличение прогибов влечет за собой увеличение меридиональных напряжений, которые определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma], \quad (1)$$

где:  $M$  – изгибающий момент, который можно определить методом начальных параметров, зная прогиб оболочки;

$W$  – момент сопротивления обечайки бака, который зависит от ее геометрических характеристик;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение, которое должно соответствовать области упругих деформаций.

Очевидно, что рост меридионального напряжения может привести к ситуации, в которой неравенство (1) не будет выполняться, что приведет к разрушению конструкции резервуара. Следовательно, необходимо разработать методику повышения надежности исследуемого объекта.

Тогда общая масса конструкции с учетом ребер жесткости будет определяться формулой:

$$m = 2\pi RhL\rho_0 + nA_1L\rho_0 \quad (2)$$

где:  $\rho_0$  – плотность материала, из которого изготовлены топливный бак и ребра жесткости;

$n$  – количество ребер жесткости;

$A_1$  – площадь поперечного сечения ребра жесткости.

В данном случае в качестве целевой функции не имеет смысла принимать массу конструкции, т.к. в формулу (2) входят постоянные величины, которые мы не можем менять: длина, радиус, толщина оболочки, характеристики материала и др.

Поэтому в данном случае задача оптимизации выглядит следующим образом: найти минимум функции:

$$f^0(x) = nA_1,$$

при функциональном ограничении:

$$f'(x) = \frac{M}{W[\sigma]} - 1 \leq 0,$$

и ограничениях на варьируемые параметры:

$$x = \begin{pmatrix} n \\ A_1 \end{pmatrix}.$$

Используя рассмотренную модель оптимизации конструкции бака можно подбирать различные варианты ребер жесткости для его усиления. Например, можно подобрать оптимальное количество и номер любого прокатного профиля. Или, в целях еще большей экономии материала, можно поставить задачу сконструировать ребро жесткости с сечением, отличным от представленного в сортаменте. Тогда в качестве целевой функции будут выступать геометрические размеры предполагаемого ребра жесткости.

Результаты проделанной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1.  
Результаты оптимизации при усилении конструкции топливного бака

№ п/п	Расчетный случай	Варьируемый параметр	Значение варьируемого параметра	Площадь поперечного сечения конструкции бака, м <sup>2</sup>
1	гладкая оболочка	толщина $h$	$h = 19$ мм	0,621
2	оболочка толщиной $h = 6$ мм, усиленная ребрами жесткости в количестве 16 шт, равномерно расположенных по ее периметру			
2.1	сортаментный неравнополочный уголок	№ уголка из сортамента	125x80x8	0,299
2.2	равнополочный уголок произвольного сечения	- ширина полки $b$ - толщина полки $d$	$b = 27,93$ мм $d = 9,7$ мм	0,225

### ВЫВОДЫ

В данной работе метод случайного поиска получил применение в оптимизации конструкции топливного хранилища, подверженного воздействию нестационарной сейсмической нагрузки. С помощью этого метода был найден наиболее эффективный вариант усиления оболочки резервуара, который позволяет экономить на конструкционном материале до 15%.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшие исследования по теме работы будут направлены на разработку вафельной конструкции оболочки бака, оптимальные параметры которой можно найти с помощью описанного в работе метода случайного поиска. Это позволит увеличить сопротивление топливного бака не только к меридиональным напряжениям, которые доминируют при нестационарных нагрузках, но и к кольцевым напряжениям, которые рассматривают при статических нагрузках.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, С.Ю. Динамические задачи оптимального проектирования конструкций из однородных и неоднородных материалов: дис. канд. физико-математических наук. М., 1984. – 172 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/optimalnoe-proektirovanie-i-raschyot-perforirovannyh-metallicheskih-balok#ixzz5GnlkxGQ1>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Волков, А.А. Информационная поддержка процессов оперативного влияния на динамику чрезвычайных ситуаций в строительных объектах [Текст] / А.А. Волков. // Большой Российский каталог. Строительство. – М.: Каталоги и справочники, 2000. – С. 38–40.
3. Волкова, В.Н. Основы теории систем и системного анализа [Текст] / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб.: Изд. СПбГТУ, 1997. – 510 с.
4. Прагер, В. Основы теории оптимального проектирования конструкций [Текст]: [пер. с англ.] / В. Прагер. – М.: Мир, 1977. – 109 с. – (Механика новое в зарубежной науке. Выпуск 11).
5. Прагер, В. Задачи оптимального проектирования конструкций [Текст]: [пер. с англ.] / В. Прагер, ДЖ. Тейлор // Прикладная механика. – 1968. – № 3. – С. 242.
6. Баничук, Н.В. Об одной динамической задаче оптимального проектирования [Текст] / Н.В. Баничук, Н.М. Гура // Механика деформируемого твердого тела. – Новосибирск, 1979. – Вып. 41. – С. 20–24.
7. Доманский П.П. Оптимизация динамических эффектов в цилиндрической оболочке при ударной силовой нагрузке [Текст] / П.П. Доманский // Математические методы и физико-механические поля. – 1981. – № 4. – С. 75–78.
8. Хог, Э. Прикладное оптимальное проектирование [Текст] / Э. Хог, Я. Арора. – М.:



Мир, 1983. – 478 с.

9. Валуйских, В.П. Статистические методы оптимального проектирования конструкций [Текст]: монография / В.П. Валуйских. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2001. – 156 с.

10. Чемодуров, В.Т. Моделирование систем [Текст]: монография / В.Т. Чемодуров, Э.В. Литвинова. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – 236 с.

11. Чемодуров, В.Т. Методы системного анализа в проектировании технических систем нагрузке [Текст] / В.Т. Чемодуров, Ю.С. Кузьмина // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – Выпуск 46. – С. 30–38.

12. Аранович, З.И. Амплитудные характеристики сейсмографа при нестационарных сигналах и оценка погрешностей, связанных с применением амплитудных характеристик для стационарных гармонических колебаний [Текст] / З.И. Аранович, Е.В. Василькович, Д.В. Долгополов – М.: Наука, 1966. – (Вычислительная сейсмология; вып. 1).

13. Чемодуров, В.Т. Особенности влияния присоединенных масс жидкости на прочность цилиндрических баков с жидким наполнителем при динамических нагрузках [Текст] / В.Т. Чемодуров, Ю.С. Кузьмина // Молодежь в науке. Новые аргументы: сборник научных работ III-го международного молодежного конкурса (Россия, г. Липецк, 29 февраля 2016 г.). Часть II. – Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2016. – 204 с.

14. Кузьмина, Ю.С. Обеспечение экологической безопасности металлических топливных хранилищ на этапе их проектирования / Ю.С. Кузьмина // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27–29 апреля 2016 г., Москва). – Москва: НИУ МГСУ, 2016. – 112 с.

15. Чемодуров, В.Т. Оптимизация конструкции топливных хранилищ при динамических нагрузках [Текст] / В.Т. Чемодуров, Ю.С. Леоненко // Молодежь в науке: Новые аргументы: Сборник научных работ VI-го международного молодежного конкурса (Россия, г. Липецк, 29 февраля 2016 г.). Часть I. – Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2017. – 192 с.

16. Антонов А.В. Системный анализ: учебник [Текст] / А.В. Антонов – М.: ИНФРА-М, 2017. – 366 с.

17. Майзер, Х. Исследование операций [Текст] / Х. Майзер, Н. Эйджин, Р. Тролл и др. – М.: Мир, 1981. – 712 с.

## USE OF METHODS OF THE SYSTEM ANALYSIS IN PROBLEMS OF CONSTRUCTION STRUCTURES OPTIMUM DESIGNING

Chemodurov V.T., Leonenko Ju.S., Litvinova E.V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Simferopol, Crimea

**Annotation.** The article is devoted to the optimization of a fuel storage facility design, which is exposed to non-stationary loading, explored the application of methods of system analysis for construction design. The main attention is paid to the method of random search, since it is most suitable for solving problems of optimal design.

**Keywords:** mathematical model, system analysis, objective function, variable parameters, functional limitations, non-stationary earthquake load, optimization, reliability.

УДК 69.07

## УСТРОЙСТВО ОСАДОЧНОГО ШВА ДЛЯ ДОМОВ СЕРИИ 111-97 В КРАСНОЯРСКЕ

Клиндух Н. Ю.<sup>1</sup>, Мухатаев Д.А.<sup>2</sup>, Чибисов А.С.<sup>3</sup>, Попова М.Д.<sup>4</sup>  
Научные консультанты: Буланкин Н.Ф.<sup>5</sup>, Андреев А.В.<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Инженерно-строительный институт ФГАОУ ВО СФУ

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, email: alex\_271195@mail.ru

<sup>5,6</sup> ООО Красноярский научно-исследовательский институт промышленного строительства  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 75

**Аннотация:** В настоящее время в г. Красноярске активно строятся панельные многоэтажные жилые дома серии 111-97, однако наблюдается ряд проблем при строительстве зданий. Одной из составляющих этих проблем является проблема значительных трудозатрат и материалоемкости при устройстве осадочного шва в уровне фундамента. В статье представлен сравнительный анализ используемых в строительстве конструктивных решений осадочного шва в уровне фундамента и разработана усовершенствованная модель.

**Ключевые слова:** осадочный шов, серия 111-97, панельный дом, полезная модель, фундамент.

### ВВЕДЕНИЕ

Новосибирским институтом «СибЗНИИЭП» в 1971 году была разработана крупнопанельная 97-ая серия домов. В 70-х годах двадцатого века данная серия по оценкам экспертов считалась наиболее эффективной по планировочным и экономическим параметрам. Здания 97-ой серии, в отличие от прежних типовых, давали значительные возможности градостроительной маневренности в формировании микрорайонов, позволяли повысить этажность застройки.

В Новосибирске строились также дома из панелей, произведенных в Красноярске. Разработчик – СибЗНИИЭП (Сибирский зональный научно-исследовательский и проектный институт) рук. М.К. Печёрин, арх. Ю.П. Ерыгин, В.А. Прошляков, инж. И.И. Якобсон, З.Г. Казанкова, Л.Г. Гасенко, 1969 г. Серия крупнопанельных многосекционных жилых домов индустриального домостроения с узким шагом поперечных стен (3,0 и 4,5м), продольный шаг (3,0; 4,5 и 6м). Внутренние стены – 160 мм. Наружные трёхслойные панели толщиной 350мм. Толщина перекрытий – 160 мм. Рядовые этажностью – 14 этажей. Угловые – 16 этажей. Планируемое увеличение этажности до 19 этажей. Сеймика – 7 баллов.

В Красноярске первые жилые дома 97-ой серии были сданы в эксплуатацию в 1974 году на улицах Шевченко, Краснодарской, Хабаровской, Республики и проспекте Металлургов.

Массовое строительство крупнопанельных зданий этой серии в Красноярске развивалось в разных районах города, начиная с 1980-х годов, застройке подлежали следующие жилые районы: «Северный», «Солнечный», районы улицы Копылова и другие.

В 2000-х годах серия подверглась значительной модернизации, в результате чего были преобразованы наружные стеновые панели, плиты перекрытий, кровельные панели, высота чердака и прочие элементы. А также серые здания получили новые, индивидуальные фасады, большое количество планировочных решений и повышенную этажность.

На сегодняшний день дома 97-ой серии не потеряли свою актуальность, и в настоящее время дома на основе этой серии строятся в больших количествах.

Недостатки серии 111-97:

- внутренние стеновые железобетонные панели толщиной 160 мм не дают возможность проводить перепланировки с увеличением площадей комнат, кухонь без пробивки и усиления проемов в несущих стеновых панелях.

- плохая звукоизоляция стен, перекрытий. Железобетонные конструкции хорошо проводят звук.

- возможность промерзания стыков межпанельных швов вследствие уменьшения толщины наружных стеновых панелей в местах стыков.

- повышенная деформативность здания

- значительные трудозатраты и материалоемкость при устройстве осадочного шва в уровне фундамента

О последнем недостатке из выше перечисленного списка и пойдет речь в нашей статье

### ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы – решение проблемы устройства осадочного шва в уровне фундамента домов серии 111-97 в городе Красноярск. Задачи исследования:

- разработать конструктивное решение осадочного шва в уровне фундамента для жилых зданий по серии 111-97 на базе центра обследования и мониторинга технического состояния строительных конструкций АО «Красноярский ПромстройНИИпроект» в составе группы инженеров-проектировщиков, для объектов, реализуемых строительством в г. Красноярске;
- проанализировать дома серии 111-97 по следующим параметрам: распространенность домов данной серии в г. Красноярске, динамика развития начиная с 1980-х годов, главные недостатки серии, включая конструктивные решения осадочных швов;
- рассмотреть конструктив и узлы осадочных швов, применяемых в практике строительства на сегодняшний день и путем анализа, выявить их недочеты;
- разработать проектное решение осадочного шва, которое бы исключало или минимизировало основные недостатки ранее разработанных осадочных швов в уровне фундамента;
- внедрить разработанное проектное решение в практику строительства домов серии 111-97, в случае отсутствия аналогов, получить патент на полезную модель по устройству осадочного шва.

Методы исследования – сравнительный анализ информации из строительных серий, проектной документации, нормативной базы; классификация, обобщение полученных результатов.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

*Осадочный шов* – это шов между частями зданий и сооружений, возводимых на различных по физико-механическим свойствам грунтах, а также отличающихся друг от друга высотой или нагрузками. Обычно осадочные швы выполняет также и функции температурно-усадочных швов, а в сейсмических районах - антисейсмических. Осадочный шов должен разделять как само сооружение, так и его фундамент, чтобы обеспечить свободное взаимное смещение по вертикали разделённых им частей сооружения.

Одним из решений устройства осадочного шва является конструкция, включающая встречные консоли балок, которые передают свою нагрузку и собственный вес на парные колонны, находящиеся друг от друга на заданном расстоянии и имеющие собственные фундаменты – деформационный шов на прерывистых фундаментах (рис. 1) [7]. К минусам данной конструкции можно отнести высокая материалоемкость, обусловленная необходимостью устройства спаренных колонн, фундаментов, и ограниченная область применения, в силу того, что данная модель подходит для применения только каркасных зданий и сооружений.

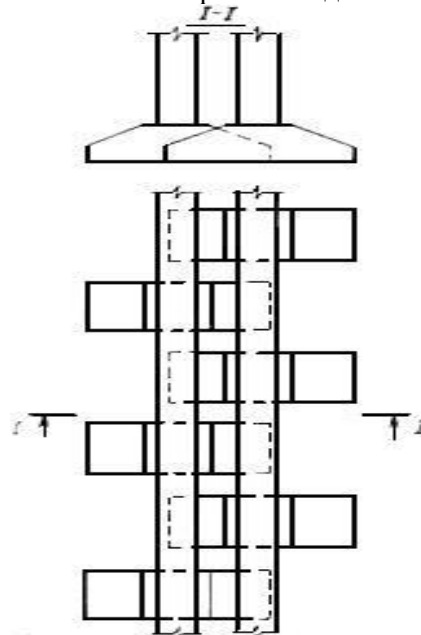


Рис. 1. Схема решения деформационного шва на прерывистых фундаментах каркасных зданий в сборном ж/б исполнении [7]

Другим конструктивным решением конструкции осадочного шва фундаментов зданий является модель, состоящая из фундаментных плит смежных секций здания, с выступами по краям, предотвращающие выпор грунта из под плит, разделительную шпунтовую стенку из буронабивных свай, ростверк, сминаемый элемент из утеплителя, бетонную подготовку, песчаный грунт (рис. 2) [8].

Принцип работы вышеописанной конструкции заключается в следующем: при разных по величине осадках грунтового основания смежных секций здания, в конструкции осадочного шва срабатывает сминаемый элемент, величина смятия которого равна величине осадок смежных фундаментов. Для исключения взаимного влияния смежных фундаментов друг на друга, конструкцией предусмотрена шпунтовая стенка из буронабивных свай.

К минусам данного конструктивного решения можно отнести его большую материалоемкость и стоимость устройства, обусловленную возведением шпунтовой стены и выступов в фундаментных плитах. Также необходимо устройство угловых продольных диафрагм жесткости, так как фундаментные плиты работают консольно.

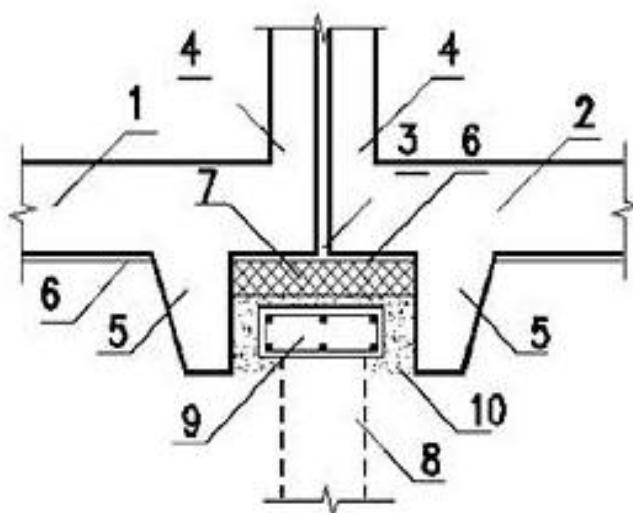


Рис.2. Схема решения осадочного шва смежных секций [8]:

1 – фундаментная плита 1-ой блок-секции; 2 – фундаментная плита 2-ой блок-секции; 3 – осадочный шов; 4 – торцевые стены, разделенные швом; 5 – выступ плиты; 6 – бетонная подготовка; 7 – сминаемый зазор из утеплителя; 8 – буронабивные сваи; 9 – ростверк; 10 – песчаный грунт

Задачей исследования является разработка нового конструктивного решения осадочного шва в уровне фундамента для домов серии 111-97.

Для решения поставленной задачи в конструкции осадочного шва, содержащего отдельные фундаменты под смежные секции (здания) располагаются по осям нагрузок от смежных секций (зданий), разделенных осадочным швом, представляют из себя отдельно стоящие опоры для одной из смежных секций (зданий) и вырезы, расположенные с противоположной стороны, предназначенные для свободного перемещения смежной стены секции (здания).

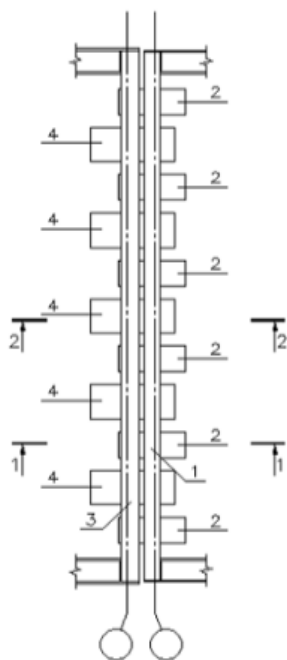


Рис.3. План расположения фундаментов:  
1 – фундамент под стену первой секции; 2 – опора первой секции; 3 – фундамент под стену второй секции; 4 – опора второй секции

На рисунке 4 представлен поперечный разрез 1–1, проходящий через фундамент 2, поперечный разрез 2–2, проходящий через фундамент 4.

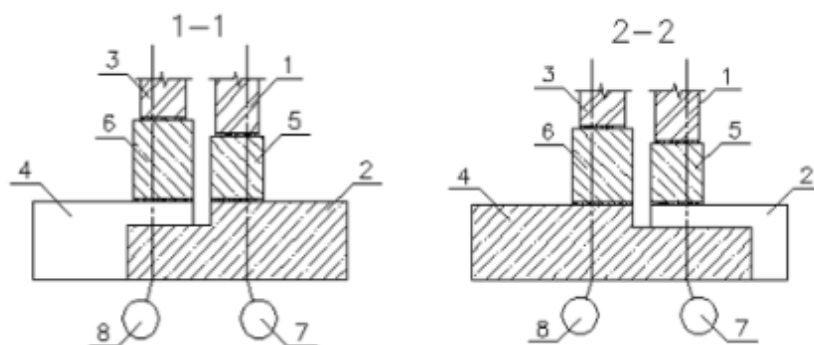


Рис.4. Поперечные разрезы 1–1, 2–2:  
1 – фундамент под стену первой секции; 2 – опора первой секции; 3. фундамент под стену второй секции; 4 – опора второй секции; 5 – фундаментная балка первой секции; 6 – фундаментная балка второй секции; 7, 8 – оси

Аксонометрия опоры фундаментов 2 и 4 представлена на рисунке 5.

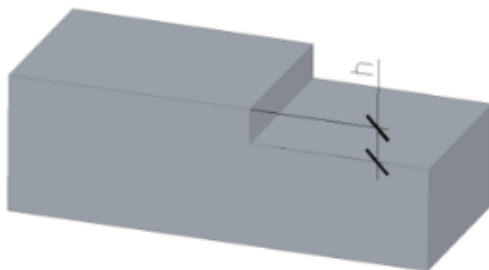


Рис. 5. Аксонометрия опоры фундаментов 2 и 4:  
h – высота выреза

Высота выреза (h) определяется по формуле 1:

$$h=\gamma(S_1-S_2) \quad (1)$$

где  $S_1, S_2$  – предельные величины осадки смежных секций (зданий);  
 $\gamma=1,5-2$  – коэффициент надежности.

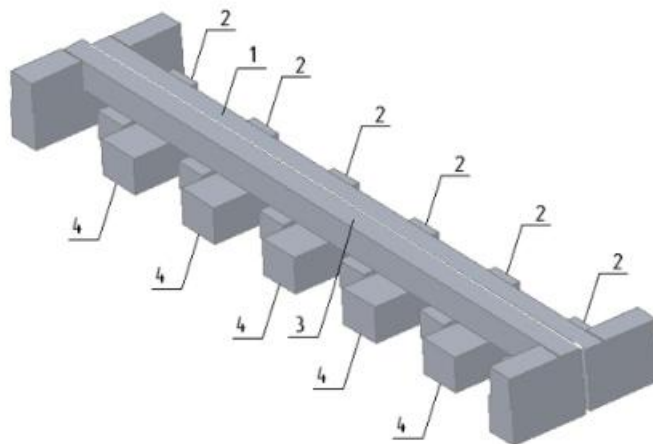


Рис. 6. Аксонометрия конструкции осадочного шва:

1 – фундамент под стену первой секции; 2 – опора первой секции; 3 – фундамент под стену второй секции; 4 – опора второй секции

Фундамент под стену 1 состоит из опор 2, на которые опирается фундаментная балка 5, фундамент под стену 3 состоит из опор 4, на которые опирается фундаментная балка 6. Ось 7 проходит через равнодействующую нагрузок от смежной секции (здания) и через центр опоры 2, ось 8 проходит через равнодействующую нагрузок от стены 3 смежной секции (здания).

Вырезы в опорах фундамента дают конструкции возможность независимо перемещаться друг относительно друга. Класс бетона, вид армирования и геометрические размеры опор 2 и 4 назначаем из конструктивного расчета, согласно действующим строительным правилам [3].

Отличительные особенности представленной полезной модели:

1. Конструкция осадочного шва, содержащая отдельные фундаменты под смежные секции (здания) расположенные на некотором расстоянии друг от друга, отличается тем, что отдельные фундаменты состоят из опор для одной из смежных стен секции (здания) и выреза с противоположной стороны для свободного перемещения смежной стены секции (здания);

2. Опоры фундамента располагаются по осям нагрузок, действующих от смежных секций зданий.

## ВЫВОДЫ

В ходе исследования было предложено решение устройства осадочного шва в уровне фундамента домов серии 111-97 в городе Красноярск, путем изобретения конструктивного решения, благодаря которому появилась возможность устройства соседних секций здания различной этажности на общем основании (фундаменте), при сохранении возможности вертикальных перемещений от неравномерных деформаций грунта основания. В составе группы инженеров центра обследования и мониторинга технического состояния строительных конструкций АО «Красноярский ПромстройНИИпроект» под руководством начальника центра обследования и мониторинга технического состояния Буланкина Н.Ф получен патент № 93826 на полезную модель по устройству осадочного шва [13].

## ЛИТЕРАТУРА

1. СП 22.13330.2016 (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*) «Основания зданий и сооружений». – М.: АО «НИЦ» «Строительство», 2016 – 216 с.
2. СП 24.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85) «Свайные фундаменты». – М.: АО «НИЦ» «Строительство», 2011 – 206 с.

3. СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений». – М.: АО «НИЦ» «Строительство», 2004 – 116 с.
4. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов». – М.: АО «НИЦ» «Строительство», 2003 – 143 с.
5. Руководство по проектированию фундаментных плит каркасных зданий и сооружений башенного типа – М.: Стройиздат, 1984. – 304 с.
6. Руководство по проектированию фундаментных плит каркасных зданий. – М.: Стройиздат, 1977. – 287 с.
7. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс. [Текст] / Байков В.Н., Сигалов Э.Е. – М.: Стройиздат, 1976. – 650 с.
8. Жаров, О.П. Устройство деформационного шва [Текст] / Жаров О. П. // Проектирование и строительство в Сибири. – 2006. – №3. – 94 с.
9. Серия 97 – серия крупнопанельных жилых домов и блок-секций [Текст] / М.К. Печёрин, Ю.П. Ерыгин, В.А. Прошляков, И.И. Якобсон, З.Г. Казанкова и др. – К.: СибЗНИИЭП, 1969. – 78 с.
10. Баходдин, Б.В., Бородавченко, С.И. Прогрессивные решения в области строительства оснований и фундаментов. Разработка рекомендаций. Научно-технический отчет [Текст]. – М., НИИОСП, 1971. – 84 с.
11. Ганичев, И.А. Устройство искусственных оснований и фундаментов. [Текст]. – М.: Стройиздат, 1973. – 96 с.
12. Костерин, Э.В. Основания и фундаменты [Текст]. – М.: Высшая школа, 1990. – 431 с.
13. Патент РФ № 93826, 10.05.2010. Конструкция осадочного шва // Заявка № 2009140649 от 02.11.2009. / Авторы: Буланкин Н.Ф., Андреев А.В. Патентообладатели: Буланкин Н.Ф., Андреев А.В., 11 с. Режим доступа: [http://xn--90ax2c.xn--p1ai/catalog/000224\\_000128\\_0000093826\\_20100510\\_U1\\_RU/viewer/](http://xn--90ax2c.xn--p1ai/catalog/000224_000128_0000093826_20100510_U1_RU/viewer/).

## STRUCTURE OF SEDIMENTARY SUTURE FOR HOUSES OF SERIES 111-97 IN KRASNOYARSK

Klynduh N.Y., Muhataev D. A., Chibisov A.S., Popova M. D.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific consultants: Bulankin N. F., Andreev A.V.

Krasnoyarsk research institute of industrial engineering, Krasnoyarsk, Russia

**Annotation:** At present, panel apartment blocks of 111-97 series are being actively built in Krasnoyarsk, but there are a number of problems in the construction of buildings. One of the components of these problems is the problem of considerable labor input and material consumption in the construction of a sedimentary seam in the foundation level. The article presents a comparative analysis of the constructive solutions of the suture in the foundation level used in the construction and an improved model is developed.

**Keywords:** sediment, series 111-97, panel house, utility model, foundation.

УДК 629.7.036 621

## СВЯЗЬ ЭКОНОМИЧНОСТИ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С КОЭФФИЦИЕНТОМ БЫСТРОХОДНОСТИ И ЧИСЛОМ РЕЙНОЛЬДСА

Боровский Б.И.<sup>1</sup>, Дихтярь Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И.Вернадского, 295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: ta\_titova@mail.ru

**Аннотация.** Насосы входят в различные технические системы, в том числе, в системы жизнеобеспечения зданий и сооружений. При проектировании насосов заданным является коэффициент быстроходности насоса. По значению этого коэффициента полезно оценить в первом приближении ожидаемую экономичность проектируемого насоса. В результате расчёта десяти вариантов получена зависимость гидравлического КПД от коэффициента быстроходности. Установлена связь полного КПД с числами Рейнольдса. С учётом опытных данных и современного проектирования насосов получены новые соотношения для определения числа лопастей рабочего колеса центробежного насоса.

**Ключевые слова:** центробежный насос, экономичность, КПД и коэффициент напора, коэффициент быстроходности насоса, число Рейнольдса.

### ВВЕДЕНИЕ

Правильно подобранный и эксплуатируемый насос может быть одним из самых эффективных средств исполнения полезной работы. Среднеразмерный насос работает с эффективностью около 75%, по сравнению с двигателем внутреннего сгорания, который работает с эффективностью всего лишь 20%. В относительных показателях насос может быть эффективной машиной.

Можно легко упустить из виду огромный потенциал для экономии энергии, который существует за счет оптимизации насосных систем. Проблема в том, что насос очень чувствителен к тому, как его эксплуатируют. Поэтому насосная система имеет наибольшее влияние на используемую насосом энергию.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Исследования относятся к насосам, работающим на рабочих жидкостях типа воды, для которых влияние числа Рейнольдса проявляется только через дисковые потери энергии.

Как известно, гидравлический КПД  $\eta_r$  имеет двойное значение: является составляющим полного КПД и входит в выражение для диаметра рабочего колеса

$$D_2 = [4H/\omega^2 K_z \eta_r (1 - q)]^{0,5}, \quad (1)$$

где  $H$  – Дж / кг,

$\omega$  – угловая скорость насоса, 1/с,

$K_z$  – коэффициент влияния числа лопастей колеса,

$q = \bar{c}_{2m} \cdot ctg \beta_{2t}$  – расходный параметр насоса.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью статьи является оценка связи экономичности центробежных насосов с коэффициентом быстроходности и числом Рейнольдса. Задача состоит в получении зависимости гидравлического КПД от коэффициента быстроходности.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Рассмотрим зависимости определения гидравлического КПД. В работе [1] предложено соотношение:

$$\eta_r = 1 - 0,42 / (\lg D_0 - 0,172)^2, \quad (2)$$

где  $D_0$  – диаметр входного патрубка, мм.

В работе [2] предложено определять гидравлический КПД по значению полного КПД:

$$\eta_r = \eta / \eta_{об} \cdot \eta_{д}. \quad (3)$$

Произведение объёмного и дискового КПД:



$$\eta_{об} \cdot \eta_{\partial} = 0,737n_s^{0,042}, \quad (4)$$

где  $n_s = 3,65 \cdot n \cdot Q_c^{0,5} / H^{0,75}$  – коэффициент быстроходности насоса, здесь  $n$  – об / мин;  $Q_c$  – м<sup>3</sup>/с;  $H$  – м.

Полный КПД одноступенчатого насоса типа К вычисляется по формуле работе [3]:

$$\eta_{макс} = \frac{0,853}{(1+71,6/n_s^{4/3})} + 0,051(D_o - 0,1). \quad (5)$$

При  $D_o = 200$  мм (наибольшая величина) поправка в КПД составляет всего 0,0051, то есть влияет только на третий знак КПД. Поэтому вторым членом выражения (5) можно пренебречь.

В работе [4] приведены соотношения для  $\eta_e$  и произведения  $K_z \eta_e$ , входящего в формулу (1):

$$\eta_e = (0,88 - 0,91\bar{D}_1) / (1 - \bar{D}_1), \quad (6)$$

$$K_z \eta_e = (0,7 - 0,73\bar{D}_1) / (1 - \bar{D}_1). \quad (7)$$

Для дальнейших расчётов необходимы знания коэффициента теоретического напора [5]:

$$\bar{H}_m = \bar{H}_{m0} (\bar{H}_{m\infty} + \alpha_F \bar{c}_{2m}), \quad (8)$$

$$\bar{H}_{m0} = 1 - 0,333 \left[ 1 - \left( 1 - \frac{7}{z} \sqrt{\frac{\beta_{1л} + \beta_{2л}}{360}} \right)^2 \right] - 0,47\bar{D}_1^3 (1,2 - \tau_K)^2 / \sin \beta_{2л},$$

третий член равняется нулю при густоте решётки колеса  $\tau_K > 1,2$ , густота решётки определяется по формуле:

$$\tau_K = z/\pi \sqrt{1 + 4\bar{D}_1 \sin^2 \frac{\beta_{1л} + \beta_{2л}}{2} / (1 - \bar{D}_1)^2}$$

$$\bar{H}_{m\infty} = 1 - q$$

$$\alpha_F = 0,05 \left( 1 - \frac{F_1}{F_2} \right) \cdot \frac{F_1}{F_2} \cdot z^{0,333} (1 - \bar{D}_1) \sin^2 0,5(\beta_{2л} + \beta_{1л}),$$

$$\text{где } \frac{F_1}{F_2} = \bar{D}_1 \frac{b_1}{b_2} \sin \beta_{1л} / \sin \beta_{2л}, \quad \frac{b_1}{b_2} = 2,13 - 0,0024n_s.$$

Кроме формулы (8), коэффициент теоретического напора рассчитывается с помощью следующего выражения:

$$\bar{H}_m = K_z (1 - q). \quad (9)$$

После определения  $\bar{H}_m$  по формуле (8) коэффициент  $K_z$  вычисляется с помощью выражения (9). Коэффициент  $K_z$  определяется углом лопастей на выходе  $\beta_{2л}$ , отношением диаметров колеса  $\bar{D}_1$  и числом лопастей [6]. В работе [4] приведено выражение для числа лопастей, дающее завышенные значения количества лопастей. Скорректированное выражение имеет вид:

$$Z = 5(1,5 + \beta_{2л}/60) + 65(0,6 - \bar{D}_1)^2. \quad (10)$$

В работе [6] на основании опытных данных утверждается, что при больших значениях  $\bar{D}_1$  для увеличения коэффициента  $K_z$  и  $\bar{H}_m$  надо увеличивать число лопастей. При этом отличия расчётных и опытных значений  $K_z$  не превышает 2 % ( $\bar{D}_1 = 0,4 - 0,8$ ;  $\beta_{2л} = 20 - 120^\circ$ ;  $Z = 8 - 16$ ). Это соответствует формуле:

$$Z = 3(1,5 + \beta_{2л}/60) + 17\bar{D}_1^2. \quad (11)$$

Формуле (10) соответствуют большие значения  $Z$  при малых  $\bar{D}_1$  и небольшие  $Z$  при больших  $\bar{D}_1$ . Это практически совпадает с числом  $Z = 10$  (5 + 5) насосов 12,5 / 50 и 12,5 / 120 фирмы ГИДРОГАЗ с  $n_s = 33,2n_s$  и 17,5;  $\beta_{2л} = 30$  и  $35^\circ$ ;  $\bar{D}_1 = 0,376$  и 0,400.

Формуле (11) соответствуют, наоборот, большие значения  $Z$  при больших  $\bar{D}_1$  и небольшие  $Z$  при малых  $\bar{D}_1$ . Отсюда следует, что для увеличения  $K_z$  при больших и малых  $\bar{D}_1$  надо соединить формулы (10) и (11) - формула (10) при  $\bar{D}_1 \leq 0,5$  и формула (11) при  $\bar{D}_1 > 0,5$ :

$$Z = 5(1,5 + \beta_{2л}/60) + 65(0,6 - \bar{D}_1)^2 \text{ при } \bar{D}_1 \leq 0,5 \text{ или } n_s \leq 150, \quad (12)$$

$$Z = 3(1,5 + \beta_{2л}/60) + 17\bar{D}_1^2 \text{ при } \bar{D}_1 > 0,5 \text{ или } n_s > 150. \quad (13)$$

Используем приведенные соотношения для дальнейшего анализа. Расчёты по формуле (2) шести одноступенчатых насосов типа К с минимальными и максимальными значениями  $D_o = 50 - 200$  мм дали результаты  $\eta_c = 0,82 - 0,91$ , при этом полный КПД  $\eta = 0,615 - 0,81$ . Несмотря на нормальные результаты, формула (2), видимо, применима для предварительных расчётов, так как входной диаметр насоса  $D_o$  физически не может определять гидравлические потери в насосе.

В таблице 2 относительный диаметр и расходный параметр насоса определяются по формулам [7]:

$$\bar{D}_1 = 0,33 + 1,1 \cdot 10^{-5} n_s^{1,8}. \quad (14)$$

$$q = 1 - 2398(0,33 + 1,1 \cdot 10^{-5} n_s^{1,8})^2 / n_s^{4/3} \text{ при } n_s > 80, \quad (15)$$

$$q = 0,00125 n_s \text{ при } n_s \leq 80. \quad (16)$$

При расчётах с использованием соотношений (8), (10) и (11) гидравлический КПД определяется с помощью приведенных зависимостей [6].

Потери энергии в колесе вычисляются по формуле:

$$\bar{L}_k = 0,5 \xi_k \bar{D}_1^2,$$

где  $\xi_k = 0,15 + 0,18 / (0,77 - h_u)$

$$h_u = \bar{D}_1 (\bar{D}_1 - w_2 / w_1) / \bar{H}_m,$$

$$\frac{w_2}{w_1} = \bar{D}_1 \frac{b_1}{b_2} \sin(\beta_{1л} - i) / \sin \beta_2,$$

$$\operatorname{ctg} \beta_2 = (1 - \bar{H}_m) / \bar{c}_{2m},$$

$i$  – угол атаки.

Потери в спиральном отводе складываются из потерь в спиральном сборнике и коническом диффузоре:

$$\bar{L}_{омв} = 0,5 \xi_{омв} \bar{H}_m^2,$$

где  $\xi_{омв} = \xi_c + \xi_{кд} (c_z / c_{2u})^2$ .

Коэффициент потерь в спиральном сборнике:

$$\xi_c = 1,1 + 1,45 (c_z / c_{2u})^2 - 2,4 (c_z / c_{2u}) \cos \alpha_2$$

где  $\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\bar{c}_{2m}}{\bar{H}_m}; \frac{c_z}{c_{2u}} = 0,55 - 0,65$ .

Рассчитанный гидравлический КПД:

$$\eta_{рас} = 1 - \frac{0,5 \xi_k \bar{D}_1^2}{\bar{H}_m} - 0,5 \xi_{омв} \bar{H}_m. \quad (17)$$

С учётом поправки, действительный гидравлический КПД определяется рассчитанным [7]:

$$\eta_{сп} = 1,48 \eta_{рас} - 0,49. \quad (18)$$

Коэффициент напора:

$$\bar{H} = \bar{H}_m \eta_c.$$

Для расчёта объёмного и дискового КПД в работе [4] приведены сложные соотношения. Значения объёмного КПД, полученные по сложному соотношению, отличаются в пределах 1% от значений, рассчитанных по простой формуле [1]:

$$\eta_{об} = 1 / (1 + 0,68 / n_s^{0,67}). \quad (19)$$

Дисковый КПД определяется по формуле [4]. После использования постоянных величин получим [7]:

$$\eta_d = 1 - C_d \left\{ C_d + 1,3 \cdot 10^{-5} \bar{H}_m^{2,5} n_s^2 \eta_c^{1,5} + 0,0115 A \bar{H}_m (D_1 / D_2)^2 \right\}^{-1}, \quad (20)$$

где  $A = \left\{ \bar{H}_m (\eta_{зк} - 0,5 \bar{H}_m) - 0,125 [1 - 1,96 (D_1 / D_2)^2] \right\}^{0,5}$ .

Гидравлический КПД колеса  $\eta_{гк} = 1 - \bar{L}_\kappa / \bar{H}_m$ .

Из формулы (20) следует, что, помимо коэффициента  $n_s$ , на  $\eta_\delta$  оказывает влияние величина  $\bar{H}_m$  и  $\eta_z$  увеличение которых ведёт к росту дискового КПД.

Таблица 1.

Зависимость коэффициента трения дисков колёс насоса  $C_\delta$  от числа Рейнольдса

$R_e$	$C_\delta$
$10^6$	0,0023
$10^5$	0,0037
$2 \cdot 10^4$	0,0095

Дисковый КПД предлагается вычислить по формуле [8]:

$$\eta_\delta = 1 / (1 + 35/n_s^{1,3}).$$

С учётом влияния числа Рейнольдса эта формула принимает вид:

$$\eta_\delta = 1 / (1 + \kappa/n_s^{1,3}). \quad (21)$$

где  $\kappa = 25$  при  $R_e = 10^6$ ;  $\kappa = 40$  при  $R_e = 10^5$ ;  $\kappa = 102$  при  $R_e = 2 \cdot 10^4$ .

Дальнейшие расчёты проведены при  $\beta_{1л} = \beta_{2л} = 20^0$ ;  $\xi_{\kappa\delta} = 0,25$ ;  $c_z/c_{2u} = 0,65$ .

Таблица 2.

Результаты расчётов при разных значениях коэффициента быстроходности

Номера формул			(3)	(4)	(6)	(7)	(8) при $\tau_\kappa=1,2$			(8) при $\tau_\kappa=1,2$		
$n_s$	$\bar{D}_1$	$q$	$\eta$	$\eta_z$	$\eta_z$	$K_z \eta_z$	$Z$	$\bar{H}_m$	$\eta_z$	$\bar{H}$	$K_z$	$K_z \eta_z$
40	0,338	0,095	0,560	0,651	0,865	0,685	4	0,697	0,893	0,622	0,734	0,655
80	0,359	0,10	0,706	0,797	0,863	0,683	5	0,659	0,891	0,587	0,722	0,643
100	0,374	0,276	0,739	0,827	0,862	0,682	5	0,520	0,886	0,460	0,718	0,634
150	0,413	0,486	0,783	0,860	0,859	0,679	5	0,358	0,852	0,305	0,696	0,593
200	0,482	0,524	0,804	0,873	0,852	0,672	5	0,311	0,814	0,253	0,653	0,532
250	0,558	0,526	0,816	0,878	0,842	0,662	6	0,350	0,788	0,276	0,738	0,582
300	0,646	0,500	0,824	0,880	0,825	0,645	7	0,390	0,751	0,293	0,780	0,586

(8) и (11)						(10)					
$Z$	$\bar{H}_m$	$\eta_z$	$\bar{H}$	$K_z$	$K_z \eta_z$	$Z$	$\bar{H}_m$	$\eta_z$	$\bar{H}$	$K_z$	$K_z \eta_z$
7	0,772	0,878	0,678	0,812	0,713	14	0,903	0,866	0,782	0,950	0,823
8	0,745	0,881	0,656	0,828	0,729	13	0,850	0,867	0,737	0,945	0,819
8	0,589	0,878	0,517	0,813	0,714	12	0,680	0,870	0,592	0,939	0,817
9	0,413	0,836	0,345	0,804	0,672	11	0,478	0,832	0,398	0,930	0,774
10	0,391	0,797	0,311	0,821	0,655	10	0,437	0,804	0,321	0,918	0,738
11	0,399	0,776	0,310	0,842	0,653	9	0,427	0,734	0,313	0,910	0,668
13	0,436	0,748	0,326	0,872	0,652	9	0,442	0,747	0,330	0,910	0,680

(11)						(12) + (13)					
$Z$	$\bar{H}_m$	$\eta_z$	$\bar{H}$	$K_z$	$K_z \eta_z$	$Z$	$\bar{H}_m$	$\eta_z$	$\bar{H}$	$K_z$	$K_z \eta_z$
7	0,817	0,878	0,717	0,860	0,755	14	0,903	0,866	0,782	0,950	0,823
8	0,738	0,888	0,655	0,883	0,784	13	0,850	0,867	0,734	0,945	0,819
8	0,594	0,879	0,522	0,883	0,776	12	0,680	0,870	0,592	0,939	0,817
9	0,464	0,835	0,387	0,910	0,760	11	0,478	0,832	0,398	0,930	0,774
10	0,437	0,804	0,351	0,918	0,738	12	0,447	0,785	0,351	0,939	0,737
11	0,441	0,785	0,346	0,930	0,730	13	0,447	0,753	0,337	0,943	0,710
13	0,473	0,753	0,356	0,945	0,712	14	0,475	0,720	0,338	0,950	0,675

При расчёте по формулам (10), (11) и (12) + (13) не проводилось уточнение гидравлического КПД по формуле (18) с целью сопоставимости результатов расчёта по формуле (8), для которой уточнение отсутствует. В таблицах 3 и 4 уточнение по формуле (18) проведено.

Таблица 3.  
Результаты расчёта дискового и полного КПД  
(12) + (13) и (21)

$\eta_c$	$\eta_{об}$	$R_c = 10^6$		$R_c = 10^5$		$R_c = 2 \cdot 10^4$		$n_s$
		$\eta_0$	$\eta$	$\eta_0$	$\eta$	$\eta_0$	$\eta$	
0,792	0,946	0,829	0,621	0,752	0,564	0,543	0,407	40
0,793	0,965	0,922	0,705	0,882	0,674	0,745	0,571	80
0,798	0,970	0,941	0,728	0,909	0,704	0,797	0,616	100
0,741	0,976	0,964	0,697	0,944	0,683	0,869	0,628	150
0,672	0,980	0,975	0,643	0,960	0,632	0,905	0,596	200
0,624	0,983	0,981	0,602	0,970	0,595	0,928	0,570	250
0,576	0,985	0,985	0,559	0,976	0,554	0,942	0,534	300

$n_s$	$Z$	$Z = 8$ и (21)					$R_c = 10^6$		$R_c = 10^5$		$R_c = 2 \cdot 10^4$		$\bar{H}_{cp}$
		$\bar{H}_m$	$\eta_c$	$\bar{H}$	$K_z$	$K_z \eta_c$	$\eta_0$	$\eta$	$\eta_0$	$\eta$	$\eta_0$	$\eta$	
40	8	0,836	0,802	0,670	0,88	0,706	0,829	0,629	0,752	0,571	0,543	0,412	0,725
80	8	0,792	0,802	0,635	0,88	0,706	0,922	0,713	0,882	0,682	0,745	0,577	0,677
100	8	0,637	0,805	0,513	0,88	0,708	0,941	0,735	0,909	0,710	0,797	0,622	0,540
150	8	0,452	0,774	0,350	0,88	0,681	0,964	0,728	0,944	0,713	0,869	0,656	0,370
200	8	0,419	0,730	0,306	0,88	0,642	0,975	0,698	0,960	0,687	0,905	0,647	0,328
250	8	0,417	0,682	0,284	0,88	0,600	0,981	0,658	0,970	0,650	0,928	0,622	0,290
300	8	0,440	0,608	0,268	0,88	0,535	0,985	0,590	0,976	0,585	0,942	0,564	0,328

Сравним варианты по трём параметрам:  $\eta_c$ ,  $K_z \eta_c$ , произведение входит в формулу (1), и коэффициент действительного напора  $\bar{H}$ . Формулы (3), (4) и (6), как и формула (2), не дают значений  $K_z \eta_c$  и  $\bar{H}$ . Формула (8) при  $\tau_k = 1,2$  показывает высокие значения гидравлического КПД  $\eta_c$ , однако при этом число лопастей не велико. Отметим, что уменьшение числа лопастей (уменьшение  $\bar{H}_m$ ) ведёт к росту гидравлического КПД, это также установлено в работе [4]. Формулы (8) + (11) показывают  $\eta_c$  несколько меньшие, чем в предыдущем варианте, но значения  $K_z \eta_c$  и  $\bar{H}$  большие. Вариант (10) по величине  $\eta_c$  меньше предыдущего варианта, но больше по параметрам  $K_z \eta_c$  и  $\bar{H}$ . Формула (11) показывает несколько большие значения  $\eta_c$ , но несколько меньшие значения  $K_z \eta_c$  и  $\bar{H}$ . Вариант (12) + (13) по параметрам практически совпадает с вариантом (10) и лучше варианта (11), который имеет рациональное число лопастей, соответствующее работе [6].

Расчёт полного КПД приведен в таблице 3. Здесь же даны результаты при сравнительно малом числе лопастей,  $Z = 8$ , когда ожидается повышение гидравлического КПД. Видно, что параметры этого варианта близки к вариантам (8) + (11) и (11), но существенного увеличения гидравлического КПД в данном случае не отмечается, однако при  $n_s = 150 - 250$  вариант даёт максимальные значения гидравлического КПД.

Из формулы (17) в соответствии с расчётами следует, что при известном  $\bar{D}_1$  увеличение  $\bar{H}_m$  ведёт к росту, а уменьшение к падению гидравлического КПД. Поэтому при изменении числа лопастей определённое значение  $\bar{H}_m$  приводит к максимальной величине гидравлического КПД. Пренебрегая влиянием  $\bar{H}_m$  на отношение скоростей  $w_2/w_1$  через  $\sin \beta_2$  и на коэффициент  $\xi_c$  через  $\cos \alpha_2$  (остаётся влияние  $\bar{H}_m$  только на параметр  $h_u$ ), приравняем первую производную от формулы (17) к нулю и получим оптимальную величину

$$\bar{H}_{m оп} = 0,62 \bar{D}_1 (\xi_{оп})^{-0,5}.$$

Однако эта зависимость оказалась не достоверной, так как она даёт при  $n_s = 40$  значительно заниженное значение  $\bar{H}_{m оп}$ , а при  $n_s = 300$  существенно завышенное значение  $\bar{H}_{m оп}$ . Поэтому используем в качестве оптимального значения  $\bar{H}_m$  варианта (11), при котором достигается отличие не более 2,5 % гидравлический КПД от наибольшего значения вариантов (8) при  $\tau_k = 1,2$  и  $Z = 8$ . Максимум гидравлического КПД приведен в таблице 4.

Таблица 4.  
Максимальные значения гидравлического КПД

$n_s$	40	80	100	150	200	250	300
$q$	0,050	0,100	0,276	0,486	0,524	0,526	0,500
$\bar{D}_1$	0,338	0,358	0,374	0,413	0,482	0,558	0,646
$\eta_{z\max}$	0,809	0,824	0,811	0,746	0,700	0,672	0,624
$K_z$	0,860	0,883	0,883	0,910	0,918	0,930	0,945
$K_z \eta_e$	0,817	0,738	0,594	0,464	0,437	0,441	0,473
$K_z \eta_e$	0,695	0,728	0,716	0,679	0,643	0,625	0,590
$\bar{H}_{\max}$	0,661	0,609	0,482	0,346	0,306	0,296	0,295
$Z, \beta_{2л} = 20^\circ; (11)$	7	8	8	9	10	11	13
$Z, \beta_{2л} = 30^\circ; (11)$	10	12	12	14	16	18	10 +10
$\eta, Re = 10^6$	0,624	0,733	0,740	0,701	0,669	0,648	0,606
$\eta, Re = 10^5$	0,576	0,701	0,715	0,687	0,659	0,640	0,600
$\eta, Re = 2 \cdot 10^4$	0,415	0,592	0,627	0,633	0,620	0,612	0,579

В таблице 4 приведены оптимальные числа лопастей, определённые оптимальными значениями  $\bar{H}_{m\text{opt}}$  и, следовательно,  $K_z$ . По значению  $K_z$  можно определить число лопастей при любом угле  $\beta_{2л}$ .

Предпочтение следует отдавать большему гидравлическому КПД, ведущему к уменьшению потребляемой мощности, а снижение  $K_z \eta_e$  ведёт только к некоторому увеличению диаметра колеса.

С помощью корреляционно – регрессионного анализа получены следующие формулы (индекс корреляции 0,980):

$$\begin{aligned} \eta_{z\max} &= 0,849 - 0,00047n_s - 10^{-6}n_s^2, \\ \bar{H}_{\max} &= 0,852 + 8,8 \cdot 10^{-6}n_s^2 - 0,00448n_s \\ \bar{H}_{m\text{opt}} &= 1,032 + 1,16 \cdot 10^{-5}n_s^2 - 0,00532n_s \end{aligned} \quad (22)$$

Оптимальное число лопастей определяется следующим образом. По коэффициенту быстроходности находятся значения  $\bar{D}_1$  и  $q$ , затем по оптимальной величине  $\bar{H}_{m\text{opt}}$  вычисляется параметр  $K_z$ , с помощью которого при принятом угле лопастей колеса на выходе по графикам работы [6] находится оптимальное число лопастей.

Зависимость гидравлического КПД от коэффициента быстроходности для вариантов расчёта имеет небольшой максимум при  $n_s = 80 - 100$ , а полный КПД образует максимум при  $n_s = 100, 120, 130, 150$  или  $170$ . Максимум полного КПД соответствует работе [9], в которой отмечается максимум при  $n_s = 150 - 250$ . Наличие максимума при повышении с  $n_s$  объёмного и дискового КПД вызывается падением с увеличением  $n_s$  гидравлического КПД.

На рисунке 1 приведены зависимости от  $n_s$  гидравлического КПД варианта  $Z=8$  и полного КПД при различных числах Рейнольдса для варианта  $Z=8$ , дисковый КПД определялся по формуле (21).

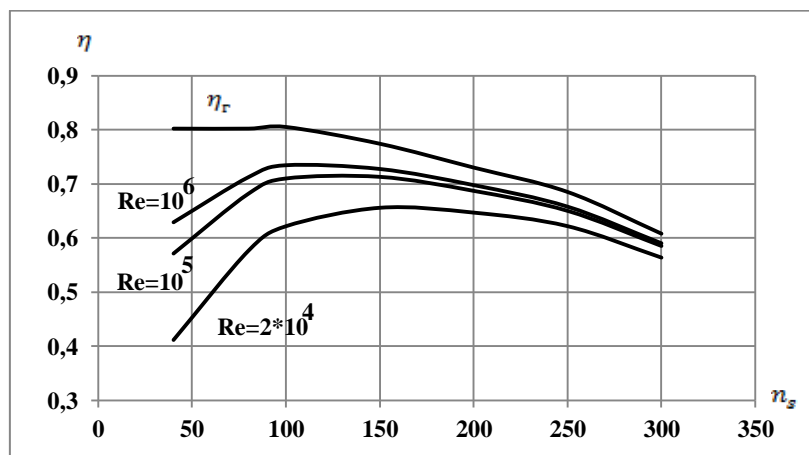


Рис. 1. Зависимость гидравлического КПД от коэффициента быстроходности и зависимость полного кпд от коэффициента быстроходности и числа Рейнольдса

Там же приведена зависимость (5). Видно, что формула (5) практически совпадает с КПД при  $R_e = 10^5$  до  $n_s = 80$ , дальнейшее увеличение  $n_s$  приводит к превышению данных формулы (5), это превышение достигает 42%.

Гидравлический КПД рассчитывается по формуле (18), при приближённых расчётах можно воспользоваться формулу (22).

Увеличение коэффициента быстроходности с 40 до 100 ведёт к незначительному росту гидравлического КПД на 0,4%, при дальнейшем увеличении коэффициента быстроходности до 300 гидравлического КПД падает на 32%.

Полный КПД определится по следующей формуле без учёта механического КПД:

$$\eta = \eta_e \eta_{об} \eta_{д}, \quad (23)$$

где  $\eta_{об}$  и  $\eta_{д}$  находятся по формулам (19) и (20) или (21).

Гидравлический КПД колеса, входящий в формулу (20), определяется с помощью выражения

$$\eta_{гк} = 1 - \frac{\bar{L}_к}{\bar{H}_m} = 0,99 - 0,000018 n_s^{1,6}.$$

Полученные при варианте (11) формулы для приближённого расчёта полного КПД при  $n_s = 40 - 300$  (индекс корреляции 0,800–0,885).

При  $R_e = 10^6$ :

$$\eta = 0,615 + 0,0014 n_s - 5 \cdot 10^{-6} n_s^2. \quad (24)$$

При  $R_e = 10^5$ :

$$\eta = 0,552 + 0,00185 n_s - 5,8 \cdot 10^{-6} n_s^2. \quad (25)$$

При  $R_e = 2 \cdot 10^4$ :

$$\eta = 0,345 + 0,00325 n_s - 8,5 \cdot 10^{-6} n_s^2. \quad (26)$$

Увеличение коэффициента быстроходности с 40 до 120 – 150 ведёт к росту полного КПД на 18 – 60%, при дальнейшем увеличении коэффициента быстроходности до 300 полный кпд падает на 17 – 25%.

Модель определения влияния на полный КПД числа Рейнольдса можно представить в трёх вариантах. При этом точность результатов понижается с увеличением номера варианта, но зато возрастает оперативность расчётов:

1. Гидравлический, объёмный и дисковый КПД определяются расчётом с помощью соотношений (18), (19) и (20) при принятом значении числа Рейнольдса. Значения  $\bar{H}_m$ ,  $q$ ,  $\bar{D}_1$  находятся из формул (9) и (14) – (16), а коэффициент  $K_z$  определяется по принятым значениям  $Z$ ,  $\bar{D}_1$  и угла  $\beta_{2л}$  с помощью графических зависимостей работы [6]. Полный КПД вычисляется по формуле (23);

2. Гидравлический, объёмный, дисковый и полный КПД определяются с помощью соотношений (22), (19), (21) и (23) при принятом значении числа Рейнольдса;

3. Полный КПД определяется по приближённым формулам (24) – (26) при заданном значении числа Рейнольдса и коэффициента быстроходности.

## ВЫВОДЫ

1. В результате расчёта десяти вариантов получена зависимость гидравлического КПД от коэффициента быстроходности в диапазоне  $n_s = 40 - 300$  с малым максимумом при  $n_s = 80, 100$ .

2. Определено оптимальное количество лопастей в зависимости от коэффициента быстроходности и угла лопастей на выходе колеса при максимальной величине гидравлического КПД. Получены зависимости для максимальных значений гидравлического КПД, коэффициентов теоретического и действительного напора насоса.

3. Установлена связь полного КПД с числами Рейнольдса  $10^6$ ,  $10^5$  и  $2 \cdot 10^4$  в диапазоне  $n_s = 40 - 300$  с максимумом при  $n_s = 100, 120, 130, 150$  или  $170$ .

4. С учётом опытных данных и современного проектирования насосов получены новые соотношения для определения числа лопастей рабочего колеса центробежного насоса.

5. Приведены соотношения для расчёта гидравлического, объёмного, дискового и полного КПД насоса. Дисковый и полный КПД учитывают влияние числа Рейнольдса.

6. Предложено три варианта модели определения полного КПД центробежного насоса с учётом влияния числа Рейнольдса, отличающиеся точностью результатов и оперативностью расчётов.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перспективой дальнейших исследований является использование центробежных насосов других зарубежных фирм.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ломакин, А.А. Центробежные и осевые насосы / А.А. Ломакин. – Л.: Машиностроение, 1966. – 364 с.

2. Боровский, Б.И. О подходе к сравнению центробежных насосов по экономичности / Боровский Б.И., Дихтырь Т.В. // Сб. Экономика строительства и природопользования – 2017. – № 3(64). – С. 11–15.

3. Боровский, Б.И. Оценка экономичности одноступенчатых и многоступенчатых центробежных насосов / Боровский Б.И., Дихтырь Т.В. // Строительство и техногенная безопасность – 2017. – № 8 (60). – С. 81-86.

4. Боровский, Б.И. Энергетические параметры и характеристики высокооборотных лопатных насосов / Б.И. Боровский. – М.: Машиностроение, 1989. – 184 с.

5. Шестаков, К.Н. Расчётно–теоретическая оценка коэффициента теоретического напора центробежного колеса / К.Н. Шестаков // Тр. ЦИАМ. – 1980. – 32 с.

6. Высокооборотные лопаточные насосы // Под ред. Б.В. Овсянникова и В.Ф. Чебаевского. – М.: Машиностроение, 1974. – 336 с.

7. Боровский, Б.И. Центробежные лопаточные насосы с конфузторными рабочими колёсами / Б.И. Боровский. – Симферополь: Доля, 2017. – 58 с.

8. Горгиджаниян, С.А. О коэффициентах полезного действия ступеней центробежных скважинных насосов / С.А. Горгиджаниян, Н.В. Гусин // Труды ЛПИ. – 1969. – № 310. – С. 159–163.

9. Михайлов, А.К. Конструкции и расчёт центробежных насосов высокого давления / А.К. Михайлов, В.В. Малюшенко. – М.: Машиностроение, 1971. – 304 с.

### THE COMMUNICATION OF THE ECONOMICITY OF SINGLE-STAGE CENTRIFUGAL PUMPS WITH THE FAST-QUENCHITY FACTOR AND THE REINOLDS NUMBER

Borovsky B.I., Dikhtyar T.V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** Pumps are included in various technical systems, including in the life support systems of buildings and structures. When designing pumps, the speed of the pump is specified. By the value of this coefficient it is useful to estimate, in the first approximation, the expected economy of the designed pump. As a result of the calculation of ten variants, the dependence of the hydraulic efficiency on the coefficient of high speed was obtained. The relation of the full efficiency to the Reynolds numbers is established. Taking into account the experimental data and modern design of the pumps, a new ratio has been obtained for determining the number of impeller blades of a centrifugal pump.

**Keywords:** centrifugal pump, efficiency, efficiency and pressure ratio, coefficient of high-speed pump, Reynolds number.

УДК 69.699.8

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ПЛАСТИНЫ НА ЕЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Чемодуров В.Т.<sup>1</sup>, Маслак А.С.<sup>2</sup>, Кузьменко О.А.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И.Вернадского, 295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: <sup>1</sup>chens\_mu1@mail.ru, <sup>2</sup>acm2@mail.ru, <sup>3</sup>olya.kuzy@mail.ru

**Аннотация:** В последнее время широкое применение в практике приходится на проектирование мостов висячей конструкции, как наименее затратных. Однако стремление к облегчению конструкции приводит к росту чувствительности таких мостов к воздушному потоку в период сильных ветров. Возникающие при этом аэродинамические нагрузки оказывают влияние на прочностные характеристики пролетов таких мостов. Определение критического соответствия устойчивости пролетов висячих мостов к аэродинамическим нагрузкам является актуальной задачей при предварительном проектировании сооружений данного типа. Таким образом, целью данной статьи является определение зон динамической устойчивости пролетов висячего моста, которые зависят от скорости набегающего потока воздуха. В качестве модели пролета висячего моста используется плоская пластина. Для определения положения пластины в любой момент времени используются уравнения Лагранжа второго рода. В работе используется одномерный подход к построению зон устойчивости пластины к ветровой нагрузке при постоянной толщине. Критерием задачи является критическое отношение длины полотна пролета к его ширине. Далее приводится метод нахождения функциональной связи критических параметров полотна от двух переменных: толщины полотна и скорости потока воздуха. Данный метод опирается на правила рототабельного планирования экспериментов.

**Ключевые слова:** висячий мост, аэродинамическая нагрузка, колебания, подъемная сила, прогиб пластины.

### ВЕДЕНИЕ

В связи с ростом масштабов транспортного строительства, с увеличением перекрываемых пролетов мостов и с оптимизацией их конструкций, исследования в области совершенствования методов динамических и аэродинамических расчётов приобретают особую значимость.

Низкая конструкционная жёсткость висячих кабельных систем общеизвестна [3-5]. С увеличением перекрываемых пролетов они становятся всё более гибкими и податливыми, поскольку ширина пролётных строений, несущих не более 6 полос временной нагрузки, редко превышает 35 м. Почти во многих висячих большепролётных системах наблюдались значительные колебания, вызванные ветром. Таким образом, воздействие набегающего потока воздуха и связанные с этим процессы можно считать одними из главных проблем при расчёте устойчивости балок жёсткости узких висячих систем как вантовых, так и кабельных, а также балочных сплошностенчатых пролётных строений. Взаимодействие пролётных строений мостов с ветровым потоком вызывает ряд опасных статических и динамических аэроупругих явлений, которые должны учитываться в расчётах как на стадии возведения, так и при эксплуатации сооружения. Поэтому при строительстве крупных мостов висячей системы проводят исследование проектируемой конструкции на модели, подвергаемой действию пульсирующих вертикальных и горизонтальных нагрузок и воздушного потока в аэродинамической трубе.

При воздействии ветровых нагрузок на пролеты висячего моста, возможны их колебания, включающие поперечные и крутильные составляющие. При совпадении оси жесткости пролета с его осью центра масс можно считать, что поперечные и крутильные колебания являются независимыми. Изучим только поперечные колебания пролета при различных условиях крепления концов.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Первые исследования по аэроупругости висячих мостов в 40-х годах прошлого века проводили: Т. Карман, Д. Штейнман, Ф. Фаркуарсон, Г. Винсент, Ф. Блейх. В нашей стране подобными исследованиями занимались – Власов В.З., Гольденблат И.И., Болотин В.В., Якубович В.А., Размадзе А.Н., Цаплин С.А. [4–6]. Проблема динамической устойчивости и пространственных изгибно-крутильных колебаний тонкостенных стержней в связи с аварией Такомского моста рассматривалась в докторских диссертациях Болотина В.В., Гольденבלата И.И.,



Дмитриева Ф.Д. В работах Передерия Г.П., Стрелецкого Н.С., Гибшмана Е.Е., Цаплина С.А., Ильясевича С.А., Качурина В.К., Потапкина А.А. [5, 7, 8] отмечается важность учёта ветрового динамического воздействия на пролётные строения мостов и даются рекомендации по расчёту. В настоящее время нормативные документы расчета аэродинамических явлений висячих мостов не в полной мере удовлетворяют требованиям безопасности при строительстве и эксплуатации сооружений. Расчет границ динамической устойчивости мостового полотна на аэродинамическую нагрузку еще не рассматривалось другими учеными.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью исследования реакции пролета висячего моста на аэродинамическую нагрузку в качестве модели выберем пластину с соответствующими габаритными размерами. С помощью метода конечных разностей, разработаем математическую модель прогиба пластины при действии ветровой нагрузки; изучим реакцию пластины на динамическую нагрузку при различных условиях ее закреплениях.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Рассматривается динамика модели мостового полотна одного пролета под действием аэродинамической нагрузки, представляющая собой пластину с параметрами, показанными на рисунке 1.

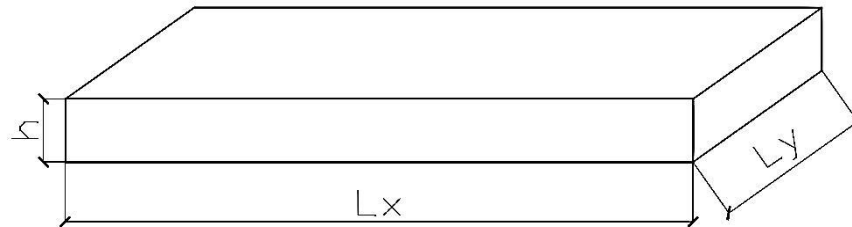


Рис. 1. Модель мостового полотна в виде тонкой пластины

В реальных условиях внешняя нагрузка состоит из подъемной аэродинамической силы и вращательного аэродинамического момента.

Построим модель поперечных колебаний моста с использованием метода конечных разностей. Модель (в виде пластины) в плане разбиваем на произвольные числа участков по осям  $x$  и  $y$ , определим их сетку численного решения задачи поперечных колебаний пластины (рис. 2) [1].

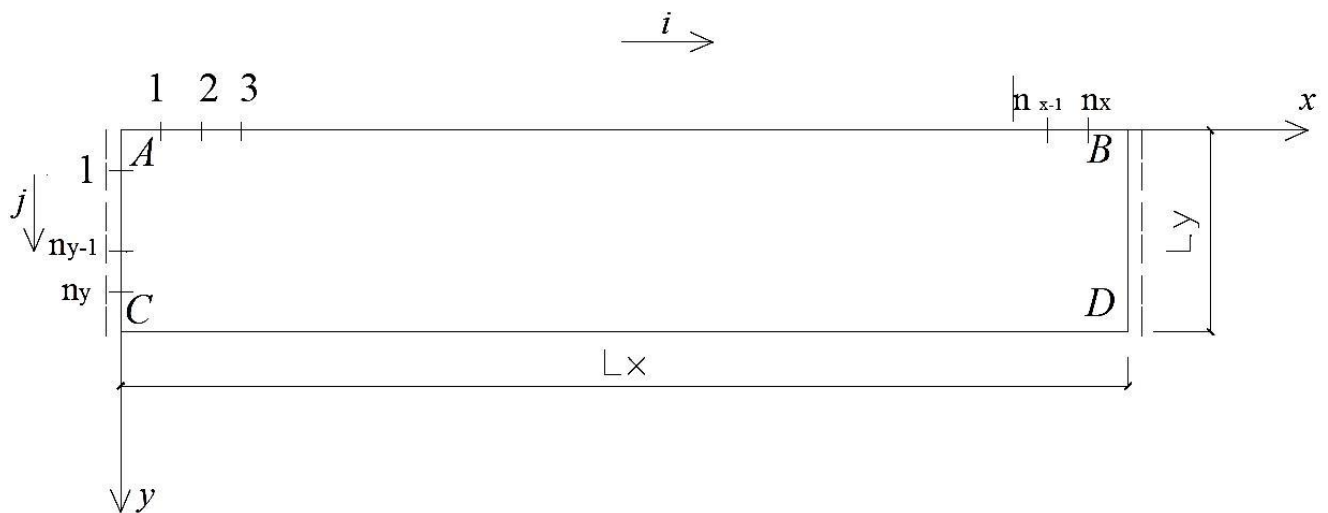


Рис. 2. Сетка численного решения задачи

Пусть грани пластины  $AC$  и  $BD$  имеют шарнирные опирания, при этом они беспрепятственно могут сближаться, если одна из опор шарнирно-подвижная.

Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластины имеет вид

$$D\nabla^4 w - q = 0 \quad (1)$$

где  $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu)^2}$  – цилиндрическая жесткость;  $q$  – подъемная аэродинамическая погонная

нагрузка;  $\nabla^4$  – оператор Лапласа четвертого порядка.

$$\nabla^4 w = \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \quad (2)$$

Погонная нагрузка (приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> площади пластины) определяется как аэродинамическая подъемная сила [2]:

$$q = C_y^\alpha \alpha \frac{\rho v^2}{2} \quad (3)$$

где  $C_y^\alpha$  – коэффициент подъемной силы;  $\rho$  – плотность воздуха;  $v$  – скорость воздушного потока;  $\alpha$  – угол атаки потока воздуха является случайной величиной.

Для плоской пластины он имеет следующее значение

$$C_y^\alpha = \pi \frac{l_x}{l_y} \quad (4)$$

Используя формулы производных метода конечных разностей, запишем уравнения (2) для произвольной ячейки сетки. Получим:

$$\nabla^4 w = a_1 (w_{i-2,j} - 4w_{i-1,j} + 6w_{i,j} - 4w_{i+1,j} + w_{i,j+2}) + (8w_{i,j} + 2w_{i-1,j-1} + 2w_{i-1,j+1} + 2w_{i+1,j-1} + 2w_{i+1,j+1} - 4w_{i-1,j} - 4w_{i,j} - 4w_{i,j+1} - 4w_{i+1,j}) + a_2 (w_{i,j-2} - 4w_{i,j-1} + 6w_{i,j} + 4w_{i,j} + w_{i,j+2}) \quad (5)$$

$$\text{где } a_1 = \left(\frac{h_y}{h_x}\right)^2; \quad a_2 = \left(\frac{h_x}{h_y}\right)^2;$$

$h_x$  и  $h_y$  – шаг сетки по соответствующим осям.

Граничные условия задачи имеют вид

$$\left. \begin{array}{l} \text{При } x=0 \text{ и } x=l_x \\ \text{При } y=0 \text{ и } y=l_y \end{array} \right\} \begin{array}{l} w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} = 0 \end{array} \quad (6)$$

В сетке метода конечных разностей эти условия имеют следующий вид

$$\left. \begin{array}{l} w_{0,j} = w_{n_x,j} = 0 \\ w_{-1,j} = -w_{1,j}; w_{n_x+1,j} = -w_{n_x-1,j} \\ w_{i,-1} = 2w_{i,0} - w_{i,1}; w_{i,n_y+1} = 2w_{i,n_y} - w_{i,n_y-1} \\ w_{i,-2} = -w_{i,2} - 4w_{i,1} + 4w_{i,0}; w_{i,n_y+2} = w_{i,n_y-2} - 4w_{i,n_y-1} + 4w_{i,n_y} \end{array} \right\} \quad (7)$$

Перепишем (1) в виде

$$D\nabla^4 w = q. \quad (8)$$

В процессе колебания пластины учтем ее силу инерции

$$D\nabla^4 w = q - m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \quad (9)$$

Окончательно получим следующие уравнения колебательного процесса

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{D}{m} (q_0 - \nabla^4 w) \quad (10)$$

где  $q_0 = \frac{q}{D}$ .

Если принять, что в начальный момент времени,  $t = 0$  пластина неподвижна, то легко найти ее прогибы в процессе воздействия подъемной силы  $q$ , которую пока считаем постоянной

$$w_{i,j}^{k+1} = 2w_{i,j}^k - w_{i,j}^{k-1} + h_t^2 \frac{D}{m} (q_0 - \nabla^4 w_{i,j}^k) \quad (11)$$

где  $h_t$  – шаг по времени.

Полученную абстрактную задачу прогиба пластины под действием аэродинамической нагрузки необходимо свести, путем использования зависимостей теории упругости к реальной конструкции. В этом случае необходимо ограничить возможность прогиба пластины условиями прочности. При выбранных условиях крепления пластины наибольший изгибающий момент располагается в районе узла  $i = \frac{n_x}{2}$ . В этом случае используем известную зависимость для погонного изгибающего момента [3,4]

$$M_x = -D \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (12)$$

распишем уравнение (12) с использованием метода конечных разностей для узла  $i = \frac{n_x}{2}$ .

Получим:

$$M_x = -D \left( \frac{w_{i-1,j} - 2w_{i,j} + w_{i+1,j}}{h_x^2} + \mu \frac{w_{i,j-1} - 2w_{i,j} + w_{i,j+1}}{\partial y^2} \right) \quad (13)$$

Представленная модель колебания пластины характерна для случая, когда одна из шарнирных опор имеет возможность свободно перемещаться вдоль оси  $x$ .

В этом случае, единственным ограничением на амплитуду колебаний является величина максимального изгибающего момента, вычисляемого по формуле (13). Имея максимальное значение внутреннего изгибающего момента, представляем математическую зависимость функции ограничений

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad \text{или} \quad \frac{M_{\max}}{W[\sigma]} - 1 \leq 0 \quad (14)$$

В формуле (14)  $M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент, приходящийся на единицу ширины пластины:

$$W = \frac{h^2}{6} \quad \text{единичный момент сопротивления поперечного сечения.}$$

Зафиксируем обе шарнирные опоры (рис.3).

В этом случае уравнение изгибных колебаний пластины примет вид:



Рис. 3. Шарнирное крепление обоих концов пластины

$$D\nabla^4 w - N \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = q - m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \quad (15)$$

$$\text{или } \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{D}{m} \left( q_0 - \nabla^4 w + N_0 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (16)$$

$$N_0 = \frac{N}{D}$$

где  $N$  – продольная сила, приходящаяся на единицу ширины пластины

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{w_{i-1,j} - 2w_{i,j} + w_{i+1,j}}{h_x^2} \quad (17)$$

В спокойном состоянии продольная сила  $N$  равна нулю. В процессе поперечных колебаний пластины, ввиду ее деформации при растяжении, продольную силу, приходящуюся на единицу длины сечения легко определить, используя простейшие геометрические преобразования.

Аппроксимируя форму прогиба пластины окружностью, получаем:

$$l = l_x \sqrt{1 + \frac{16}{3} \left( \frac{w}{l_x} \right)^2} \quad (18)$$

Отсюда, относительная деформация вычисляется по следующей формуле

$$\varepsilon = \varepsilon_x \sqrt{1 + \frac{16}{3} \left( \frac{w}{l_x} \right)^2} - 1 \quad (19)$$

которая позволяет определить внутреннее нормальное напряжение и продольное усилие

$$\sigma = \varepsilon E, \quad N = \sigma A_0, \quad (20)$$

где  $A_0$  – площадь единицы поперечного сечения пластины.

Достоверность математической модели продольных колебаний пластины в потоке воздуха легко проверить на известном точном решении Навье при ее статическом нагружении. В этом случае граничным условиям можно представить в виде

При  $x=0$  и  $x=L_x$

$$w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \quad (21)$$

Прогиб пластины представляем в виде тригонометрического ряда

$$w(x) = \sum_{m=1}^{\infty} A_m \sin \frac{m\pi x}{l_x} \quad (22)$$

В этом случае уравнение прогибов пластины-балки имеет вид:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = \left( \frac{m\pi}{l_x} \right)^4 \sum_{m=1}^{\infty} A_m \sin \frac{m\pi x}{l_x} = \frac{q}{D}, \text{ или } D \left( \frac{m\pi}{l_x} \right)^4 \sum_{m=1}^{\infty} A_m \sin \frac{m\pi x}{l_x} = q \quad (23)$$

Для нахождения коэффициента  $A_m$  необходимо правую часть уравнения (22) разложить на тригонометрический ряд

$$q(x) = \sum_{m=1}^{\infty} C_m \sin \frac{m\pi x}{l_x} \quad (24)$$

Согласно правилам математического анализа коэффициент этого ряда определяется по следующим формулам:

$$C_m = \frac{2}{l_x} \int_0^{l_x} q(x) \sin \frac{m\pi x}{l_x} dx \quad (25)$$

При  $q = \text{const}$   $C_m = \frac{2q}{m\pi} (1 - \cos m\pi)$  (26)

Тогда  $D \left( \frac{m\pi}{l_x} \right)^4 \sum_{m=1}^{\infty} A_m \sin \frac{m\pi x}{l_x} = \frac{2q}{m\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} (1 - \cos m\pi) \sin \frac{m\pi x}{l_x}$ . (27)

Два ряда равны между собой, если равны соответствующие их члены. В этом случае

$$A_m = \frac{2ql_x^4}{Dm^5\pi^5} (1 - \cos m\pi) \quad (28)$$

Полученные результаты подставляем в уравнение (9) и получим в окончательном виде уравнение прогиба пластины–балки [1, 2].

$$w(x) = \frac{2ql_x^4}{D\pi^5} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(1 - \cos m\pi)}{m^5} \sin \frac{m\pi x}{l_x} \quad (29)$$

Обозначим сумму  $\sum_{m=1}^{\infty} \frac{(1 - \cos m\pi)}{m^5} \sin \frac{m\pi x}{l_x}$  коэффициентом  $\alpha$ .

Максимальные значения суммы  $\alpha$  будут иметь место при  $m = 1, 3, 5, \dots, n$ . Сохраняем в этом ряде три первых члена, тогда:

$$\alpha \approx \frac{2}{1^5} \sin \frac{\pi x}{l_x} + \frac{2}{3^5} \sin \frac{3\pi x}{l_x} + \frac{2}{5^5} \sin \frac{5\pi x}{l_x} + \dots + \frac{2}{n^5} \sin \frac{n\pi x}{l_x}, \text{ или}$$

$$\alpha \approx 2 \sin \frac{\pi x}{l_x} + 0,00823 \sin \frac{3\pi x}{l_x} + 0,00064 \sin \frac{5\pi x}{l_x} + \dots + \frac{2}{n^5} \sin \frac{n\pi x}{l_x}$$

Полученная математическая модель прогиба пластины дает точные значения ее прогиба при статическом нагружении. Реально нас интересует реакция пластины на динамическую нагрузку. Приложим к пластине внезапно нагрузку  $q$ , для которой коэффициент динамичности  $K_d = 2$ . В этом случае «условно» динамическая модель прогиба пластины будет иметь вид

$$w(x) = \frac{4ql_x^4}{D\pi^5} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(1 - \cos m\pi)}{m^5} \sin \frac{m\pi x}{l_x} \quad (30)$$

Сравнивая результаты расчета прогибов пластины с использованием модели и расчетов по методу конечных разностей, можно утверждать о достоверности численной модели динамических продольных колебаний пластины, так как максимальные расхождения в значениях прогибов  $W$  не превышают на 1,5%. Численная модель колебаний пластины позволила определить области ее неразрушения для различных условий внешней нагрузки, и размеров пластины в плане, представленных на рисунке 4.

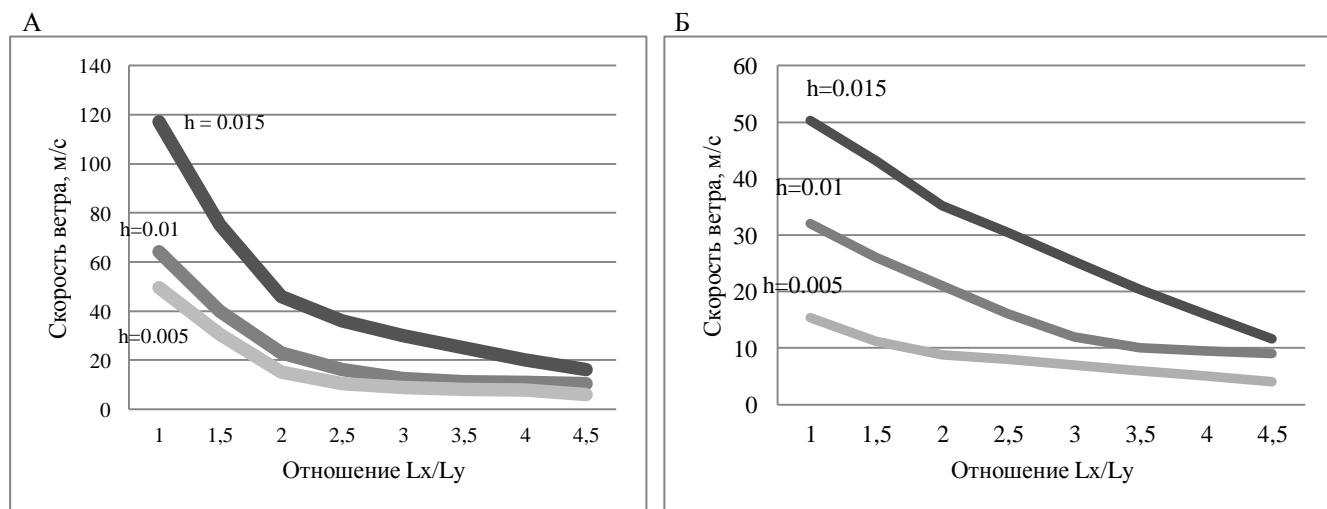


Рис. 4. Диаграмма колебаний пластины при жестком (А) и шарнирном (Б) креплении

## ВЫВОДЫ

Рассмотрены влияния способов крепления пластины на ее колебания под действием постоянной аэродинамической нагрузки. Модели поперечные колебаний плоской пластины указывают на зависимость критических зон устойчивости от способов крепления ее концов. Так при жестком креплении концов пластины допускаемые критические скорости воздушного потока значительно расширяют зону устойчивости пластины, по сравнению с их шарнирным соединением. Зону устойчивости пластины в потоке воздуха, также можно расширить при использовании в местах крепления ее концов демпферов с соответствующими выбором их жесткости.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Уточнение модели колебаний с учетом крутильных колебаний пластины; определение критического отношения длины пластины к ее ширине в зависимости от скорости набегающего потока воздуха и толщины самой пластины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чемодуров, В.Т. Моделирование систем. Монография. [Текст] / Чемодуров В.Т., Литвинова Э.В. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – 232 с.
2. Чемодуров, В.Т. Численные методы. Монография. [Текст] / Чемодуров В.Т., Сеитжелилов М.С. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – 196 с.
3. Фын, Я.Ц. Введение в теорию аэроупругости. [Текст] / Я.Ц. Фын. – М.: Физматгиз, 1959. – 524 с.
4. Карман, Т. Аэродинамика [Текст] / Пер. с англ. Богатырёвой Е.В.; под ред. Борисова А.В. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 208 с.
5. Дмитриев, Ю.В. Аналитические методы расчета висячих и вантовых мостов. Уч. пособие. [Текст] / Дмитриев Ю.В., Дороган А.С. – Хабаровск: ДВГУПС, 2008. – 196 с.
6. Болотина, В.В. Проблемы устойчивости в строительной механике [Текст] // Труды Всесоюзной конференции / Под ред. Болотина В.В. и др. — М.: Изд-во лит. по строит., 1965. – 488 с.
7. Ильяевич, С.А. Металлические коробчатые мосты. [Текст] – М.: Транспорт, 1970. – 280 с.
8. Качурин, В.К. Проектирование висячих и вантовых мостов. [Текст] / Качурин В.К., Брагин А.В., Ерунов Б.Г. – М.: Транспорт, 1971. – 280 с.

## INFLUENCE OF THE PLATE FIXING METHODS ON ITS TRANSVERSE OSCILLATIONS UNDER THE ACTION OF A CONSTANT AERODYNAMIC LOAD

Chemodurov V.T., Maslak A.S., Kuzmenko O.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Crimea, Simferopol

**Annotation:** In recent years, a wide application in practice is accounted for by the design of hanging designs, as the least expensive ones. However, the desire to facilitate the construction leads to an increase in the sensitivity of such bridges to the air flow during the period of strong winds. The resulting aerodynamic loads affect the strength characteristics of the spans of such bridges. Determination of the critical correspondence of the stability of spans of suspension bridges to aerodynamic loads is an actual task in the preliminary design of structures of this type. Thus, the purpose of this article is to determine the zones of dynamic stability of the hanging bridge spans, which depend on the speed of the incoming air flow. As a model of the span of the suspension bridge, a flat plate is used. To determine the position of the plate at any time, the Lagrange equations of the second kind are used. The paper uses a one-dimensional approach to the construction of zones of plate stability to wind load at a constant thickness. The criterion of the problem is the critical ratio of the length of the span sheet to its width. Below is a method for finding the functional relationship between the critical parameters of the web from two variables: the thickness of the web and the speed of the air flow. This method is based on the rules of rotatable planning of experiments.

**Keywords:** suspension bridge, aerodynamic load, oscillations, lifting force, plate deflection.

## Раздел 2. Экономика строительства

УДК 69.059.32

### ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Акимов С.Ф.<sup>1</sup>, Акимова Э.Ш.<sup>2</sup>

Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И.Вернадского, 295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: <sup>1</sup>seyran-23@mail.ru, <sup>2</sup>akimova.e.sh@mail.ru

**Аннотация.** При ремонте или реконструкции зданий и сооружений, часто возникает необходимость в усилении конструкций, несущая способность которых была утрачена. Традиционные методы, применявшиеся для выполнения работ при усилении конструкций, в большинстве случаев сложны и трудоемки. На сегодняшний день, за рубежом, а в последнее время и в России широкое распространение получила система усиления конструкций с помощью внешнего армирования высокопрочными полимерными материалами – угле- и стеклопластиковыми. Суть новой технологии заключается в том, что недостаток несущей способности конструкций компенсируется приклеиванием к поверхности специальными модифицированными и эпоксидными смолами тканей из углеродных и стеклянных нитей, либо готовых элементов из них. Усиление полимерными композитными материалами применяется для повышения несущей способности трещиностойкости, жесткости конструкции, их сейсмостойкости и значительного повышения сопротивления динамическим и ударным нагрузкам.

**Ключевые слова:** усиление железобетонных конструкций, композитные материалы, углепластик, плита перекрытия.

#### ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство, как и любая другая отрасль, не обходится без внедрения инновационных технологий, и уже сегодня такие материалы широко применяются в строительной сфере. Одной из наиболее важных задач современного строительства является предотвращение проблем, связанных с несущей способностью и пространственной жесткостью зданий и сооружений, которые находятся под влиянием динамических нагрузок, перепадов температур и других агрессивных производственных и климатических факторов. В результате этого в несущих конструкциях зданий и сооружений появляются трещины, отслаивается защитный слой, что приводит к снижению эксплуатационных характеристик зданий. В настоящее время, количество зданий и сооружений, в которых необходимо усиление несущих конструкций ежегодно возрастает. В последние годы для усиления таких конструкций широко используются тканевые композитные материалы из тонких волокон высокой прочности, работающих в составе матрицы из полимерной смолы. Такое усиление способствует увеличению несущей способности, жесткости и трещиностойкости железобетонных конструкций.

#### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

В последнее время российские и зарубежные исследователи уделяют внимание проблеме обеспечения надежности различных строительных конструкций как на стадии их возведения, так и во время эксплуатации. Железобетонные конструкции занимают лидирующее положение в мировом строительстве, и с ростом объемов гражданского и промышленного строительства растут и объемы работ, связанные с восстановлением и усилением этих конструкций. Повышение эффективности ремонтно-восстановительных работ в настоящее время невозможно без совершенствования проектных решений по усилению конструкций, которые бы обеспечили их надежность, долговечность и экономичность. Во многих странах для усиления железобетонных конструкций применяют композитные материалы на основе высокопрочных углеродных волокон. Первые крупные проекты – усиление конструкций одной из эстакад третьего транспортного кольца в Москве и железнодорожного моста в г. Домодедово – относятся к 2001 году [1]. Основы проектирования усиления железобетонных конструкций композиционными материалами посвящены работы Хаютина Ю.Г., Чернявского В.Л., Ключева С.В., Курлапова Д.В. [1–5], и др., проведение экспериментальных исследований, как по усилению, так и по восстановлению строительных конструкций освещено в работах Польского П.П. [4], Шевцова Д.А., Гвоздева А.А. [6] и др., а так же по методиками расчета железобетонных конструкций, усиленных композитными материалами занимались такие учёные как Ватин Н.И., Болгов А.Н.,

Григорьев Я.В., Кузнецов В.Д. [7–10] и другие. Из зарубежных исследователей в направлении усиления железобетонных конструкции углепластиком работали учёные Belarbia A., Acunb B. [11], David E. [12], Ehasni M. R. [13], Grace N.F. [14], Михуб Ахмад [15] и другие.

### **ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Целью исследований является сравнение и выявление наиболее технико-экономически выгодного варианта усиления монолитных железобетонных плоских плит. В сравнении учитываются традиционные способы усиления с помощью железобетона и усиление конструкций с помощью внешнего армирования высокопрочными полимерными материалами – угле- и стеклопластиками.

Поставленная цель определила ряд более конкретных задач исследования:

- рассмотреть различные варианты, предложить методику и выполнить расчет усиления углепластиком пролетной части плоской монолитной железобетонной плиты, работающей в двух направлениях, на основе метода конечных элементов;
- выполнить расчёт усиления с помощью традиционных методов (железобетона);
- сравнить технико-экономические показатели стоимости, трудоемкости и продолжительности проведения работ по различным видам усиления плоской монолитной плиты на объекте-представителе;
- предложить рекомендации по сокращению затрат применительно к объекту-представителю, на усиление железобетонных плит перекрытий, за счёт использования наиболее технико-экономически выгодного варианта;
- выполнить детальную разработку технологии и организации работ по предложенному способу усиления.

### **ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ С РЕЗУЛЬТАТАМИ И ИХ АНАЛИЗОМ**

Усиление конструкций зданий является одной из наиболее актуальных задач в строительстве. Причем, усиления могут требовать как эксплуатируемые сооружения (по причине естественного износа), так и совершенно новые. Наиболее распространенными причинами необходимости в усилении зданий и сооружений из железобетона являются:

1. Реконструкция и/или перепланировка зданий;
2. Ошибки проектирования;
3. Нарушения технологии строительства;
4. Снижение фактической прочности бетона;
5. Разрушение бетона, вызванное пожаром;
6. Повышение несущих нагрузок;
7. Усадочные и силовые трещины;
8. Ранняя распалубка и другие.

Усиление подразумевает под собой повышение прочностных характеристик строительных конструкций. Если не провести его вовремя – то здание может разрушиться, что повлечет за собой в лучшем случае – материальные издержки, а в худшем – человеческие жертвы.

Под усилением строительной конструкции понимается комплекс мероприятий, направленных на повышение ее несущей способности, жесткости, трещиностойкости и других физических качеств, необходимых по условиям ее дальнейшей эксплуатации.

Обследуемый объект, расположенный по адресу: г. Санкт-Петербург, Невский пр., д. 55, представляет собой здание, основными несущими надземными конструкциями которого являются колонны, балки и плиты перекрытий, выполненные в монолитном железобетоне. Причина реконструкции - конструкции повреждены пожаром. В результате пожара состояние перекрытия второго этажа характеризуется огневой эрозией бетона на глубину более 20мм, обрушением защитного слоя, потерей сцепления арматуры с бетоном и выгибами стержней, снижением прочности бетона. Состояние перекрытия оценивается как аварийное. Перекрытие второго этажа на момент обследования усилено временными подпорками.

В исследованиях выбран фрагмент каркасной конструктивной схемы здания в пределах одного пролета в двух направлениях (рис. 1): безбалочная монолитная железобетонная плита перекрытия толщиной 230мм, монолитные железобетонные колонны сечением 400х400мм, шаг колонн 7,5 на 7,5м.



Рассмотрев все возможные варианты усиления плоской монолитной железобетонной плиты, был принят вариант усиления конструкций композиционными материалами из тканей на основе углеродных волокон за счет пропитки и наклейки их специальными полимерными составами на эпоксидной основе. Углепластик использован для продольного и поперечного армирования перекрытий (рис. 2). Также в сравнении учитывались варианты усиления традиционными способами, с помощью железобетона.

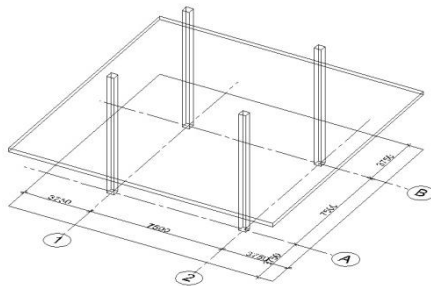


Рис. 1. Схема объекта исследования

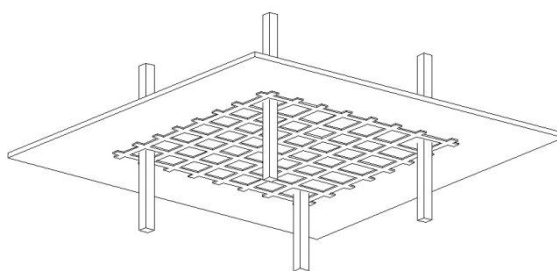


Рис. 2. Схема наклейки углепластика на нижнюю поверхность плиты

Рассмотрим каждый из методов более подробно. Вначале рассмотрим *усиление углепластиком*. Железобетонная плита при работе на изгиб, усилена внешним армированием из углепластика путем приклеивания последних в растянутой зоне конструкции с расположением фибры параллельно максимальным растягивающим усилиям – т.к. работа плиты осуществляется в двух направлениях, то и система усиления двунаправленная (рис. 2). В качестве материала системы усиления инновационным способом принят композиционный материал на основе углеродных волокон и эпоксидной смолы производства Sika Wrap-530C(VP). После проведенных расчетов было принято решение выполнить усиление шириной ткани 300мм. Толщина ткани 0,293 мм, толщина ткани, пропитанной смолой – 1 мм. В исследовании принят шаг расположения системы усиления в двух направлениях 900мм, при ширине наклеиваемых полос 300мм (3 холста подряд).

Технология усиления плоской монолитной железобетонной плиты, выглядит следующим образом:

1. Перед усилением конструкции перекрытия необходимо:

- удалить слабые и несвязанные участки бетона ручным способом с применением зубила и молотка на всю глубину повреждения с удалением слабых и несвязанных участков. Толщина удаленного слоя фиксируется в журнале;

- нижняя поверхность железобетонного перекрытия должна быть очищена от краски, масла, жирных пятен, сажи, цементной пленки. Очистка поверхности осуществляется путем пескоструйной обработки с последующей высоконапорной промывкой водой (под давлением не менее 100 атм.);

- установить продольную арматуру Ø16 мм в проектное положение и закрепить ее к бетонному основанию плиты перекрытия, приварив прихватками провисшую арматуру к поперечной арматуре перекрытия;

- в местах оголения арматуру обработать антикоррозионным цементным составом MAPEFER;

- восстановить защитный слой зоны нижнего армирования плиты перекрытия высокопрочным полимербетоном Mapegrout Thixotropic;

2. До наклеивания усиливающих элементов поверхность должна быть выровнена, а локальные геометрические дефекты устранены;

3. Неплоскостность поверхности должна быть меньше 5 мм на базе 2м или 1мм на базе 0,3м. Мелкие дефекты (сколы, раковины, каверны) не должны быть глубже 5мм и площадью не более 25см<sup>2</sup>. Такие дефекты должны быть устранены с помощью полимерных ремонтных смесей с быстрым набором прочности. Выравнивание значительных (более 25см<sup>2</sup>) участков поверхности производится с использованием полимерцементных ремонтных составов с наполнителем в виде песка и мелкого щебня;

4. Для лучшего сцепления адгезива с бетоном поверхность основания должна быть шероховатой. Это достигается обработкой поверхности бетона каменотесным долотом с последующей зачисткой металлической щеткой. Обработке должен подвергаться только поверхностный слой до обнажения на поверхности крупного заполнителя бетона;

5. После очистки поверхность бетона обрабатывается грунтовочным составом Sikadur-330/Sikadur-300 с целью упрочнения основания и улучшения сцепления адгезива с бетонной поверхностью. Используется смола для пропитки Sikadur-300;

6. Грунтовочные и адгезивные составы нельзя наносить на мокрую поверхность. Открытая влага должна быть удалена, поверхность бетона вытерта и продута сжатым воздухом. Допустимая влажность поверхности – не более 5 %;

7. На поверхность основания мелом наносятся линии разметки в соответствии с принятой проектом схемой наклейки элементов усиления;

8. Первый слой адгезива наносят на основание из расчета 0,7–1,0 кг/м<sup>2</sup>;

9. Перед укладкой второго слоя ткани наносится слой адгезива из расчета 0,5 кг/м<sup>2</sup>;

10. Ткань можно наклеивать со стыковкой внахлест не менее 100 мм. Стыковка осуществляется по направлению расположения волокон в разбежку по длине в разных сечениях;

11. Операции по наклейке могут выполняться при температуре окружающей среды в диапазоне +5 – +45°С, при этом температура основания бетона должна быть не ниже 5°С и выше температуры точки росы на 3°С. Для повышения температуры могут быть использованы дополнительные локальные источники тепла;

12. Время отверждения должно составлять не менее 24 часов при температуре +20°С и не менее 36 часов при температуре от +5 до +20°С;

13. Все элементы конструкций усиления должны быть надежно защищены от огневого воздействия путем оклейки негорючей изоляцией Rockwool Conlit 150 со стеклотканью на одной стороне плотностью 150 кг/м<sup>3</sup> толщиной 40мм с помощью клея Conlit Glue (модифицированный силикатный негорючий клей) торцевым соединением производства фирмы Rockwool с последующей затиркой под покраску. Минеральное изделие Conlit является негорючим материалом согласно ГОСТ 30244-94. Стыки должны быть полностью проклеены.

Далее рассмотрим все возможные варианты усиления монолитной железобетонной плоской плиты *традиционными способами* с помощью железобетона.

Плиты перекрытий могут быть усилены наращиванием сверху. Дополнительную арматуру при этом устанавливают сверху как надпорную арматуру неразрезных плит, а сечение пролетной арматуры можно не увеличивать, так как толщину наращивания выбирают такой, чтобы пролетной арматуры было достаточно при возросшей нагрузке, но с одновременным увеличением высоты сечения. Минимальную толщину набетонки в плитах принимают равной 30 мм. Перед бетонированием необходимо тщательно подготовить поверхность бетона, то есть произвести насечку, очистку и увлажнение.

Если качество поверхности бетона под набетонкой вследствие загрязнения, промасливания и т.д. нельзя гарантировать, то плиту набетонки рассчитывают и конструируют как работающую самостоятельно, а не монолитно с усиливаемой плитой. Полезная нагрузка, в этом случае распределяется между новой и существующей плитами пропорционально их жесткости, т.е. пропорционально кубам высоты  $h^3$  и модулям упругости бетона.

Класс бетона, как правило, назначается на одну ступень выше класса бетона плиты. Для обеспечения хорошего сцепления нового бетона со старым поверхность перекрытия очищается от инородных включений и промывается водой, после чего делается насечка зубилом на глубину 0,5–1 см.

Для обеспечения требуемого сцепления и дальнейшей совместной работы обеих плит может быть рекомендован следующий способ их сопряжения, предложенный проф. Ю.И. Лазовым. В плите перекрытия подлежащего усилению, в шахматном порядке через 700 мм просверливают отверстия размером 100x100 мм. В эти отверстия укладывают V-образные стержни шпоночного усиления Ø6-8 мм, после чего раскладывают дополнительную арматуру усиления, увязывая ее с коротышками. Бетонируют новую плиту, одновременно заполняя и пробитые отверстия в существующей плите. В результате между старой и новой плитой наращивания образуются своеобразные железобетонные шпонки способные воспринимать возможные сдвигающие усилия, возникающие в плоскости сопряжения этих плит. Перед бетонированием снизу отверстий необходимо установить опалубочные щитки, прикрепить их к новой арматуре. Пробивать отверстия рекомендуется только в крайних пролетах перекрытия, а в средних необходимо только тщательно очистить и промыть поверхность существующей плиты. Расчет усиления плит наращиванием производится аналогично расчету усиления балок наращиванием.

Возможны и другие способы шпоночного соединения плит. Эскиз усиления плит наращиванием представлен на рисунках 3–6.

При невозможности усиления плит наращиванием сверху, наращивание можно производить снизу. Способ подращивания заключается в нанесении на потолочную поверхность плиты слоя бетона, армированного сеткой. При этом наращивание выполняется обычно путем торкретирования с постановкой дополнительной арматуры, которую приваривают через коротышки к существующей арматуре плиты, для чего через 500–700 мм вырубают поперечные борозды до существующей арматуры, обнажая ее.

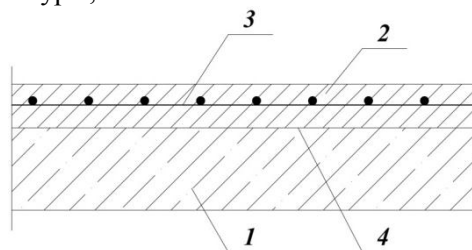


Рис. 3. Наращивание монолитного слоя сверху при обеспечении сцепления поверхностей [16]:  
1 – усиваемая плита; 2 – монолитный слой бетона; 3 – арматурная сетка; 4 – поверхность сцепления монолитного бетона с плитой (зачистка, насечка, промывка водой)

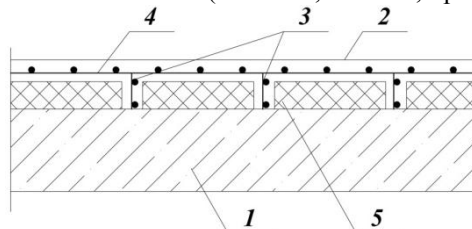


Рис. 4. Устройство железобетонного наращивания в виде кессонной плиты [16]:  
1 – усиваемая плита безбалочного перекрытия; 2 – монолитная кессонная плита наращивания; 3 – арматурные каркасы кессонной плиты; 4 – арматурная сетка кессонной плиты; 5 – пустотообразователь (вкладыши из утеплителя пенопласт, пенополистирол и др.)

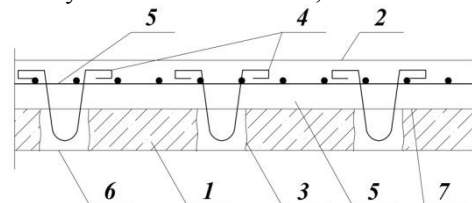


Рис. 5. Наращивание монолитного слоя сверху с устройством железобетонных шпонок [16]:  
1 – усиваемая плита; 2 – наращивание сверху; 3 – железобетонные шпонки; 4 – гнутые изделия из арматуры класса А-I; 5 – арматурная сетка наращивания; 6 – отверстия в усиваемой плите 100x100мм через 500-700мм в шахматном порядке; 7 – поверхность усиваемой плиты, подготовленная к бетонированию (зачистка и насечка)

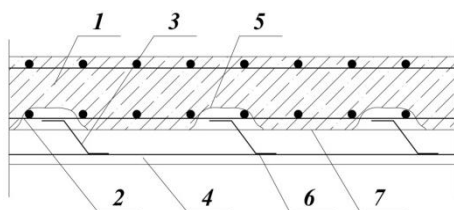


Рис. 6. Нарращивание монолитного слоя снизу [16]:

1 – усиливаемая плита; 2 – рабочая арматура усиления; 3 – арматурные отгибы; 4 – торкрет-бетон усиления; 5 – вырубленный защитный слой бетона; 6 – сварка; 7 – нижняя поверхность плиты, подготовленная к бетонированию

Усиление, эскиз которого представлен на рисунке 7, производится в следующем порядке: у опор на потолочной поверхности плиты обнажается рабочая арматура, к которой привариваются стальные пластины (коротыши). Стержни усиления сначала у одной опоры привариваются к пластинам и нагреваются до требуемой температуры током высокой частоты, а затем привариваются у другой опоры. После остывания стержни оказываются в напряженном состоянии. Распределительная арматура сетки с помощью вязальной проволоки прикрепляется к рабочим стержням. После усиления потолочная поверхность плиты оштукатуривается или покрывается торкретбетоном.

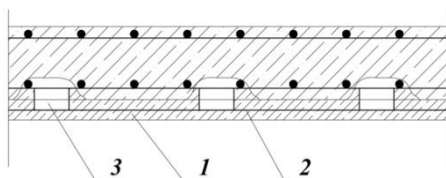


Рис. 7. Подращивание с приваркой рабочих стержней усиления [16]:

1 – бетон кл. В15...В25; 2 – арматурная сетка Ø8...16; 3 – стальная пластина δ=8...12

При недостаточном сцеплении нового бетона со старым возможно устройство железобетонного наращивания снизу и сверху плиты с установкой анкеров в заранее просверленные отверстия (рис. 8, 9).

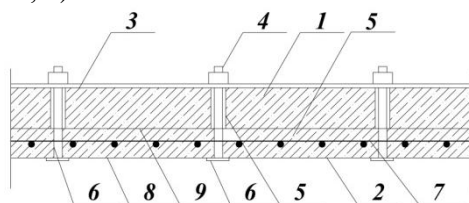


Рис. 8. Устройство железобетонного наращивания снизу плиты при недостаточном сцеплении нового бетона со старым [16]: 1 – усиливаемая железобетонная плита; 2 – железобетонное наращивание; 3 – стальная полоса, прикрепленная к плите анкерными болтами; 4 – анкерные болты, установленные в просверленные в плите отверстия; 5 – отверстия, просверленные в плите; 6 – шайбы; 7 – арматурная сетка, приваренная к стальным полосам; 8 – бетон наращивания, наносимый методом торкретирования; 9 – поверхность усиливаемой плиты, подготовленная к бетонированию (зачистка, насечка)

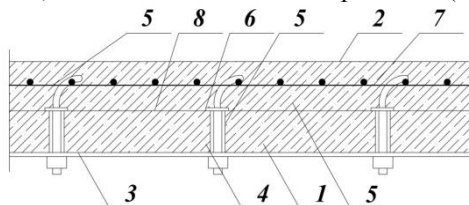


Рис. 9. Устройство железобетонного наращивания сверху плиты при недостаточном сцеплении нового бетона со старым [16]: 1 – усиливаемая железобетонная плита; 2 – железобетонное наращивание; 3 – стальная полоса, прикрепленная к плите анкерными стержнями; 4 – анкерные стержни с крюками, установленные в просверленные отверстия; 5 – отверстия, просверленные в плите; 6 – шайбы; 7 – арматурная сетка, прикрепленная к плите анкерными стержнями; 8 – поверхность усиливаемой плиты, подготовленная к бетонированию (зачистка, насечка)

Для технико-экономического сравнения различных вариантов усиления монолитной плоской железобетонной плиты, конструктивные, калькулятивные, технологические и сметные расчёты были выполнены ранее в исследованиях. Сравнение проводилось по таким показателям: трудоёмкость устройства усиления, продолжительность устройства усиления, заработная плата рабочих, сметная стоимость усиления, материалоемкость, машиноёмкость, фонд оплаты труда, накладные расходы и сметная прибыль. Объём статьи не позволяет привести их. Поэтому в статье ниже показаны основные выкладки.

Для выявления наиболее рационального вида усиления монолитной плиты перекрытия, была составлена калькуляция на основные процессы усиления плиты перекрытия по различным вариантам, проведены технологические расчёты и построен график выполнения работ. График был построен с учётом совмещения процессов (поточный метод), для сокращения продолжительности работ. Количество рабочих для подсчета продолжительности выполнения работ принималось согласно ЕНиР по соответствующим процессам. Согласно технологическим расчетам были просуммированы принятая трудоёмкость по различным вариантам усиления плиты перекрытия (рис. 10). По графику видно, что наименее трудоёмким является вариант с устройством усиления углеволокном, а наиболее трудоёмким является вариант с усилением с помощью шпонок.



Рис. 10. Трудоёмкость устройства различных вариантов усиления плиты перекрытия (чел.-дн.)

Согласно графику продолжительности выполнения работ по усилению плиты перекрытия различными вариантами (рис. 11), наименее продолжительным по устройству является вариант усиления углеволокном, а наиболее продолжительный является вариант усиления анкерами.

Далее было выполнено экономическое сравнение различных видов усиления монолитной плоской плиты перекрытия. Показатели ожидаемой стоимости и заработной платы по устройству различных видов усиления плиты перекрытия применительно к объекту представителю определялись с использованием программного комплекса для сметных расчетов "ГОССТРОЙСМЕТА".

Заработная плата рабочих (рис. 12) при устройстве различных вариантов усиления плиты перекрытия, наименьшая при устройстве варианта с усиление углеволокном, а наибольшей при варианте усиления со шпонками.

Сметная стоимость устройства различных вариантов усиления плиты перекрытия на конкретном объекте представителе (рис. 13) выглядит следующим образом: наименьшую стоимость имеет вариант с усилением углеволокном. Варианты усиления с помощью шпонок и анкеров имеют наибольшую стоимость.

Анализируя структуру сметной стоимости различных вариантов усиления плиты многоэтажного здания, и в частности углепластиком (рис. 14), можно сделать вывод, что для усиления углепластиком материалоемкость составила 37,4% машиноёмкость – 15,3%, удельный вес заработной платы 20,6%, накладные расходы 16,4%, сметная прибыль 10,3%.

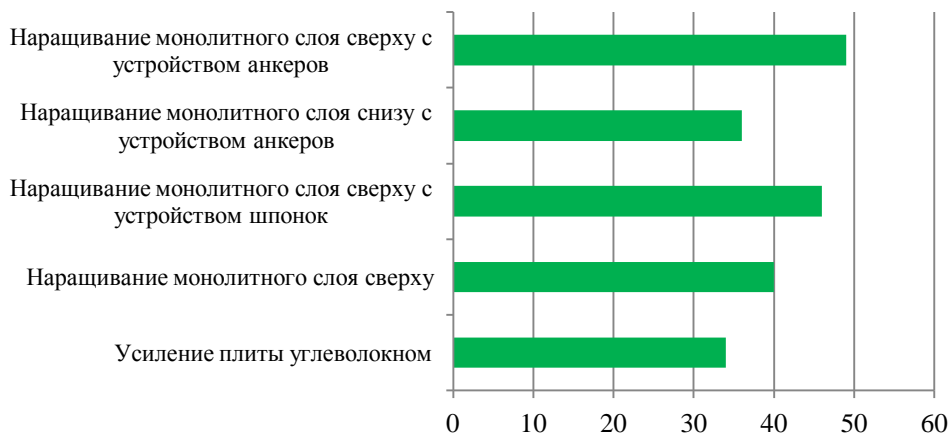


Рис. 11. Продолжительность устройства различных вариантов усиления плиты перекрытия (дни)

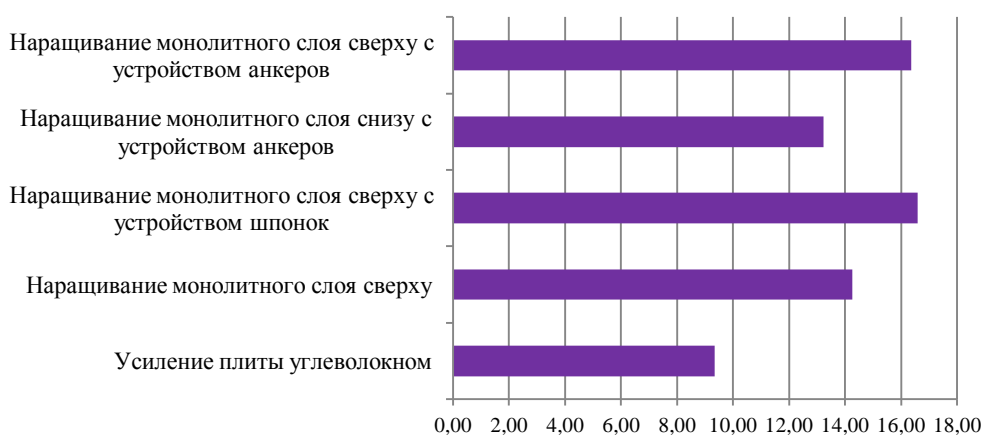


Рис. 12. Заработная плата рабочих различных вариантов усиления плиты перекрытия (тыс. руб.)

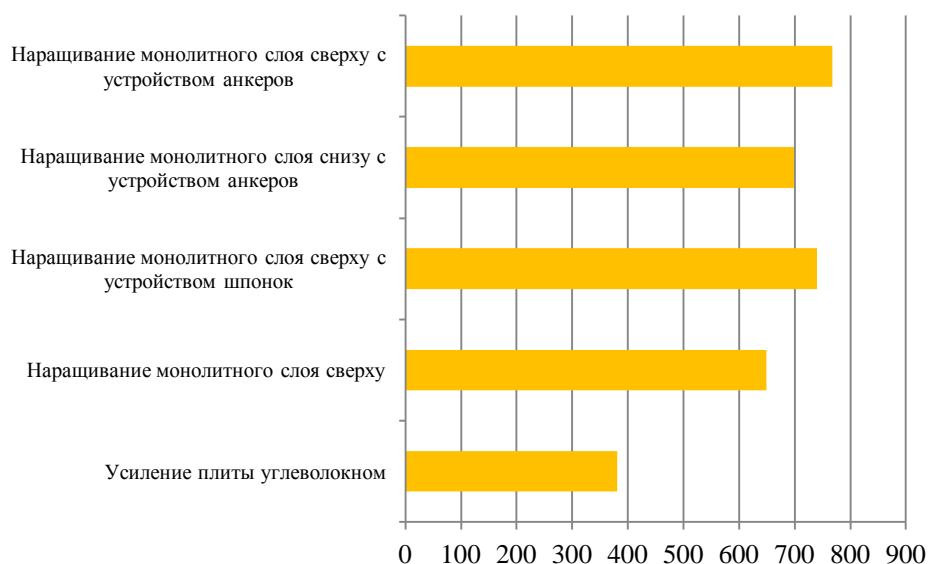


Рис. 13. Сметная стоимость устройства различных вариантов усиления плиты перекрытия (тыс. руб.)

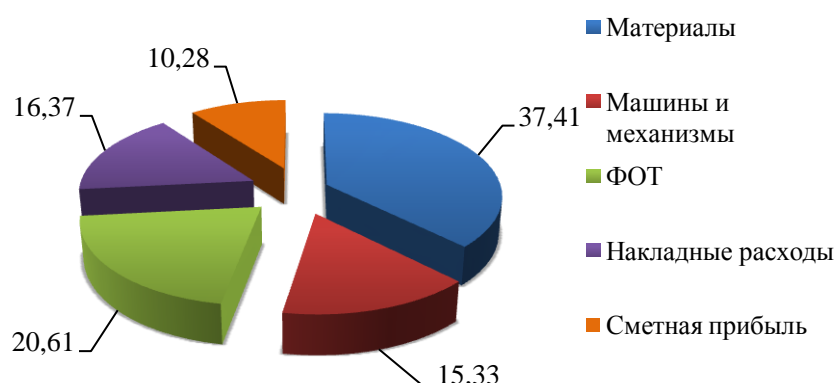


Рис. 14. Структура сметной стоимости усиления железобетонной плиты углеволокном, %

Из всех технико-экономических показателей, по мнению авторов, наиболее значимым является сметная стоимость. Экономическая оценка, рассматриваемых в работе вариантов усиления произведена на основе сметных расчетов. Результаты сметных расчетов сведены в таблицу 1. Таким образом, можно сделать вывод, что для рассматриваемой в работе плиты перекрытия, наиболее экономичным видом усиления является усиление углеволокном.

Таблица 1.

Результаты сметных расчетов стоимости вариантов усиления железобетонной плиты

Варианты усиления железобетонной плиты	Сметная стоимость, тыс. руб.
Вариант 1. Усиление плиты углеволокном	381,02
Вариант 2. Нарастивание монолитного слоя сверху	649,43
Вариант 3. Нарастивание монолитного слоя сверху с устройством шпонок	739,61
Вариант 4. Нарастивание монолитного слоя снизу с устройством анкеров	698,71
Вариант 5. Нарастивание монолитного слоя сверху с устройством анкеров	767,8

## ВЫВОДЫ

Углеродные волокна являются одними из наиболее эффективных, жестких и прочных волокон композиционных материалов, применяемых для усиления строительных конструкций (высокая прочность на растяжение и модуль упругости), обладают малой плотностью, могут повторять практически любые формы усиливаемой конструкции, не требует громоздких приспособлений для монтажа, трудоемкость установки минимальна. В связи с этим данные материалы нашли широкое применение для восстановления несущей способности и усиления строительных конструкций различных инженерных сооружений, используются при реставрации памятников архитектуры.

Углепластик выбран в качестве объекта исследования по причине его наиболее широкого распространения и частого применения. Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Согласно технологическим расчетам наименее трудоёмким является вариант с устройством усиления углеволокном, а наиболее трудоёмким является вариант с усилением с помощью шпонок.

2. Наименее продолжительным по усилению плиты перекрытия, является вариант усиления углеволокном, а наиболее продолжительный является вариант усиления анкерами.

3. Заработная плата рабочих при устройстве различных вариантов усиления плиты перекрытия, наименьшая оказалась при устройстве варианта с усиление углеволокном, а наибольшей при варианте усиления со шпонками.

4. По результатам проведенных расчетов сметной стоимости вариантов усиления плиты перекрытия наименьшую стоимость имеет вариант с усилением углеволокном. Варианты усиления с помощью шпонок и анкеров имеют наибольшую стоимость.

Из всех технико-экономических показателей, по мнению авторов, наиболее значимым является сметная стоимость. Анализируя проведенные исследования, можно сделать вывод, что наиболее экономичным видом усиления является усиление углеволокном.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку организационно-технологических рекомендаций по усилению плоской монолитной железобетонной плиты перекрытия углеволокном.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Хаютин, Ю.Г. Применение углепластиков для усиления строительных конструкций [Текст] / Хаютин Ю.Г., Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. // Бетон и железобетон. – 2001. – № 6. – С. 17–20.
2. Чернявский, В.Д. Применение углепластиков для усиления железобетонных конструкций промышленных зданий [Текст] / Чернявский В.Д., Аксельрод Е.З. // Промышленное и гражданское строительство. – 2004. – № 3. – С. 37–38.
3. Клюев, С.В. Внешнее армирование изгибаемых фибробетонных изделий углеволокном [Текст] / Клюев С.В., Гурьянов Ю.В. // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 1 (36). – С. 21–26.
4. Польской, П.П. Композитные материалы — как основа в строительстве и реконструкции зданий и сооружений / Польской П.П., Маилян Д.Р. // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/kompozitnye-materialy-kak-osnova-effektivnosti-v-stroitelstve-i-rekonstruktsii-zdaniy-i-sooruzheniy>.
5. Курлапов, Д.В. Усиление железобетонных конструкций с применением полимерных композитов [Текст] / Д.В. Курлапов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 3. – С. 22–24.
6. Шевцов, Д.А. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами [Текст] / Шевцов Д.А., Гвоздева А.А. // Промышленное гражданское строительство. – 2014. – № 8. – С. 61–64.
7. Ватин, Н.Н. Усиление железобетонных конструкций с использованием композиционных материалов на основе углеродных волокон и постнапрягаемых стрендов [Текст] / Ватин Н.Н., Дьячкова А.А. // Бетон и железобетон. – 2009. – № 4 (74). – С. 20–21.
8. Болгов, А.Н. Особенности методики расчета колонн, усиленных композитными материалами [Текст] / Болгов А.Н., Иванов С.И. // Бетон и железобетон. – 2012. – № 1. – С. 14–17.
9. Кузнецов, В.Д. Расчет усиления железобетонных плит углеродными композитными материалами [Текст] / В.Д. Кузнецов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 3. – С. 25–28.
10. Шилин, А.А. Усиление железобетонных конструкций Кузнецов, В.Д. / Шилин А.А., Пшеничный В.А., Каргузов Д.В. – М.: Стройиздат, 2004. – 144 с.
11. Belarbia, A. FRP Systems in Shear Strengthening of Reinforced Concrete Structures / Belarbia A., Acunb B. // Procedia Engineering. – 2013. – № 57. – P. 2–8.
12. David, E. Repair and strengthening of reinforced concrete beams using composite 7th Int. conf. on Struct / David E., Djelal C. // Faults and Repair. – 1997. – Vol.2. – P. 169–173.
13. Ehasani, M.R. Design recommendation for bond of GFRP rebar to concrete // Journal of Structural Engineering. – 1996. – № 3 (102). – P. 125–130.
14. Grace, N.F. Strengthening of concrete beams using innovative ductile fiber – fiber reinforced polymer fabric // ACI Structural Journal. – 2002. – № 5 (99). – P. 692–700.
15. Михуб, А. Расчет железобетонных балок, усиленных композитными материалами, по методу аналоговой фермы [Текст] / Михуб Ахмад, Польской П.П., Котеленко Р.В., Блягоз А.М. // Новые технологии, МГТУ, Майкоп. – 2012. – вып. 2. – С. 79–88.
16. Мальганов, А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей. / Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. – Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1996. – 315 с.



## ECONOMIC SUBSTANTIATION OF SELECTION A METHOD OF STRENGTHENING CONCRETE ELEMENTS OF STRUCTURES

Akimov S.F., Akimova E.Sh.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** In process of repairing or renovating buildings and structures, there is often a need for reinforcement of structures, the bearing capacity of which has been lost. The traditional methods used to perform the work with reinforcement of structures are, in most cases, complex and time-consuming. Today, abroad, and more recently in Russia, the system of reinforcement of structures with the help of external reinforcement with high-strength polymeric materials – carbon and glass-reinforced plastics – has become widespread. The essence of the new technology is that the lack of load-bearing capacity of structures is compensated by gluing to the surface special modified and epoxy resins of fabrics made of carbon and glass filaments, or finished elements from them. Strengthening by polymeric composite materials is used to increase the bearing capacity of crack resistance, rigidity of the structure, their seismic resistance and a significant increase in resistance to dynamic and shock loads.

**Keywords:** strengthening reinforced concrete structures, composite materials, carbon fiber reinforced plastics, slabs.

УДК 330.322

## ПРОБЛЕМЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕНОВАЦИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рабцевич О.В., Каржавин А.Д.

ФГБОУ ВО ТГАСУ Томский государственный архитектурно-строительный университет  
634003, г. Томск, пл. Соляная, д. 2, e-mail: antrea85@yandex.ru

**Аннотация.** В статье выполнен анализ инвестиционной активности в промышленности России. Показана роль привлечения инвестиций в реновацию основных фондов промышленных предприятий как необходимого условия повышения эффективности производства. Произведена оценка динамики инвестиций в обновление материально-технической базы объектов промышленности. Выявлены основные проблемы привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов. Выполнена систематизация существующих инструментов привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов в России и в зарубежных странах в целях исследования возможностей формирования необходимых условий для увеличения объемов инвестиций, направленных на реновацию основных фондов промышленности.

**Ключевые слова:** реновация, промышленность, инвестиции в промышленность, инструменты привлечения инвестиций.

### ВВЕДЕНИЕ

Промышленность является важнейшей отраслью народного хозяйства, поскольку формирует материальные условия функционирования всей хозяйственной системы – создание средств производства и предметов труда, товаров и услуг, потребляемых во всех сферах экономической деятельности, выступает необходимым условием развития экономики.

Вместе с тем, расширенное воспроизводство промышленных товаров, являющееся неотъемлемым условием экономического роста как на уровне страны в целом, так и на уровне регионов, невозможно без развития инвестиционной сферы и повышения инвестиционной активности – положительная динамика инвестиционных процессов, с одной стороны, формирует предпосылки для роста спроса на промышленные товары и увеличения объемов промышленного производства, с другой стороны, выступает необходимым условием обновления материально-технической базы промышленных предприятий и повышения интенсивности производства.

В связи с этим, изучение инвестиционной активности в промышленности и анализ проблем привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов выступают необходимыми условиями для исследования возможностей улучшения динамики инвестиционной деятельности в производственной сфере и формирования механизмов, способствующих притоку инвестиций в обновление основных фондов промышленных предприятий.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Изучением вопросов развития промышленности и анализом инвестиционной деятельности в промышленности, и, в частности, исследованием инструментов привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов, занимаются такие ученые, как В.С. Лисин, В.Р. Лившиц, В.В. Кулешов, В.Е. Селиверстов, О.С. Сухарев, А.В. Алексеев, В.И. Мысаченко, И.А. Бабкин.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является выявление основных проблем привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов в России. Изучение реновационных процессов в промышленности, в свою очередь, непосредственно связано как с оценкой параметров, характеризующих инвестиционную активность в сфере производства (объемов, динамики, источников и структуры инвестиций, а также – экономических факторов, определяющих инвестиционную ситуацию), так и с анализом существующих инструментов привлечения инвестиций в реновацию объектов промышленности.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Взаимосвязь и взаимовлияние инвестиционной деятельности и сферы производства иллюстрирует зависимость между объемами валового накопления основного капитала, индексом

развития промышленного производства (рассчитывается Организацией экономического сотрудничества и развития OECD [1]) и объемом валового внутреннего продукта на душу населения в странах мира (см. рисунок 1) – с увеличением объемов инвестирования растут и уровень развития промышленности, что, в свою очередь, непосредственно отражается на качестве экономического роста (рисунок 1).

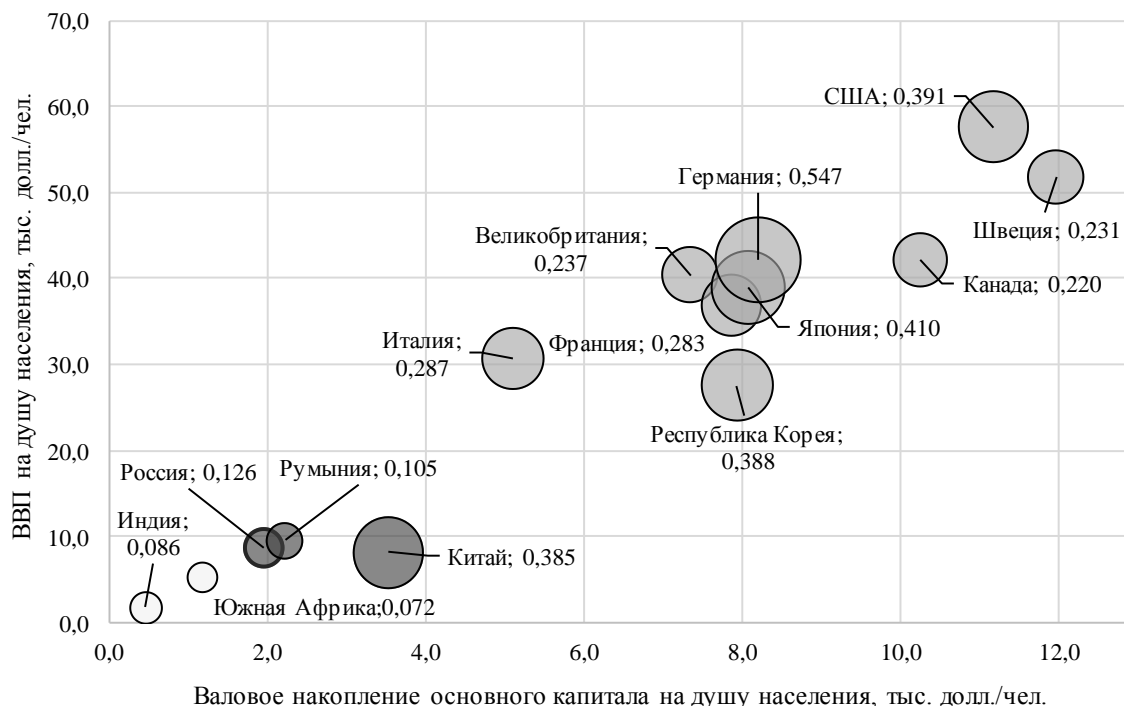


Рис. 1. Зависимость между валовым накоплением основного капитала на душу населения, валовым внутренним продуктом (ВВП) на душу населения и индексом промышленного развития в странах мира в 2015-2016 гг. (площадь круга характеризует величину индекса промышленного развития)\*  
\*Составлено и рассчитано по данным [1, 2]

В настоящее время уровень развития промышленности в России в недостаточной степени соответствует уровню развитых стран – о чем говорит низкий по сравнению с развитыми странами индекс промышленного производства (см. рисунок 1), невысокое значение которого обусловлено как недостаточными объемами промышленного производства, так и во многом несоответствующим современным требованиям состоянием материально-технической базы, что, в свою очередь, обуславливает низкую конкурентоспособность продукции отрасли и на российском, и на международном рынках. Так, степень износа основных фондов промышленных предприятий в России в 2016 году составляла 50,0 %, а коэффициент обновления – 5,5 % (рис. 2).

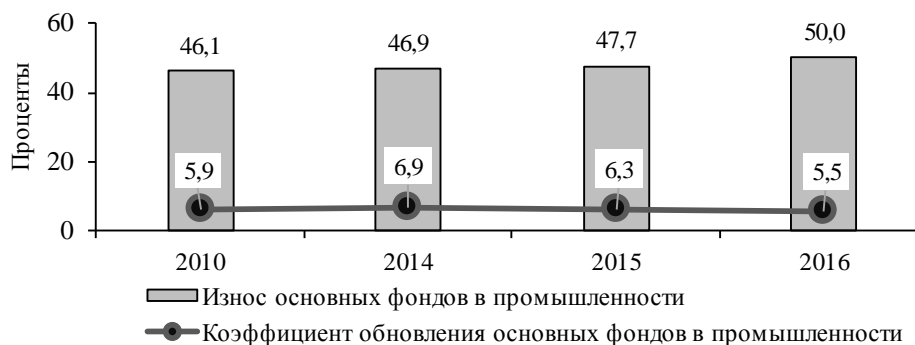


Рис. 2. Динамика степени износа и коэффициента обновления основных фондов промышленности в России [3]

Ключевым фактором, определяющим процессы обновления материально-технической

базы промышленных предприятий, является инвестирование в реновацию промышленных объектов, выступающую необходимым условием повышения качества продукции, устойчивого и структурно-сбалансированного развития промышленного производства, обеспечивающего достижение целей, заложенных в государственную программу «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», разработанную Минпромторгом России [4].

Вложение инвестиций в реновацию промышленных объектов, создавая материальную базу функционирования экономики, определяет динамику экономического развития страны – взаимосвязь между валовым внутренним продуктом и инвестициями в основной капитал обрабатывающих производств подтверждается существенной корреляционной зависимостью – коэффициент корреляции, рассчитанный по данным о величине ВВП и инвестиций в основной капитал обрабатывающих производств в России за 2010-2016 гг., составил 0,969 (рассчитано по [5]).

Инвестиции в развитие промышленного производства в России в 2016 году составили 2123,7 млрд. руб. или 14,6 % от общего объема инвестиций в экономику России (четвертое место в структуре инвестиций в основной капитал [5]). В настоящее время на функционировании промышленных предприятий отражаются последствия финансово-экономического кризиса 2014-2015 гг. – так, повышение инвестиционной активности наблюдалось в обрабатывающих производствах до 2012 г., затем произошел заметный спад объемов инвестирования – индексы физического объема инвестиций в основной капитал снизились с 112,4 % в 2012 году до 90,2 % в 2016 году (рис. 3). Динамика инвестиций в основной капитал в отраслевом разрезе говорит о том, что сохранение некоторой стабильности в сфере инвестирования в России в 2014-2016 гг. (индекс физического объема инвестиций в основной капитал в России в целом в 2016 году составил 99,1 % [5]) обусловлено сохраняющимся ростом объема инвестиций в добывающие производства – в 2016 году инвестиции по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» выросли на 15,8 %.

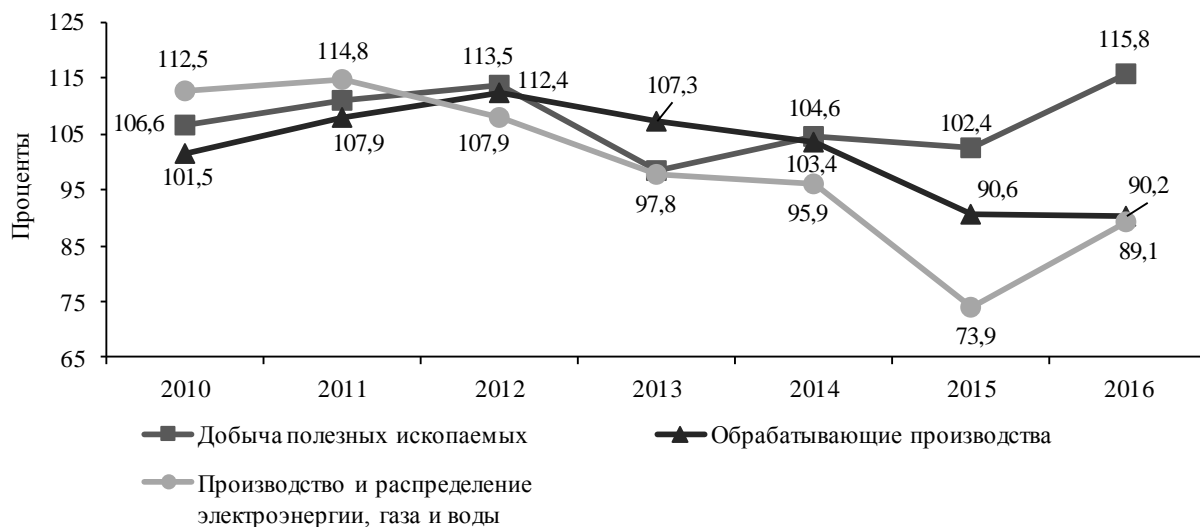


Рис. 3. Индексы физического объема инвестиций в основной капитал (в сопоставимых ценах, в процентах к предыдущему году\*

\*Составлено по данным [5]

В условиях нестабильной финансово-экономической ситуации основной объем инвестиций хозяйствующими субъектами в промышленности направляется на поддержание и обновление технологического оборудования, непосредственно определяющего технико-экономические показатели производства – основными целями осуществления инвестиций в основной капитал организациями промышленности являются замена изношенной техники и оборудования, автоматизация и механизация существующего производственного процесса и снижение себестоимости продукции. Всего 19 % организаций в 2016 году направило инвестиции на расширение производства и создание новых рабочих мест, тогда как в 2000 году их доля была равна 30 % (рис. 4).

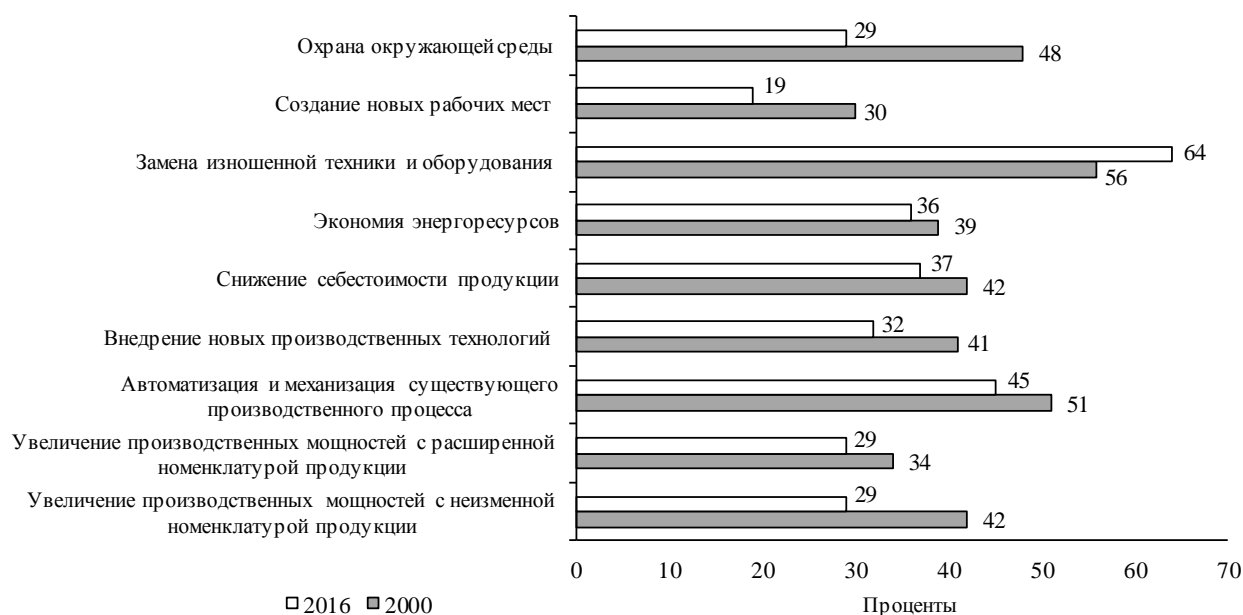


Рис. 4. Распределение организаций добывающих, обрабатывающих производств, производства и распределения электроэнергии, газа и воды по оценке целей инвестирования в основной капитал [5]

Определяющим источником инвестиций в реновацию промышленных объектов являются собственные средства организаций, доля которых в 2016 году составила 70,3 % в структуре источников финансирования инвестиций в основной капитал по виду деятельности «Обрабатывающие производства» (рисунок 5). Увеличение доли собственных средств в структуре источников финансирования инвестиционной деятельности в обрабатывающих производствах с 58,6 % в 2010 году до 70,3 % в 2016 году объясняется довольно высокой стоимостью заемных средств. По данным Центрального банка России, средневзвешенная процентная ставка по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях, составила свыше 10 %, что выше рентабельности предприятий большей части отраслей промышленности [6].

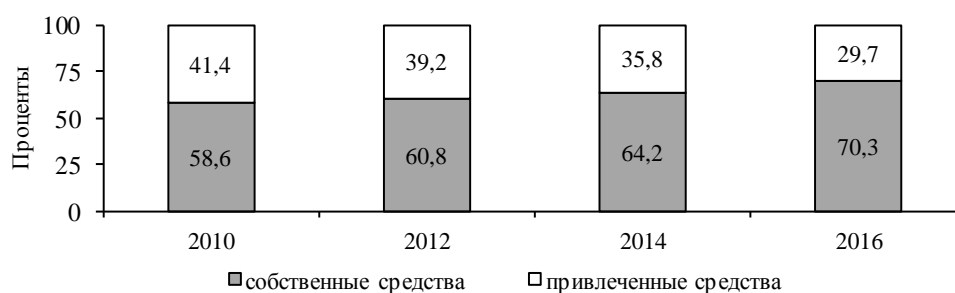


Рис. 5. Структура инвестиций в основной капитал по источникам финансирования в обрабатывающей промышленности [5]

Проявления последствий финансово-экономического кризиса 2014-2015 гг., неблагоприятная внешнеэкономическая обстановка обуславливают крайне незначительный объем иностранных инвестиций, поступающих в экономику России – доля иностранных инвестиций в структуре источников финансирования инвестиций в основной капитал по стране в целом в 2016 году составила всего 0,8 % [5].

О недостаточной инвестиционной привлекательности экономики России для иностранных инвесторов говорят данные рейтингов привлекательности страны для вложения инвестиций и благоприятности условий для создания нового бизнеса различных организаций – так, согласно рейтингу благоприятности условий для ведения бизнеса Всемирного Банка, Россия находится на 35 месте среди 190 стран мира, включенных в исследование, по данным рейтинга по индексу процветания стран мира Института Legatum – на 101 среди 149 стран соответственно (табл. 1).

Таблица 1.

Место России в зарубежных инвестиционных рейтингах, характеризующих привлекательность страны для вложения инвестиций

№ п/п	Название рейтинга / Наименование организации	Мировой ранг России	Основные показатели элементов рейтингов для России
1	2	3	4
1	Индекс экономической свободы/ Фонд «Наследие» [7]	107 из 186	Инвестиционная свобода – 30 баллов. Финансовая свобода – 3 балла. Доверие правительству – 38,1 балла. Налоговая нагрузка – 85,8 балла. Трудовая свобода – 52,0 балла.
2	Индекс промышленной эффективности/ Организация Объединённых Наций по промышленному развитию ЮНИДО [8]	31 из 144	Доля средних и высоких технологий в общей произведенной добавленной стоимости – 64 место. Индекс интенсивности индустриализации – 59 место. Доля средних и высоких технологий в общем объеме экспорта – 92 место. Доля в мировом индексе экспорта обрабатывающей промышленности – 16 место.
3	Благоприятность условий для ведения бизнеса/ Всемирный Банк [9]	35 из 190	Регистрация предприятий – 28 место. Получение разрешений на строительство – 115 место. Получение кредитов – 29 место. Защита миноритарных инвесторов – 51 место. Налогообложение – 52 место.
4	Индекс процветания стран мира/ Институт Legatum [10]	101 из 149	По экономическому качеству – 70 место. Деловая среда – 85 место. Персональная свобода – 143 место. Человеческий капитал – 130 место.

Основными факторами, ограничивающими инвестиционную активность российских инвесторов, являются: неопределенность в экономической ситуации – для 61 % организаций; высокие инвестиционные риски – для 50 % организаций; значительные проценты по коммерческим кредитам – для 56 % организаций (рис. 6).

Выполненный анализ динамики инвестиций в реновацию промышленных объектов свидетельствует о существовании таких проблем в сфере привлечения инвестиций в обновление фондов производственного назначения, как:

– низкие объемы инвестиций, направляемых на воспроизводство промышленных объектов, и, в частности, на реновацию промышленных зданий и сооружений, являющуюся необходимым условием расширения производства, повышения его эффективности и создания новых рабочих мест;

– недостаточная инвестиционная активность хозяйствующих субъектов в промышленности.

Эти негативные явления, в свою очередь, выступают следствиями неблагоприятной как внешней, так и внутренней финансово-экономической ситуации – так, уменьшение объемов инвестиций в реновацию в промышленности является следствием недостаточности экономических ресурсов, необходимых для осуществления инвестиционной деятельности. Удорожание материальных, трудовых и технологических ресурсов (рис. 7), необходимых для нового строительства, расширения и реконструкции объектов, а также недостаточный уровень рентабельности производства обуславливают ограниченность возможностей промышленных предприятий по наращиванию объемов вложений в реновацию производственных фондов. Так, цены на продукцию инвестиционного назначения в России за период 2010-2016 гг. в целом выросли в 1,61 раза, цены приобретения машин и оборудования – в 1,58 раз, цены строительной продукции – в 1,57 раз, цены на дизельное топливо – в 1,9 раз.

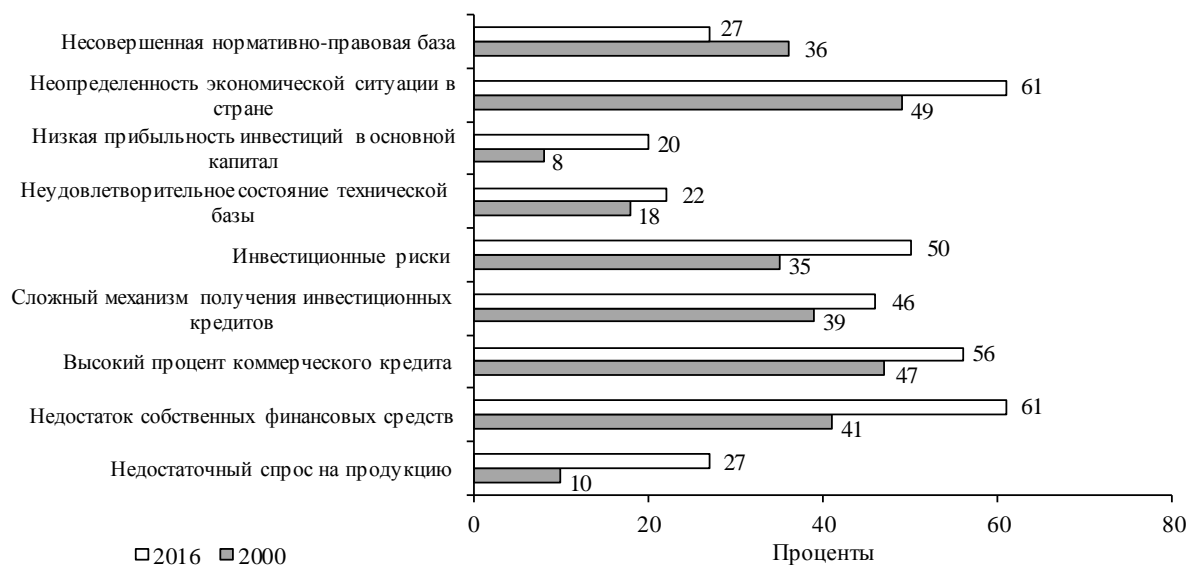


Рис. 6. Распределение организаций по оценке факторов, ограничивающих инвестиционную деятельность [5]

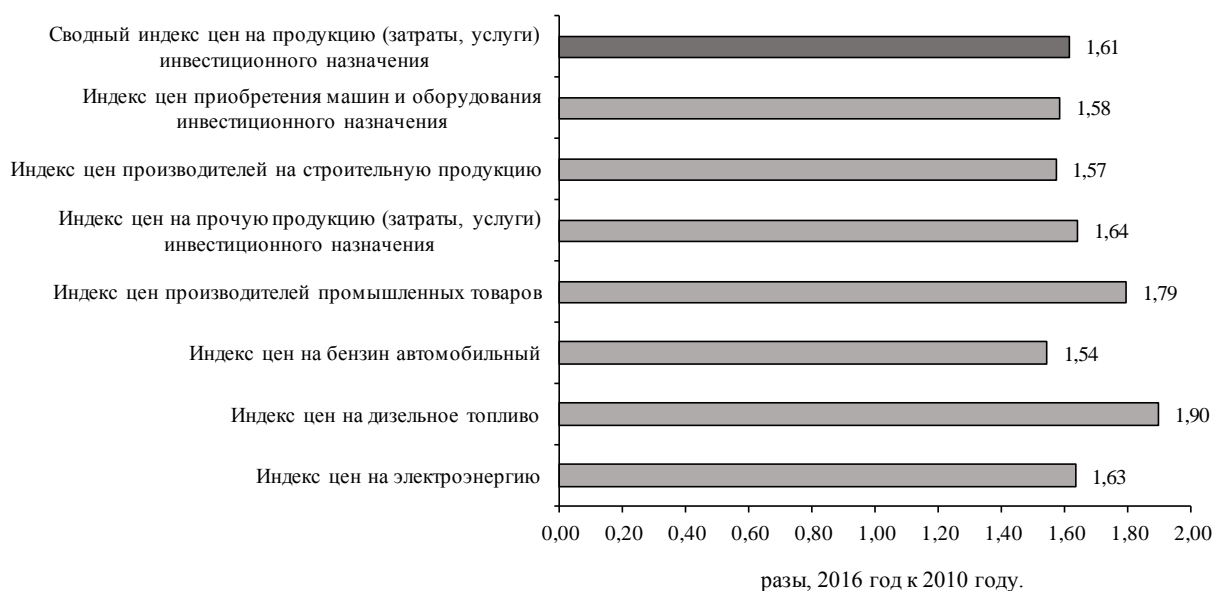


Рис. 7. Индекс роста цен на ресурсы, используемые в инвестиционной деятельности, в рублях за период 2010-2016 гг. (составлено и рассчитано по данным [11])

Поскольку сокращение объемов инвестиций в реновацию промышленных объектов приводит к негативным экономическим последствиям для развития как промышленности, так и экономики в целом, то в целях исследования проблем повышения инвестиционной активности в сфере промышленного производства, нами была выполнена систематизация существующих инструментов привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов в России (рис. 8), и в зарубежных странах (табл. 2).

Государственными инструментами привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов в практике поддержки инвестиционной деятельности в промышленности являются: государственно-частное партнерство, которое позволяет разработать программно-целевые модели государственно-частных партнерств по привлечению частных и иностранных инвесторов к использованию результатов федеральных целевых программ [12]; фонды развития промышленности, предоставляющие льготные условия софинансирования проектов, направленных на разработку новой высокотехнологичной продукции, техническое перевооружение и создание конкурентоспособных производств на базе наилучших доступных технологий [13]; меры государственной поддержки инвестиционной деятельности – налоговые

льготы, субсидии, государственные гарантии, налоговые инвестиционные кредиты, льготы по аренде государственного имущества [14].



Рис. 8. Систематизация инструментов привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов

Негосударственными инструментами финансирования реновационных процессов в промышленности выступают такие способы привлечения инвестиций, как лизинг, который может осуществляться в формах внутривымышленного, экономико-промышленного, промышленно-экспортного, импортно-промышленного лизинга [15]; проектное финансирование, позволяющее обеспечить долгосрочное заемное финансирование для крупных проектов посредством финансового инжиниринга, основанного на займе под денежные потоки, создаваемые только самим проектом [16]; синдицированное кредитование, предоставляемое заёмщику по меньшей мере двумя кредиторами (синдикатом кредиторов), участвующими в сделке в определённых долях в рамках единого кредитного соглашения [17]; фондовые рынки, развитие которых ведет к стимулированию выпуска акций промышленных предприятий, что, в свою очередь, обуславливает увеличение количества обращающихся на рынке акций и, следовательно, создает условия для повышения инвестиционной активности [18].

Таблица 2.

Инструменты привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов в зарубежных странах [19]

№ п/п	Страна	Инструменты привлечения инвестиций
1	2	3
1	США	Стимулирующие льготы, прямое государственное софинансирование в виде грантов, налоговые кредиты, льготное банковское кредитование; программа стимулирования национальных и иностранных инвестиций в экономику США «SelectUSA» (предусматривает снижение административных барьеров на пути прямых иностранных инвестиций, оказание информационного содействия зарубежным инвесторам).
2	Япония	Субсидии иностранным компаниям, осуществляющим высокорентабельный бизнес; финансовые программы на приобретение основных фондов (земельных участков, зданий, машин и оборудования), а также для проведения НИОКР; служба омбудсмена в сфере торговли и инвестиций; налоговые льготы.
3	Германия	Налоговые льготы, налоговые каникулы, льготная система амортизационных отчислений, получение кредитов на особо выгодных условиях.
4	Франция	Политика создания и поддержки инновационных кластеров, создание особых экономических зон – технопарков, помощь иностранным инвесторам со стороны государственных служб, гарантии по налогам и административным условиям. Дотации, налоговые льготы, льготные кредиты.
5	Китай	Высокая степень правового обеспечения в сфере передачи технологий; налоговая система, освобождающая малые предприятия, занимающиеся освоением новых технологий, от налога на прибыль; система льготного кредитования и финансовой поддержки.



В России основными мерами государственной поддержки инвестиционной деятельности являются инвестиционные кредиты, субсидии, налоговые каникулы. Также в целях финансирования инвестиционных проектов промышленных предприятий создаются фонды развития промышленности, используется лизинг как форма привлечения инвестиций в обновление основных фондов промышленных предприятий. Но, следует отметить, что данные инструменты в целом являются малоэффективными в привлечении инвестиций в обновление фондов промышленных объектов вследствие их низкой доступности для большинства промышленных предприятий, наличия административных барьеров.

Согласно данным Российского союза промышленников и предпринимателей, большинство компаний не используют финансовые инструменты в качестве источника финансирования инвестиций, и лишь немногим более 10 % компаний используют эмиссию акций и облигаций, а основным источником осуществления инвестиционных вложений для компаний остаются кредиты и займы [20].

## ВЫВОДЫ

Выполненный анализ инвестиционной деятельности промышленных предприятий в России свидетельствует о недостаточных объемах инвестиций, направляемых на реновацию основных фондов в промышленности, что, в свою очередь, снижает эффективность промышленного производства и конкурентоспособность продукции промышленных предприятий. Привлечение инвестиций в обновление материально-технической базы промышленности в России требует, с одной стороны, повышения эффективности использования существующих инструментов увеличения инвестиционной активности – снижения административных барьеров, применения налоговых инвестиционных льгот, снижения ключевой ставки Центрального Банка России для обеспечения доступности заемных ресурсов, улучшения федерального и регионального законодательства в инвестиционной сфере, а, с другой стороны, требует совершенствования существующих и разработки новых инструментов финансирования реновационных процессов в промышленности.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перспективы выполнения дальнейших исследований в сфере изучения направлений повышения инвестиционной активности промышленных предприятий заключаются в необходимости совершенствования существующих и разработки новых инструментов привлечения инвестиций в реновацию промышленных объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Competitive Industrial Performance Index (CIP), Edition 2017 / United Nations Industrial Development Organization / Unido statistics data portal: [– [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stat.unido.org/cip/>.
2. World Development Indicators / The World Bank Group: – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://data.worldbank.org/indicator/>.
3. Российский статистический ежегодник. 2017: Стат. сб. / Росстат / М., 2017 – 686 с. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2017/year/year17.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/year/year17.pdf).
4. Об утверждении новой редакции государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности». government (электронного издания). – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/docs/11912/>.
5. Инвестиции в России: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики: – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b17\\_56/](http://www.gks.ru/bgd/regl/b17_56/).
6. Сведения по кредитам в рублях, долларах США и евро / Статистическая информация Центрального Банка РФ: – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=int\\_rat](http://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=int_rat).
7. Index of economic freedom / Heritage Foundation. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.heritage.org/index/country/russia>.
8. Competitive Industrial Performance Index 2016 / Competitive industrial performance report 2016 / stat.unido. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stat.unido.org/country/RUS.pdf>.

9. Благоприятность условий ведения бизнеса / Doing business: Оценка Бизнес Регулирования / Всемирный Банк. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://russian.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/russia>.
10. The legatum prosperity index 2017 / Legatum Institute Foundation. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL <http://www.prosperity.com/globe#RUS>.
11. Цены в России: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_17/](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_17/).
12. Бабкин, И.А. Особенности государственно-частного партнерства в промышленности [Текст] / И.А. Бабкин // Вестник ЗабГУ. – 2016. – № 22. – С. 89–97.
13. Фонд развития промышленности / Официальный интернет-портал. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL <http://frprf.ru/>.
14. Меры государственной поддержки инвестиционной деятельности в Томской области / Инвестиционный портал Сибирского федерального округа. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://invsib.ru/tomsk/mery-gospodderzhki-investicionnoi-deyatelnosti/>.
15. Габдрахманов, О.Ф. Лизинг как механизм финансирования капиталовложений российской промышленности [Текст] / О.Ф. Габдрахманов, Е.Ю. Иванова-Якушко // Российское предпринимательство. – 2016. – № 9. – С. 1071–1082.
16. Титов, В.О. Проектное финансирование технологической модернизации на основе инноваций [Текст] / В.О. Титов // Экономика и управление. – 2014. – № 5. – С. 77–88.
17. Буркова, А.Ю. Синдицированные кредиты в международной и российской практике [Текст] / А.Ю. Буркова // Дайджест-финансы. – 2007. – № 4. – С. 26–30.
18. Тагавердиева, Д.С. Развитие фондового рынка как инструмента привлечения инвестиций в промышленность региона [Текст] / Д.С. Тагавердиева // Вестник Дагестанского государственного технического университета. – 2013. – № 29. – С. 125–131.
19. Горюнова, Н.А. Инструменты стимулирования иностранных инвестиций в России и за рубежом [Текст] / Н.А. Горюнова // Известия Тульского государственного университета. – 2016. – № 29. – С. 194–200.
20. Результаты опроса к Госсовету РФ «О развитии региональной промышленной политики» / Российская промышленная палата: – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://рспп.рф/library/view/176?s=7>.

## PROBLEMS OF ATTRACTING INVESTMENTS IN THE RENOVATION OF INDUSTRIAL OBJECTS

Rabtsevich O.V, Karzhavin A.D.

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk

**Annotation.** In article analyzes the investment activity in the Russian industry. The role of investments attraction into renovation of fixed assets of the industrial enterprises as necessary condition of increase in production efficiency is shown. Assessment of dynamics of investments into updating of material and technical resources of objects of the industry production is made. The main problems of investments attraction into renovation of industrial facilities are revealed. Systematization of the existing instruments of investments attraction into renovation of industrial facilities in Russia and in foreign countries for a research of opportunities of formation of necessary conditions for increase investment directed to renovation of fixed assets of the industry production is executed.

**Keywords:** renovation, industry, industrial investment, instruments for attracting investments.

УДК 65.012.43

## ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Цопа Н.В.

Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского,  
295943 г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: Natasha-ts@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрены существующие подходы, которые оценивают влияние внешней среды на предприятие. Существующие подходы оценены с позиции их применимости в деятельности строительных предприятий. Выявлены недостатки существующих подходов при оценке деятельности предприятий строительной отрасли. Обоснована необходимость разработки подхода, который будет учитывать факторы внешней среды, оказывающие существенное влияние на функционирование строительного предприятия. Предложен подход к построению системы показателей оценки динамики функционирования внешней среды для строительного предприятия. Установлено влияние на строительное предприятие не только рынков сбыта, деятельности конкурентов, но и рынка сырья и материалов, а также институциональных факторов. Выявлены ключевые показатели динамики внешней среды строительного предприятия. Предложена методика расчета показателей динамики внешней среды строительного предприятия.

**Ключевые слова:** строительство, строительная отрасль, внешняя среда, система показателей, производственные предприятия, оценка внешней среды.

### ВВЕДЕНИЕ

В современной экономической науке проблемам оценки влияния внешней среды на деятельность предприятия уделяется достаточно много внимания. При этом большинство существующих работ базируется либо на модели пяти сил М. Портера, либо на методике PEST-анализа [1-5]. Большинство авторов в своих исследованиях обращаются чаще всего к оценке влияния рынков сбыта и деятельности конкурентов на предприятие. В тоже время влиянию других составляющих внешней среды на деятельность предприятия обычно не уделяется достаточного внимания [1-3].

В результате сложившихся обстоятельств, объективным и необходимым является разработка подхода, который будет учитывать факторы внешней среды, оказывающие существенное влияние на функционирование строительного предприятия. Именно поэтому актуальным является обоснование подхода к оценке динамики функционирования внешней среды строительного предприятия, который бы учитывал систему показателей внешней среды предприятия и оценивал их влияние на деятельность самого предприятия.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Теоретическим и методическим аспектам оценки динамики функционирования внешней среды предприятия различных сфер экономики посвящены труды таких ученых, как М. Портера, И. Ансоффа, М. Малкиной и ряда других [1-10]. Однако, несмотря на наличие большого количества научных публикаций, посвященных оценке внешней среды предприятия, большинство из них оценивает влияние внешней среды с позиции маркетинговых составляющих, влияющих на конкурентоспособность предприятия. В то же время в данных публикациях не учтено влияние рынков сбыта, рынка сырья и материалов, а также институциональных факторов на функционирование строительного предприятия.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью статьи является обоснование подхода к оценке динамики функционирования внешней среды строительного предприятия на основании построения системы частных специфических показателей, учитывающих факторы и особенности предприятий строительной отрасли.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: проводится анализ существующих подходов к оценке влияния внешней среды на деятельность предприятия; предлагается подход к построению системы показателей оценки динамики функционирования внешней среды для строительного предприятия; обосновывается методика расчета показателей динамики внешней среды строительного предприятия.

## ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ С РЕЗУЛЬТАТАМИ И ИХ АНАЛИЗОМ

Исследование существующих подходов к оценке влияния внешней среды подтвердило нецелесообразность использования подхода М. Портера [1] в деятельности строительного предприятия, так как он ориентирован, на оценку конкурентоспособности предприятия, т.е. на прямое сопоставление идентичных показателей исследуемого предприятия и его конкурентов. При этом не учитываются такие важные институциональные факторы, как инфляция, валютные колебания, налоговое давление, которые оказывают существенное влияние на развитие предприятия. Работы [2-3] также ориентированы на оценку элементов внешней среды, связанных с конкурентоспособностью.

Методики PEST-анализа [3] неприменимы для строительных предприятий, т.к. они ориентированы на экспертные оценки, не учитывают отраслевых особенностей и являются, скорее, инструментом принятия решений, чем методом анализа глубоких зависимостей между функционированием предприятия и динамикой внешней среды.

В работе [6] предложен научный подход, в рамках которого влияние внешней среды оценивается с позиций принятия решений на предприятии и методов формирования стратегий предприятия. Недостатком такого подхода является его слабая практическая применимость и ориентированность на экспертные оценки при анализе внешней среды.

Разработанная в работе [7], методика также ориентирована на оценку конкурентоспособности, что обуславливает слабую приспособленность ее применения для целей оценки развития.

Интерес представляет работа [8], в которой предложен методический инструментарий проведения количественной оценки ресурсного потенциала и внешней среды на основе предложенного набора факторов, которые влияют на деятельность производственных предприятий. Недостатком подхода является его ориентированность только на рыночные показатели.

В исследованиях, проведенных авторами работы [9] предложен подход, ориентированный на оценку внешней среды с точки зрения конкуренции, причем основной целью развития предприятия является развитие маркетинговой сферы. Поэтому такой подход мало применим для производственных предприятий.

В ряде работ исследовались отдельные аспекты оценки внешней среды предприятия. В частности, такие аспекты, как оценка влияния институциональных факторов, а именно валютных курсов, на предприятия описаны в работе [10], однако исследования были ограничены только рынком энергоносителей. Такой элемент внешней среды предприятия, как рынок труда, исследовался в работе [2].

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие методы и модели оценки внешней среды предприятия охватывают оценку только части элементов внешней среды, прежде всего рынков сбыта и деятельности конкурентов. В то же время такие элементы внешней среды, как снабжение, валютные колебания, налоговое давление, инфляционные факторы, исследовались в другом контексте, отличающемся от задачи оценки развития строительного предприятия, или же не исследовались вовсе. Исходя из этого необходимо максимально полно учитывать факторы внешней среды, оказывающие существенное влияние на функционирование строительного предприятия, в частности, помимо рынков сбыта и деятельности конкурентов, учитывать рынок сырья и материалов, а также институциональные факторы.

Оценка динамики внешней среды предприятия включает следующие основные этапы: определение структуры внешней среды; определение связей между элементами внешней среды и внутренними элементами предприятия; определение элементов внешней среды, оказывающих основное воздействие на исследуемое предприятие или отрасль; оценка динамики показателей, характеризующих основные элементы внешней среды.

Рассмотрим более подробно ключевые показатели динамики внешней среды, выявленные в результате исследования.

*Показатели рынков сбыта.* Рынки сбыта оцениваются отдельно для продукции, потребляемой на внутреннем рынке и идущей на экспорт. Часть продукции, потребляемой строительными предприятиями, является экспортируемой и зависит от валютных колебаний, а также политической ситуации, поэтому ее динамика отличается от продукции, потребляемой на внутреннем рынке. Российские строительные товары экспортируются в Казахстан, Беларусь,

Литву, Бельгию и Украину [11]. Лидерами среди экспортируемых товаров являются стекло, керамические строительные изделия, сырая сера, асбест, изделия из асфальта, битума. В качестве показателя динамики этого элемента внешней среды используется объем реализации  $VRS_O^C$ , где  $C$  – индекс страны потребителя продукции,  $O$  – индекс вида продукции. Показатели рынков сбыта оцениваются отдельно для каждого из видов продукции: прочие минералы, стекло, сырая сера, керамические строительные изделия, асбест, изделия из асфальта, битума, пека, минеральная вата, камни, цементы, изделия из цемента, бетона, искусственного камня, магнезит и магнезия, гипсовые изделия, прочие строительные материалы, различные разновидности нерудных строительных материалов.

*Показатели рынков ресурсов.* Материальные ресурсы оцениваются отдельно по ресурсам внутреннего рынка и импортным ресурсам. Это обусловлено опосредованным влиянием на рынок ресурсов элементов внешней среды, таких как политические условия, курсы валют и прочие. К основным материальным ресурсам относятся: черные металлы, цветные металлы, горюче-смазочные материалы, электроэнергия, прочие ресурсы. Показателем, отражающим рыночное равновесие на рынке ресурсов по каждому из видов ресурсов, является их средняя цена  $PA_R$ , где  $R$  – индекс ресурса. В качестве источника статистической информации при определении цены целесообразно использовать данные с соответствующих отраслевых бирж.

*Кадровые ресурсы.* Агрегированный показатель динамики рынка труда (AP) применительно к предприятиям строительной отрасли имеет вид:

$$AP = \sum_i \lambda_i \frac{S_i}{D_i} \quad (1),$$

где  $\lambda_i$  – доля работников  $i$ -й специальности в штатном расписании предприятий отрасли;  
 $S_i$  – количество работников  $i$ -й специальности, предлагающих свои услуги на рынке труда;  
 $D_i$  – количество работников  $i$ -й специальности, необходимых на рынке труда;  
 $i \in \{I\}$ , где  $\{I\}$  – множество специальностей, задействованных на предприятиях строительной отрасли, согласно справочнику профессий.

*Финансовые ресурсы.* Показателем рынка финансовых ресурсов является доступность и стоимость кредитов, а именно: остатки средств на корреспондентских и транзитных счетах банков; средние процентные ставки по кредитам в реальный сектор экономики; средние процентные ставки рефинансирования финансовых ресурсов; учетная процентная ставка, установленная Банком России.

*Информационные ресурсы.* Показателем динамики изменения информационных ресурсов является количество ( $KI$ ) и эффективность коммуникационных источников ( $ЭИ$ ), с помощью которых предприятие может осуществлять взаимодействие с внешней средой, в частности с органами власти, с потребителями, с поставщиками.

*Показатели элементов конкуренции.* К показателям конкуренции относятся конкуренты-производители, конкуренты - реализаторы (посредники) и товары-конкуренты.

Для конкурентов – производителей оценивается их потенциальная ( $MP_P$ ) и задействованная ( $MP_Z$ ) производственная мощность по каждому направлению производства:

$$MP_{Z,I} = \sum_K MP_{Z,I,K}, \quad MP_{P,I} = \sum_K MP_{P,I,K} \quad (2),$$

где  $MP_{Z,I}$  – задействованная производственная мощность по  $I$ -му направлению производства;

$MP_{Z,I,K}$  – задействованная производственная мощность  $K$ -го конкурента по  $I$ -му направлению производства;

$MP_{P,I}$  – потенциальная производственная мощность по  $I$ -му направлению производства;

$MP_{P,I,K}$  – потенциальная производственная мощность  $K$ -го конкурента по  $I$ -му направлению производства.

Конкуренты-реализаторы (посредники). Для многих строительных предприятий производители и реализаторы совпадают. Основными показателями конкурентов-реализаторов является разветвленность торговой сети ( $TN_K$ , где  $K$  – индекс конкурента) и объем выручки от реализации ( $VR_K$ , где  $K$  – индекс конкурента). Причем объем выручки от реализации находится как сумма всей выручки всех конкурентов, а разветвленность торговой сети как мощность пересечения множеств сетей, элементами которой являются города.

Количество товаров субститутов и аналогов в строительной отрасли велико, но эти товары легко поддаются оценке и сравнению. Основными показателями являются цена товаров-конкурентов ( $PT_K$ , где  $K$  – индекс товара-конкурента) и качество их послепродажного обслуживания ( $KT_K$ , где  $K$  – индекс товара-конкурента). Качество послепродажного обслуживания определяется как средний гарантийный срок для каждого вида продукции. Также в виде показателя качества может использоваться соотношение между стоимостью продукции и суммой затрат на запчасти и ремонт в течение первых пяти лет эксплуатации продукции ( $PZ_K$ , где  $K$  – индекс товара-конкурента).

*Институциональные элементы.* К основным институциональным элементам, влияющим на функционирование строительных предприятий, относятся налоговая нагрузка, валютные курсы, инфляция.

Налоговая нагрузка экономики представляет собой отношение налогов и сборов к произведенному валовому внутреннему продукту. Так как для оценки функционирования предприятия интерес представляет налоговая нагрузка элементов внешней среды непосредственного взаимодействия, необходимо оценивать налоговую нагрузку не экономики в целом, а строительной отрасли. Для оценки динамики налоговой нагрузки отрасли могут использоваться следующие показатели [12]: доля налоговых платежей в выручке; доля налоговых платежей в активах; доля налоговых платежей в структуре валюты баланса; доля налоговых платежей в себестоимости; среднеарифметическое всех налоговых коэффициентов.

Эти показатели рассчитываются по следующим формулам [12 – 14]:

$$TW_R = \frac{TS}{R} \quad (3),$$

$$TW_A = \frac{TS}{A} \quad (4),$$

$$TW_{VB} = \frac{TS}{VB} \quad (5),$$

$$TW_C = \frac{TS}{C} \quad (6),$$

$$TW = \frac{TW_R + TW_A + TW_{VB} + TW_{RC}}{4} \quad (7),$$

где  $TW_R$  – доля налоговых платежей в выручке;

$TW_A$  – доля налоговых платежей в активах;

$TW_{VB}$  – доля налоговых платежей в структуре валюты баланса;

$TW_C$  – доля налоговых платежей в себестоимости;

$TW$  – среднеарифметическое всех налоговых коэффициентов;

$TS$  – сумма уплаченных налогов;

$R$  – объем выручки от реализации;

$A$  – активы;

$VB$  – валюта баланса;

$C$  – себестоимость.

Следует отметить, что поскольку задачей является расчет налоговой нагрузки для отрасли, использование коэффициентов доли налоговых платежей в активах и доли налоговых платежей в структуре валюты баланса нецелесообразно, так как они не подходят для целей консолидированного анализа. Аналогично для среднеарифметического всех коэффициентов, так как этот показатель включает неконсолидируемые коэффициенты. Поэтому для оценки развития строительного предприятия целесообразно использовать долю налоговых платежей в выручке от реализации (при анализе сбытовой деятельности) и долю налоговых платежей в себестоимости продукции (при анализе производственно-снабженческой деятельности).

Оценка динамики валютных курсов является очень важной при исследовании развития строительных предприятий ввиду того, что часть их продукции идет на экспорт. Основными странами – потребителями строительной продукции являются страны-участники Таможенного союза. Поэтому помимо динамики курса евро (*EUR*) и доллара (*USD*) необходимо оценивать также динамику курса валют стран Таможенного союза.

Оценка динамики инфляции включает в себя расчет изменения потребительской инфляции *INF* (для оценки развития сферы персонала) и изменения дефлятора промышленной продукции *DEF* (для оценки сфер сбыта и снабжения).

Оценка динамики ВВП позволяет увидеть общие тенденции развития экономической системы как нашей страны, так и стран-партнеров. К показателям оценки динамики ВВП относятся темпы роста ВВП Казахстана, Беларуси, Литвы, Бельгии, Украины, Индии, Китая.

### **ВЫВОДЫ**

Предложенный подход к построению системы показателей оценки динамики функционирования внешней среды строительного предприятия позволит определить траекторию поведения внешней среды и сопоставить ее с траекторией предприятия. Это дает возможность выявить причинно-следственные зависимости между функционированием строительных предприятий и динамикой внешней среды строительной отрасли.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

Перспективным направлением дальнейших исследований является построение моделей причинно-следственных связей между показателями оценки динамики функционирования строительных предприятий и показателями оценки динамики внешней среды, оказывающих влияние на деятельность строительной отрасли.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Porter, M.E. *Competitive Advantage* / M.E. Porter. – Free Press, New York: 1985. – 320 p.
2. Малкина, М.Ю. Тенденции развития рынка труда и капитала в строительной отрасли Российской экономики [Текст] / М.Ю. Малкина, Е.А. Шулепникова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Экономические науки. – 2012. – № 2 (2). – С. 188-196.
3. Ансофф, И. Стратегическое управление [Текст] / И. Ансофф. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
4. Цопа, Н.В. Организация инновационного развития строительного комплекса [Текст] / Н.В. Цопа // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики Материалы VI Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. – С. 54-59.
5. Цопа, Н.В. Управление рисками при реализации инновационных строительных проектов [Текст] / Н.В. Цопа // Экономика строительства и природопользования. – 2016. – № 1. – С. 34-39.
6. Викторов, М.Ю. Формирование конкурентоспособной стратегии предприятий инвестиционно – строительного комплекса [Текст] / М.Ю. Викторов, Д.К. Молчанов // Транспортное дело России. – 2009. – № 10. – С. 15-18.
7. Дробитько, Н.А. Влияние внешней среды на деятельность предприятия [Текст] / Н.А. Дробитько // Вестник Восточноукраинского национального университета им. В. Даля. – 2001. – № 12 (46). – С. 279-282.
8. Некрасова, Л.А. Формирование стратегии развития промышленного производства [Текст] / Л.А. Некрасова // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса: Одесский

нац. политех. ун. – 2002. – Вып. 1 (17). – С. 232-236.

9. Гасанова, Н.М. Формирование маркетинговой системы управления развитием предприятий строительного комплекса [Текст] / Н.М. Гасанова, Е.К. Колыванова // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2016. – № 2. – С. 62-67.

10. Баннова, С.Е. Разработка механизма формирования стратегии управления финансовым потенциалом строительной организации [Текст] / С.Е. Баннова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки сборник статей. Под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.А. Шестакова; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. – С. 223-227.

11. Экспорт России важнейших товаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.customs.ru/index2.php?option=com\\_content&view=article&id=24923&Itemid=1978](http://www.customs.ru/index2.php?option=com_content&view=article&id=24923&Itemid=1978).

12. Чипуренко, Е.В. Налоговая нагрузка предприятия: анализ, расчет, управление [Текст] / Е.В. Чипуренко. – М.: Налоговый вестник, 2008. – 464 с.

13. Финансовые и институциональные механизмы регулирования производственного потенциала: моногр. [Текст] / [Амоша А.И., Матюшин А.В., Шемякина Н.В., Вишневецкий В.П.]. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2007. – 372 с.

14. Лепя, Р.Н. Информационно-аналитическая система прогнозирования бюджета города [Текст] / Р.Н. Лепя, А.А. Мадых, Е.С. Галушко // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2014. – Т. 186. – С. 294-298.

## THE APPROACH TO ASSESSING THE DYNAMICS OF EXTERNAL ENVIRONMENT FUNCTIONING TO THE CONSTRUCTION COMPANY

Tsopa N.V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** The existing approaches that evaluate the impact of the environment to the enterprise are considered. Existing approaches are evaluated from the position of applicability in the activities of construction companies. The shortcomings of existing approaches in the evaluation of the construction industry. The necessity of developing an approach that will take into account environmental factors that have a significant impact to the functioning of the construction company. An approach to the construction of indicators system for assessing the dynamics of the environment to the construction company was proposed. The influence on the construction company not only markets, competitors, but also the market of raw materials and institutional factors was established. The key indicators of the external environment dynamics of the construction company are revealed. The method of calculation the indicators of dynamics environment to the construction enterprise is offered.

**Keywords:** construction, construction industry, external environment, system of indicators, industrial enterprises, external environment assessment.



### Раздел 3. Экономика природопользования

УДК 332.13.005:574

#### ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ

Ветрова<sup>1</sup> Н.М., Гайсарова<sup>2</sup> А.А.

<sup>1</sup> Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295943 г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: хаос.vetrova.03@mail.ru

<sup>2</sup> Институт экономики и управления ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295015, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4, e-mail: vip.gaysarova@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные подходы к определению сущности и структуры механизма экологического управления. Предложен системный подход к изложению основных понятий, явлений и процессов, раскрывающих содержание механизма экологического управления.

**Ключевые слова:** система природопользования, эколого-экономическое управление, механизм, принципы управления.

#### ВВЕДЕНИЕ

При решении проблем сохранения окружающей среды в Российской Федерации в целом и ее регионов, в частности, важное место занимает совершенствование управления в особой сфере – эколого-экономической. Необходимость интегрированного подхода к обеспечению современной жизни общества в целом, и отдельного человека определяется нарастанием экологических проблем и в качестве окружающей природной среды (правильнее – природно-антропогенной), и в качестве параметров собственно человека как биологического вида. Значительный объем информации о таких процессах, обсуждения на различных уровнях научного сообщества и гражданского общества подтверждают актуальность данного научного направления и определили выбор цели данного исследования – конкретизация теоретических положений по проблемам эколого-экономического механизма управления в регионе.

#### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Теория управления с учетом экологических проблем функционирования экономики базируется на разработках ученых различных научных направлений по экологии, экологической безопасности, экономики природопользования В.И. Вернадского [1], Н.Ф. Реймерса [2], В.И. Данилова-Данильяна [3], В.А. Бокова, А.В. Лушика [4], А.И. Данилова [5], А.Д. Липенкова [6], М.М. Быченка, А.М. Трофимчука [7], А.И. Пашенцева [8] и других. Однако следует признать, что вопросы управления региональной системой с учетом экологических приоритетов не решены в комплексе, хотя экологическая безопасность территории обоснованно рассматривается как составляющая национальной безопасности.

#### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Главной задачей управления в условиях функционирования современного общества является предотвращение развития опасных процессов в природной среде (текущее воздействие, перспективное воздействие), как для жизни человека, так и для собственно окружающей природной среды посредством научно-обоснованной системы методов, способов управления. Для успешного осуществления этих целей необходимо теоретическое осмысление процессов, происходящих как в природной среде, так и в обществе, экономике, включая определение оптимальных направлений хозяйствования и управления ими в рамках природопользования.

Природопользование в самом общем понимании есть совокупность различных форм потребления естественно-природных ресурсов и мер по сохранению (поддержанию нормального состояния) природных комплексов [9, с. 404-405]. При этом присутствует объективное противоречие – вследствие установок на обеспечение общественного развития наблюдается несоответствие процессов хозяйствования человека процессам развития естественно-природной среды. Причем в первую очередь для понимания рассматриваемых отношений важно то, что

человечество является элементом планетарной экосистемы: оно функционирует в соответствии с естественно-природными законами и одновременно организует подсистему собственной жизнедеятельности, которая охватывает и совокупность элементов поддержания основ жизни для удовлетворения физиологических и следующих уровней потребностей. Данная подсистема является частью экосистемы и включает природные комплексы, а также созданные в результате деятельности общества технократические элементы.

Следовательно, человечество, с одной стороны есть элемент экосистемы – любой совокупности живых существ и среды их существования, объединенной в одно функциональное целое обменом веществ, энергии и информации, а с другой, руководствуясь мировоззрением, может действовать целенаправленно, изменяя частично свою среду обитания под собственные потребности, человек является фактором функционирования этой среды, при котором объективные процессы обмена вещества и энергии между живой и неживой природой по характеру, скорости протекания, направленности и характеристикам изменяются в рамках среды окружения человека.

Анализ научных подходов к управлению социально-экономическими системами с учетом экологических факторов позволяет положительно оценить проведенные учеными исследования по данной проблематике. Развитие научных представлений о природопользовании и формирования целевых установок управления социально-экономической системой, в том числе и на региональном уровне, как отражении отношений в системе «природа-общество», претерпело ряд изменений. Для определения сущности этапов природопользования важное место занимает подход Н.А. Загоруйко и В.Н. Федорова, в котором рассматривается классификация геоэкологических видов хозяйств, выделяемых по схеме потребления природных ресурсов: присваивающее и производящее хозяйство. Второй вид имеет подвиды – осваивающее и восстанавливающее хозяйствование [10]. Следует отметить глубокое обоснование данной классификации периодов развития общества, которую предлагается уточнить в следующей трактовке периодизации отношений в системе «природа-общество» [11].

Первый этап развития отношений в системе «природа-общество» проявил проблемы общества как элемента природной системы – необходимо обеспечить выживание общества в условиях действия природных регуляторов, поскольку природные катастрофы, болезни, стихийные бедствия определяли условия жизни и формы природопользования. Такие формы природопользования как добыча ресурсов, освоение новых территорий для увеличения объемов требуемых ресурсов, получаемых из природной среды, (поиск свободных территорий и их экономическое освоение, создание технологий получения этих ресурсов) сформировали доминирующую в обществе установку по отношению к природопользованию: изъятие ресурсов для целей обеспечения жизни без учета экологических ограничений природы. Данный этап возможно определить как «Этап территориально-демографической экспансии природы» (табл. 1), на котором целевая установка подсистемы управления социально-экономическими отношениями в системе «природа-общество» имеет следующую формулировку – «управление обеспечивает поиск и освоение свободных территорий и ресурсов и не имеет экологически ориентированных задач».

Второй этап развития природопользования связан с переходом общества к индустриальному способу производства, в результате которого произошла интенсификация процесса использования природно-ресурсного потенциала, обусловленная ростом производственных возможностей и постоянным увеличением потребностей общества. Необходимость решения проблем обеспечения выживания в условиях демографического роста способствовала развитию технологий переработки и эксплуатации ресурсов территории, что изменило доминирующую установку природопользования – «потребление ресурсов для обеспечения жизнедеятельности в условиях нарастания природных ограничений». Рассматриваемый этап развития общества следует определить как «Этап ресурсной экспансии природы». На данном этапе действует целевая установка управления социально-экономической системой региона с учетом доминирующей установки – «управление обеспечивает максимальную выгоду от использования ресурсов при растущих потребностях общества». В контексте этой установки управление социально-экономической системой не ориентируется на решение проблем сохранения природных ресурсов, а направлено на организацию деятельности, которая максимально эксплуатируя ресурсы, позволяя обеспечить потребности демографического роста населения. Однако на этом этапе впервые общество начало ощущать негативное воздействие на окружающую среду. Так, В.И. Вернадский

[12] в начале XX века выявил динамику роста воздействия человека на окружающую природную среду и произвел оценку качественного изменения природной среды в связи с интенсификацией процессов природопользования.

Переход к третьему этапу развития отношений и формирования целевых установок управления процессами в системе «природа-общество» можно условно считать с 40-50-х годов XX века, когда научно-техническая революция привела к многократному усилению степени воздействия человека на природу. Формируется современный экологический кризис в результате превышения антропогенного давления на природную среду, вследствие чего нарушаются процессы природной саморегуляции, потеря биоразнообразия, нарушение ландшафтов, негативное влияние на состояние здоровья человека. В этих условиях проявляется проблема обеспечения экологически безопасных условий для жизни общества при сохранении природной среды, что способствовало изменению в обществе доминирующей установки природопользования от принципа безудержного преобразования природы и неограниченной ее эксплуатации следует перейти к экономии природных ресурсов и осторожному изменению природной среды жизни – потребление ресурсов для обеспечения жизнедеятельности в условиях нарастания природных ограничений. Эта установка потребовала перехода от одностороннего изменения природного цикла системы «биосфера – человек» перейти к двусторонней адаптации («коэволюции»), уделяя основное внимание рациональному преобразованию собственно человеческого общества и создаваемой им антропогенной среды. Воспроизводство природы для человека и оптимальное воспроизводство самих людей стали необходимостью [10]. Данный этап следует определить как «Этап социально-эколого-экономического балансирования». На этом этапе впервые происходит разделение форм процесса природопользования на рациональное и экологически направленное, обусловленное активизацией научных исследований, связанных с оценкой степени использования природных ресурсов и разработкой методов экономного, рационального природопользования.

Таблица 1.

Этапы развития взаимоотношений «природа – общество» и формирования целевых установок управления социально-экономической системой региона с учетом доминирующей установки природопользования\*

Этапы	1. Проблемы общества как элемента природной системы	2. Форма природопользования	3. Доминирующая в обществе установка при природопользовании	4. Целевая установка управления социально-экономической системой с учетом установки природопользования
<b>1 этап</b> территориально-демографической экспансии природы	1.1. Выживание в условиях действия природных регуляторов (природные катастрофы, болезни)	1.2.2. Освоение новых территорий для увеличения количества добываемых ресурсов	1.3. Изъятие ресурсов для целей обеспечения жизни без учета экологических ограничений природы	1.4. Обеспечить поиск и освоение свободных территорий и ресурсов без экологически ориентированных задач
<b>2 этап</b> ресурсной экспансии природы	2.1. Выживание в условиях демографического роста	2.2. Эксплуатация ресурсов территорий за счет развития технологий	2.3. Потребление ресурсов для получения максимального эффекта	2.4. Обеспечить максимальную выгоду от использования ресурсов без учета экологических ограничений
<b>3 этап</b> социально-эколого-экономического балансирования	3.1. Необходимо обеспечивать экологически безопасные условия для жизни при ухудшении параметров среды	3.2. Рациональное природопользование за счет экологически направленных технологий;	3.3. Необходимо оптимально потреблять ресурсы при реализации программ восстановления природной системы	3.4. Необходимо обеспечить экономически целесообразное потребление ограниченных ресурсов при экологически безопасных условиях жизнедеятельности

\* Источник: составлено авторами

В работах, посвященных теории эколого-экономического управления выделяют функции: учет и ведение кадастра природных ресурсов, планирование использования и охраны природных ресурсов, распределение и перераспределение природных ресурсов, выделение пространственно-территориальной принадлежности природных объектов, разрешение споров о праве пользоваться природными ресурсами, что целесообразно рассматривать в рамках обеспечения соответствия (равновесия) в экосистемах [13]. В отличие от вышерассмотренного, предполагается выделение совокупности механизмов экологического управления: биотического регулирования окружающей природной среды, эколого-хозяйственный баланс территории, кадастровый, мониторинговый, законодательный и нормативно-правовой, экономический, административный, информационно-контрольный, научно-образовательный, общественный. В ряде научных работ механизм экологического управления рассматривается либо частично через функции, либо через принципы, что нельзя рассматривать как целостный подход [14]. Однако, учитывая, что в теории управления механизм управления обеспечивает воздействие на факторы, от состояния которых зависит результат воздействия [15], а относительно решения проблем в сфере природопользования следует учитывать, что окружающая среда имеет ряд уровней, которые объединяют естественно-природную, квазиприродную (искусственные – парк, водохранилище и др.), техническую (здания, механизмы, сооружения и др.), социальную среду системы и необходимо обеспечивать воздействие на совокупность характеристик. Поэтому эколого-экономическое управление должно представлять собой процесс, в котором деятельность, направленная на достижение целей, рассматривается не как одноразовая, а как серия взаимозависимых действий – функций управления, объединенных коммуникациями и цепью принимаемых решений. При этом одним из основных условий достижения целей эколого-экономического управления является использование механизма, который допускает осуществление процесса взаимной увязки и согласования элементов в пространстве и во времени в зависимости от возможностей воздействия и конечных результатов.

Ввиду того, что, с одной стороны, экологическое управление относится к системному объекту, а с другой – представляет собой совокупность – элементов системы управления (субъекты, инструментарий, функции и др.), использование системного подхода [16] при выявлении сущности механизма экологического управления является обоснованным и призвано обеспечить целенаправленное и высокоэффективное взаимодействие всех элементов в системе. В соответствии с требованиями системного подхода механизм эколого-экономического управления должен иметь следующие свойства: целостность построения и воздействия; структурированность как совокупности компонентов, определенным образом взаимозависимых между собой; иерархичность; идентифицированность по характеристикам; открытость; динамизм развития механизма. Кроме того, при формировании механизма экологического управления должны соблюдаться принципы управления, к числу которых следует отнести принципы адекватности, управляемости, обратной связи, плановости, межсистемной и внутрисистемной совместимости, непрерывности действий, экономичности [16].

Кроме определения подходов и принципов, процесс формирования какого-либо механизма управления допускает осуществление определенной последовательности действий, направленных на создание его элементов, к которым относятся цели управления; критерии управления, как количественный аналог целей; факторы управления и их связь – как элементы объекта управления, на которые осуществляется влияние для достижения поставленных целей; методы влияния на факторы управления; ресурсы управления, при использовании которых реализуется избранный метод управления и обеспечивается достижение поставленной цели.

Исходными элементами формирования механизма управления являются конкретный объект управления (как совокупность факторов и их связей) и цель трансформации состояния или деятельности этого объекта. Далее цель управления трансформируется в критерий управления, избираются методы влияния на их состояние. И, наконец, определяется совокупность нужных ресурсов управления, с помощью которых организуется управляющее влияние на состояние соответствующих факторов управления.

Следует отметить, что особенности экологической сферы как объекта управления определяют специфичность структуры механизма эколого-экономического управления [17] относительно других возможных механизмов управления, поскольку в экосистеме биота [13, с. 419] как составляющая является первородной, исходной по отношению к обществу и,

следовательно, механизм саморегуляции проявляется лишь в рамках действия естественно-природных закономерностей и ограничивает возможности управления им. При этом выявляются элементы отдельной подсистемы в системе отношений «природа-общество», в которой возможно осуществить целенаправленное воздействие - управление: это возможно собственно в социотехнократической подсистеме для обеспечения жизненных условий и развития социальной сферы. В такой подсистеме сформированы экономические формы, в которых отражается все многообразие конкретно-исторических условий развития экономики и общества, а также своеобразие задач, решаемых государственными управляющими институтами как субъектом управления. Однако функции, взаимосвязи и отношения указанных подсистем должны быть согласованы в рамках механизма экологического управления исходя из цели – устойчивое развитие экономической системы. Именно поэтому в состав механизма эколого-экономического управления должны входить отдельные подсистемы воздействия на конкретные составляющие системы. При этом механизм должен иметь возможность первым реагировать на изменения условий окружающей среды и поэтому обязан обладать большим количеством черт адаптивности, чем управляемая система.

### ВЫВОДЫ

Обобщая, считаем, что механизм эколого-экономического управления представляет собой многоцелевую систему, которая имеет определенную сферу воздействия – экономикотехнократическая подсистема эколого-социально-экономической системы. Предложенный подход к рассмотрению сущности, условий и структуры механизма эколого-экономического управления, позволяет конкретизировать содержание и проблемные аспекты его формирования. Требуют дальнейшего исследования входящие в механизм экологического управления отдельные составляющие: их сущность, цели, конкретный инструментарий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский, В.И. Научная мысль как планетарное явление. [Текст] / В.И. Вернадский – М.: Наука, 1991. – 421 с.
2. Реймерс, Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). [Текст] – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
3. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. [Текст] / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Изд. МНЭПУ, 1997. – 744 с.
4. Боков, В.А. Основы экологической безопасности : учеб. пособие. [Текст] / В.А. Боков, А.В. Лушчик. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
5. Данилов, А. Экологически безопасное управление – залог устойчивого развития [Текст] / А. Данилов // Проблемы теории и практики управления. – 1998. – №3. – С. 19–24.
6. Липенков, А.Д. Безопасное развитие как повышение организованности эколого-экономических систем. [Текст] / А.Д. Липенков // Проблемы экономики и управления. – 2004. – №1–2. – С. 248–258.
7. Биченок, М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні / М.М. Биченок, О.М. Трофімчук. – К.: УІНСіР, 2002. – 179 с.
8. Пашенцев, О.І. Методологічні засади випереджального захисту довкілля від антропогенного впливу : монографія / О.І. Пашенцев. – Симферополь: ДІАЙПІ, 2008. – 614 с.
9. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник [Текст] / Н.Ф. Реймерс – М.: Мысль, 1990. – 637 с, [2] с.: ил., табл., карт., схем. граф 8. Никитин Д.П. Окружающая среда и человек. / Д.П. Никитин, Ю.В. Новиков — М.: Высшая школа, 1986. —415 с
10. Загоруйко, И.А. Пределы экономического развития и их вероятные следствия [Текст] / И.А. Загоруйко, В.Н. Федоров // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. –1993. – № 2. – С. 3–13.
11. Гайсарова, А.А. Об эволюции теории управления социально-экономической системой региона с учетом экологических параметров [Текст] / А.А. Гайсарова, И.В. Бережная // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Вип. 127. –Харків: ХНТУСГ, 2012. — С. 3–8.
12. Вернадский, В.И. Биосфера. Избранные труды по биогеохимии. [Текст] / В.И. Вернадский – М.: Мысль, 1967. – 232 с.

13. Тимофеева, С.С. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. Эколого-экономические и социальные последствия пожаров [Текст] / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999. –135 с.

14. Гринин, А.С. Экологический менеджмент: учеб. пособие для вузов [Текст] / А.С. Гринин, Н.А. Орехов, С. Шмидхейни – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 206 с.

15. Новая технология и организационные структуры: [пер. с англ.]: под ред. И. Пиннингса и А. Бьюитандеама. – М.: Экономика, 1990. – 269 с.

16. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении: учеб. пособ. [Текст] / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов; под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2007. –368 с.

17. Пунько Б.Н. Эколого-экономическое восстановление: моногр. [Текст] / Б.Н. Пунько [под ред. Б.В. Буркинського] – Львов: НВФ«УТ», 2008. – 323 с.

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF REGIONAL EKOLOGO-ECONOMIC MECHANISM OF MANAGEMENT

Vetrova N.M., Gaysarova A.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** The article describes the main approaches to the definition of the nature and structure of the mechanism of environmental management. Proposed a systematic approach to the presentation of the basic concepts, phenomena and processes that reveal the content of the mechanism of environmental management.

**Keywords:** system of nature protection, ecological management, mechanism, management principles.

УДК 338:504.062

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ МИНИМИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗДАНИЯ

Крутилова М.О.

ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, кафедра экспертизы и управления недвижимостью (структурное подразделение),  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: marykrutilova@gmail.com

**Аннотация.** Влияние выбросов парниковых газов в строительной отрасли на окружающую среду получает все большее внимание как от промышленной индустрии, так и от государства, которые признают, что выбросы от строительного сектора составляют значительную часть наносимого вреда окружающей среде. Фактически, на строительство зданий и их эксплуатацию приходится до 30% годовых выбросов парниковых газов в мире, включая автотранспорт, которые обычно измеряются в углеродном эквиваленте. Выбросы происходят на всех этапах жизненного цикла здания и подразделяются на аккумулированные выбросы во время стадии строительства, реконструкции, капитального ремонта или сноса и эксплуатационные выбросы углерода на стадии эксплуатации здания или сооружения, каждый из которых по-разному влияет на жизненный цикл углерода в зависимости от характеристик здания. Реализация строительного производства с позиции экоориентированного ценообразования, совершенствование системы сметного нормирования, позволит действенно и эффективно выявлять экономически оптимальную структуру строительного комплекса любого масштаба и значимости с позиции минимизации выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла здания, материально сблизить интересы участников инвестиционно-строительных проектов и органов государственной власти в оценке и реализации практических мер по ресурсосбережению и охране окружающей среды в строительном комплексе страны.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, жизненный цикл здания, экоориентированное строительство, минимизация выбросов парниковых газов.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопрос о сокращении выбросов парниковых газов на всех стадиях жизненного цикла зданий имеет международное значение и рассматривается исследователями из разных стран. Однако сведение к минимуму овеществленного углерода является сложной задачей и требует оценки последствий механизмов сокращения выбросов углерода, возникающих на различных этапах жизненного цикла.

На долю строительной отрасли приходится до 30% годовых выбросов парниковых газов (ПГ), что делает ее одним из семи основных источников процесса усиления эффекта глобального потепления. Согласно программе Организации объединенных наций по окружающей среде (ЮНЕП) без существенного повышения энергоэффективности зданий, нынешний всплеск урбанизации может привести к удвоению выбросов ПГ, связанных со строительной промышленностью в ближайшие 20 лет [1]. Согласно Киотскому протоколу к ПГ относятся шесть газов с доказанным воздействием на глобальное потепление, включая углекислый газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), гидрофторуглероды (HFCs), перфторуглероды (PFCs) и гексафторид серы (SF<sub>6</sub>). Углекислый газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>) и закись азота (N<sub>2</sub>O) вносят значительно больший вклад в глобальное потепление, чем другие ПГ, и составляют около 97% от общего потенциала глобального потепления. Для количественной оценки и представления отчетности об общем воздействии глобального потепления, связанного с выбросами парниковых газов, обычно используется совокупная мера, известная как углеродный эквивалент (УЭ). Углеродный эквивалент оценивается путем преобразования всех ПГ в эквивалентное значение двуокиси углерода, что приводит к аналогичному воздействию на глобальное потепление [2]. Для анализа воздействия выбросов ПГ в строительной отрасли в работе использовалась информация об эквивалентном значении углерода.

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Экологическая оценка выбросов производится на разных стадиях ЖЦ проекта: от добычи сырья (I) для производства строительных материалов, изделий и конструкций (СМиК) (II) и стадии разработки проектной документации до окончания срока службы объекта (V). Кроме того,

между стадиями, как правило, существует транспортная взаимосвязь, создающая дополнительные выбросы, которые следует учитывать при оценке (рис. 1). Каждая оценка имеет собственные цели, задачи, бенефициаров, участников строительства, однако объединяет разные этапы эко оценки инструментарий и методология количественной оценки и аккумуляирования углеродного эквивалента (рис. 2). Это делает вопросы совершенствования насущными актуальными и обладающими существенным исследовательским потенциалом.



Рис. 1. Стадии жизненного цикла здания



Рис. 2. Энергозатраты и выбросы ПГ в течение жизненного цикла здания:

1 – накопленные выбросы ПГ; 2 – выбросы от эксплуатационных процессов (отопление, освещение, вентилирование, работа оборудования и т.д.)

При классификации выбросов ПГ выделяют две общие группы: воплощенные и эксплуатационные. Воплощенный углерод определяют, как исходные выбросы, возникающие на стадиях I-III ЖЦЗ, которые представляют собой энергию, потребляемую в процессе приобретения сырья, его переработки, производства строительных материалов и конструкций, транспортировки на площадку, и сам процесс строительства. Согласно [3] исходные (воплощенные) выбросы можно разделить на прямые и косвенные. Прямые выбросы связаны с транспортировкой строительных материалов, конструкций и изделий на стройплощадку, а также со строительными процессами (в том числе работой машин и оборудования). Энергозатраты на стадии строительства включают не только выбросы при сборке и монтаже строительных конструкций на площадке, но и при предварительной сборке за пределами площадки (изготовление строительных конструкций на заводе, при производстве которых потребляется энергия, транспортировка) [4]. Косвенные выбросы связаны с приобретением, обработкой и производством строительных материалов, включая любые перевозки, связанные с этими видами деятельности, поэтому они в основном возникают на стадиях производства строительных материалов, а также при реконструкции, ремонте и сносе. Перечень строительных ресурсов разнообразен и в России содержит около 100 тысяч позиций [5], 85% которых относятся к материалам и конструкциям, согласно Федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС). При



анализе ЖЦЗ следует учитывать, что некоторые из этих ресурсов, могут иметь продолжительность ЖЦ меньше, чем у здания в целом. В результате необходимо производить их замену в течение срока службы здания, а также регулярное обслуживание. Выбросы, связанные с таким ремонтом и заменой, восстановлением, обслуживанием, учитываемые в течение всего срока службы здания, принято учитывать, как рецидивирующие выбросы, которые относят к категории воплощенных [4]. Эксплуатационные выбросы включают выбросы углерода, возникающие на стадии эксплуатации объекта при поддержании внутренней среды.

Эксплуатационные и воплощенные выбросы углерода в течение всего ЖЦЗ могут значительно варьироваться в зависимости от типа и назначения здания, а также иных факторов, как местоположение, климат, вид используемого топлива, экологичность строительных материалов и т.д. В связи с этим в международных исследованиях отмечается, что доля воплощенного углерода в ЖЦ типовых зданий колеблется от 20% до 80% (офисные и жилые здания) [6, 7]. Также многие исследователи отмечают, что энергозатраты на стадии строительства объекта, тесно связанные с выбросами углерода, занимают существенную долю в общих энергозатратах ЖЦЗ и составляют до 40–60% [7, 8]. С другой стороны, учитывая современные более жесткие требования к энергоэффективности, предъявляемые строительными нормами и правилами, и как следствие повышение количества и качества инноваций этой области, наблюдается сокращение доли эксплуатационных выбросов в ЖЦ возводимых объектов. Сокращение доли эксплуатационных выбросов и последующее увеличение относительной значимости выбросов на стадиях строительства и окончания срока службы способствует к смещению фокуса исследований в сторону изучения стратегий по сокращению воплощенных ПГ в зданиях, в том числе на стадии строительства, как одной из наиболее энергоемких.

### **ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Целью исследования является выявление наиболее распространенных и значимых методов оценки воплощенного углерода зданий, как перспективного направления дальнейших исследований на основе результатов обзора международных экономических механизмов минимизации выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла здания.

В современном эколого-экономическом анализе основное внимание уделяется механизмам снижения выбросов, связанных с конструктивными элементами здания. Однако большинство обсуждаемых концепций являются общеприменимыми и могут использоваться на стадии проектирования и планирования, в том числе при расчетах минимизации выбросов от неструктурных компонентов здания. Несмотря на то, что основное внимание в статье уделяется методам сокращения и оценки воплощенного УЭ, реализуемых на стадиях проектирования и строительства, окончательное решение о реализации предлагаемых механизмов должно приниматься путем рассмотрения итоговых значений общего УЭ в течение ЖЦ здания. На основании анализа международных исследований были выявлены основные направления механизмов снижения выбросов:

- использование низкоуглеродистых материалов;
- повторное использование строительных материалов, изделий и конструкций;
- рециклинг и минимизация использования строительных материалов;
- логистическая локализация и сокращение транспортных издержек;
- оптимизация строительных процессов с позиции комплексных экономико-технико-экологических критериев.

### **ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ**

**Низкоуглеродистые материалы.** Проектировщики, как правило, вынуждены выбирать в процессе проектирования из ограниченного числа альтернативных материалов, доступных для каждого структурного и неструктурного элемента в здании, рассматривая их эффективность в соответствии с техническими требованиями [9]. Именно на этом этапе при выборе материалов, изделий и конструкций можно минимизировать косвенные воплощенные выбросы и снизить уровень УЭ в зданиях. Косвенные выбросы могут значительно варьироваться в зависимости от типа сырьевого материала, местоположения карьеров и требуемого вида транспорта, углеродоемкости процессов добычи и переработки материалов, применяемых методов строительства, операций рециклинга, и отдаленности мест захоронения отходов в строительстве.

Выбор материалов для зданий с низким уровнем выбросов ПГ должен выполняться путем сравнения влияния типа материала на протяжении всего ЖЦ, что также объясняет различия в требованиях к транспортировке, строительству и окончанию срока службы различных материалов [10]. Кроме того, из-за влияния строительных материалов на эксплуатационные потребности в энергии здания, в процессе выбора необходимо оценивать и учитывать этот фактор. В литературе получили широкое распространение работы, связанные с изучением влияния материалов на выбросы в течение ЖЦ здания и возможности минимизации УЭ от строительства путем выбора низкоуглеродистых материалов. Из числа международных исследователей следует отметить Димуди Аргиро (Университет Демокрита во Фракии, Греция), который определил, что наибольшая доля энергозатрат на стадии строительства приходится на конструкционные материалы (бетон и арматурная сталь), составляющие около 60% – 65% от общих энергозатрат [11]. Группа исследователей из университета Йонсей, Корея (Taehoon Hong, Changyoon Ji, Hyeon Seon Park) выявили, что небольшие изменения в типе материала могут значительно повлиять на УЭ конструкции, например, в зависимости от класса используемого бетона и арматуры выбросы от использования той или иной ж/б конструкции могут измениться до 40% [12]. Немало исследований подтверждает эту концепцию: Муссави Надушани (Университет Нового Южного Уэльса, Австралия) предположила, что количество энергозатрат и соответственно выбросов изменяется не только от типа выбранного материала, но и от других параметров конструкции (объемно-планировочные и конструктивные решения), которые влияют на материалоемкость строительства [13]. Кроме того, результаты этого исследования показали, что выбор низкоуглеродистых материалов и конструктивных схем здания на основе минимальной оценки воздействия выбросов парниковых газов на стадии строительства может привести к повышению показателей углеродосодержания на всем ЖЦ здания. Поэтому выбор наилучших структурных материалов и конструктивных схем для сокращения выбросов углекислого газа должен основываться на оценке воздействия выбросов на весь ЖЦ, а не только отдельных его стадий. Помимо сравнения выбросов ПГ при выборе материала из существующих вариантов, некоторые исследования предлагают механизмы по сокращению углеродного воздействия путем: снижения УЭ в материалах за счет использования переработанных материалов, отходов или побочных продуктов в их составе и разработки новых низкоуглеродных материалов [14]. Среди разнообразия строительных материалов большое внимание уделяется цементу и бетону для уменьшения выбросов за счет частичного использования отходов, побочных продуктов производства, а также альтернативных низкоуглеродистых сырьевых компонентов и технологии производства цемента и бетона [15]. Значительное внимание вызвано в связи с существенной долей цементной индустрии в мировых выбросах, что составляет до 7% от всего промышленного УЭ. Еще одним альтернативным низкоуглеродистым строительным материалом является кирпич, произведенный по отходосодержащим технологиям, позволяющим снизить затраты на его производство на 60–70% [16].

В представленных выше вариантах создания низкоуглеродистых материалов исследователи отмечают, что выбор материалов для сокращения выбросов на ранних стадиях ЖЦ здания должен проводиться с учетом целого ряда экологических, технических и логистических факторов, разработке методологических основ количественной оценки которых, вместе со стоимостными и эксплуатационными показателями, уделяется повышенное внимание современном институтом экологического аудита.

**Повторное использование строительных материалов, изделий и конструкций.** На рисунке 3 схематично показаны основные источники выбросов ПГ по мере прохождения стадий ЖЦ здания, а также возможность сохранения на том же уровне воплощенного углекислого газа после окончания срока службы здания. Как показано, выбросы ПГ постепенно увеличиваются с переходом на следующую стадию по мере роста дополнительных энергозатрат, что позволяет представить УЭ здания, сооружения, накапливающимся итогом по мере движения строительных материалов через различные этапы обработки, изготовления, монтажа и сборки [17]. По завершению зданием своего срока службы накопленный УЭ должен быть минимизирован по средствам рециклинга СМиК, максимально используемого в процессе демонтажа, реновации и реконструкции объекта. Минимизация УЭ может осуществляться, в том числе, рациональным выбором альтернативного варианта существования объекта строительства за пределами ЖЦ (реконструкция, капитальный ремонт, снос и т.д.). На рисунке 3 представлен выбор оптимальной

стратегии минимизации УЭ строительных объектов при выборе вариантов существования зданий за пределами ЖЦ с учетом сокращения, рециклингом аккумулированных УЭ и приобретением новых в процессе создания повторно-используемого объекта строительства, имеющего собственный ЖЦ, различающийся для вариантов реконструкции, капитальный ремонта, сноса и т.д. Кроме того обязателен учет дополнительных УЭ, сопряжённых с демонтажем объекта и его отдельных конструкций и складированием и захоронением отходов. Как показывают исследования в большинстве случаев эколого-экономическая эффективность реконструкции и реновации существенно выше нового строительства [17]. Международные и российские исследователи подчеркивают, что рециклинг наиболее распространенных строительных материалов (бетона, стали и др.) является одной из наиболее эффективных стратегий сокращения выбросов и затрат, связанных с транспортировкой и захоронением мусора на удаленных полигонах, уменьшением потребности в полигонах [18].



Рис. 3. Выбросы ПГ по мере прохождения стадий жизненного цикла здания

Рециклинг материалов и компонентов является эффективной альтернативной стратегией реализации стадии окончания срока службы здания, позволяя сохранить материалы, энергозатраты, и сохранить уровень вредных выбросов, уже нанесенный окружающей среде. В литературе достаточно исследований, описывающих технические аспекты, преимущества и затраты, необходимые для повторного использования материалов и строительных конструкций [19, 20]. Если в процессе проектирования соблюдается концепция устойчивости и проект учитывает выбросы на всех стадиях ЖЦ, то большинство структурных элементов типового здания могут остаться в работоспособном техническом состоянии к концу срока службы и будут пригодны для повторного использования для аналогичных или других вариантов использования. Возможность повторного использования материалов и реализация стратегий утилизации могут существенно влиять на УЭ и должны учитываться на стадии проектирования объектов, способствуя переходу на низкоуглеродное строительство.

**Рециклинг и минимизация использования строительных материалов.** Овещественные выбросы при строительстве прямо пропорциональны количеству материала, используемого в процессе строительства, поэтому сравнение альтернативных материалов и технологий должно выполняться с позиций эколого-экономической эффективности. На количество и перечень необходимых материалов влияют конструктивные и объемно-планировочные решения, поэтому их рациональной вариацией можно добиваться существенной минимизации расходов строительных материалов и, как следствие, сокращению сопряженного УЭ. Оптимальные решения в проектировании, не завышающие запасы прочности здания, способствуют минимизации расходов строительным материалов и конструкций, что приведет к значительному сокращению выбросов. В течение нескольких десятилетий проектирование конструкций с запасом прочности (повышенной материалоемкостью) было одним из основных принципов инженерного проектирования, связанного с существенным недостатком методик определения фактического напряженно-деформированного состояния и индивидуализации расчетных схем конструкции. В настоящее время информационные технологии проектирования, BIM, технологии моделирования натуральных условий эксплуатации конструкций зданий и сооружений произвольного назначения и

объема позволяют довести запас прочности, закладываемый в проектное решение до рационально обоснованного минимума, индивидуального определяемого для каждой отдельной конструкции и условий ее работы [21, 22]. Минимизацию материалоемкости объемно-планировочных и конструктивных решений можно рассматривать как эффективную стратегию минимизации УЭ здания. Муссави Надушани и другие исследователи на примере арматуры определили, что сведение к минимуму потерь, достигнутых за счет компьютерного совершенствования технологий изготовления арматурных изделий, привело к уменьшению примерно на 8% в общем количестве использованного материала и на 50% образующихся отходов.

**Локализация строительной логистики и сокращение транспортных издержек.** Выбросы, связанные с доставкой СМиК на объект строительства, вносят существенный вклад в накопление УЭ в течение ЖЦ зданий. Важность учета строительной логистики на этапе проектирования возводимого объекта и сопутствующей оценки его УЭ отражена в работах Алиреза Ахмадиан (Университет Нового Южного Уэльса, Австралия), Мария Хесус Гонсалес (университет Политехника де Мадрид, Испания), Хуэй Ян, Кипинг Шен (Гонконгский политехнический университет, Китай) и др. Структура логистической цепи поставок материалов может существенно влиять на транспортные требования и, следовательно, транспортные выбросы. Дискретное производство материальных ресурсов классифицируется как ориентированное на массовое производство (Made-To-Stock) и ориентированное на заказ с позаказной калькуляцией затрат: конструирование (Engineered-To-Order), изготовление (Assembled-To-Order), сборка на заказ (Made-To-Order), которые имеют отличающиеся структуры цепочек поставок и, следовательно, различные последствия от выбросов [20, 23]. Следует отметить, что оптимизация строительной логистики не является самоцелью и окончательное решение о выборе материалов и поставщиков должно приниматься с учетом комплекса технико-экономических и экологических факторов.

**Оптимизация строительных процессов с позиции комплексных экономико-техно-экологических критериев.** Одним из факторов, способствующих увеличению УЭ в ЖЦЗ, является эксплуатация экологически неэффективного строительного оборудования, машин и механизмов. Общая экологическая эффективность в этом аспекте достигается с помощью различных подходов: тайм-менеджмент оборудования с целью сокращения времени его простоя, оценка стоимости владения оборудованием с учетом наносимого экологического ущерба [24], оптимизация логистических цепочек, сокращающая протяженность внутривозвратной и внешней маршрутной сети. Среди строительных работ, сопряженных с наименее экологически эффективной логистикой и, как следствие, имеющих существенный потенциал оздоровления проекта, большинством исследователями отмечаются земляные, бетонные и монтажные. В работе исследователей Анжелы Акра Гуггемос и Арпада Хорвата (Государственный университет Колорадо, Университет Калифорнии, США) отмечено что для ряда строительных проектов совокупный экологический ущерб составляет до 80% всего экологического ущерба строительной стадии ЖЦ [25]. Несмотря на важность и значимость вопроса в настоящее время отсутствует достаточно исследований по технологической оптимизации строительных процессов. К примеру, оптимизация технологического сопровождения процесса бетонирования способствует существенно более эффективному использованию транспортных средств и бетононасосов, топливоемкость которых вносит весомый вклад в общий объем внутривозвратных выбросов ПГ. Значительное сокращение выбросов на строительной стадии может быть достигнуто за счет оптимизации расположения монтажных механизмов в объеме строительной площадки с учетом минимизации совокупного пробега рабочих органов подъемно-транспортных машин [26].

## ВЫВОДЫ

В ходе анализа существующих международных исследований можно отметить, что в последнее время механизмы минимизации УЭ зданий обладают существенным прикладным и исследовательским эколого-экономическим потенциалом, являясь действенным и эффективным инструментом комплексной экологической оптимизации жизненного цикла здания. В работе выделены пять различных областей потенциального приложения указанных механизмов минимизации ПГ (на стадиях строительства I-III и конечной стадии): использование низкоуглеродистых материалов; повторное использование строительных материалов, изделий и конструкций; рециклинг и минимизация использования строительных материалов; логистическая

локализация и сокращение транспортных издержек; оптимизация строительных процессов с позиции комплексных экономико-техничко-экологических критериев.

В тоже время не снижающуюся остроту вопросов комплексной оценки экологической эффективности экологической оценки ЖЦ здания подчеркивает взаимозависимость этих процессов и возможные синергетические эффекты их комплексной оптимизации. Рациональное совмещение мероприятий по повышению экологической эффективности строительства и эксплуатации здания вместе с эколого-экономической оценкой стоимости владения оборудованием, материалами и возводимым строительным объектом могут стать инновационным прогрессивным подходом в экоориентированном ценообразовании, соответствующим концепции устойчивого развития.

Стоит отметить значимость надежных и практических методов оценки воплощенного УЭ зданий на проектной стадии в качестве предпосылки для оценки эффективности механизмов сокращения выбросов, обеспечивающих системный подход на всех стадиях жизненного цикла здания [27]. Для лучшего понимания тенденций и их увязки с достижениями в других смежных областях необходимы дальнейшие исследования, включая более подробный наукометрический анализ.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Эффективным инструментом минимизации выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла здания является внедрение экологического критерия в систему ценообразования в строительстве. Совершенствование системы ценообразования с позиции устойчивого развития, включающее организационно-экономические и нормативно-регулирующие мероприятия, характеризуется комплексностью и многоуровневостью:

— на микроуровне проводится эколого-экономический анализ применяемых проектных решений в строительстве, выбор наименее экологически опасных вариантов практической реализации конкретных строительных проектов;

— на мезоуровне осуществляется экологический мониторинг, анализ и эффективное управление градостроительной политикой, реализуемой муниципальными и федеральными образованиями, направленной на минимизацию экологического вреда, наносимого окружающей среде (ОС) региональным строительным комплексом;

— на макроуровне проводится сбор, анализ, систематизация статистических показателей экологического ущерба наносимого ОС строительной отраслью в целом, а также корректировка на этой основе федеральных инвестиционных программ в строительстве, введение в практический оборот института экологического аудита проектно-сметной и организационно-технологической документации [28].

Реализация строительного производства с позиции экоориентированного ценообразования, совершенствование системы сметного нормирования, позволит действенно и эффективно выявлять экономически оптимальную структуру строительного комплекса любого масштаба и значимости с позиции минимизации глобального экологического ущерба, материально сблизить интересы участников инвестиционно-строительных проектов и органов государственной власти в оценке и реализации практических мер по ресурсосбережению и охране ОС в строительном комплексе страны.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4); IPCC: Cambridge, UK. – 2007.
2. United Nations Environment Programme (UNEP). Building and Climate Change: Summary of Decision-Makers; UNEP: Washington, DC, USA. – 2009.
3. ГОСТ Р ИСО 14064-1-2007 (ISO 14064-1:2006) «Газы парниковые. Часть 1. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и удалении парниковых газов на уровне организации». – М.: Стандартинформ. – 2010. – 17 с.
4. Avilova, I. Methodology of cost-effective eco-directed structural design / Avilova I., Naumov A., Krutilova M. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2017. – No 53. – P. 255-261.
5. Федеральная государственная информационная система ценообразования в строительстве

(ФГИС ЦС) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fgiscs.minstroyrf.ru>.

6. Thormark, C. A low energy building in a life cycle — Its embodied energy, energy need for operation and recycling potential. *Build. Environ.* – 2002. – No 37. – P. 429–435.

7. Nemry, F.; Uihlein, A.; Colodel, C.M.; Wetzel, C.; Braune, A.; Wittstock, B.; Hasan, I.; Kreißig, J.; Gallon, N.; Niemeier, S.; et al. Options to reduce the environmental impacts of residential buildings in the European Union—Potential and costs. *Energy Build.* – 2010. – No 42. – P. 976–984.

8. Bastos, J.; Batterman, S.A.; Freire, F. Life-cycle energy and greenhouse gas analysis of three building types in a residential area in Lisbon. *Energy Build.* – 2014. – No 69. – P. 344–353.

9. Reddy, B. Sustainable materials for low carbon buildings. *Int. J. Low Carbon Technol.* – 2009. – No 4. – P. 175–181.

10. Брылкина, А.В. Экономико-математическая модель оптимизации альтернативных вариантов низкоуглеродного развития в строительстве [Текст] // Экология. Экономика. Информационная. – Сб. статей. Т. 2. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та. – 2015. – С. 355-362.

11. Dimoudi, A.; Tompa, C. Energy and environmental indicators related to construction of office buildings. *Resour. Conserv. Recycl.* – 2008. – No 53. – P. 86–95.

12. Ji, C.; Hong, T.; Park, H.S. Comparative analysis of decision-making methods for integrating cost and CO<sub>2</sub> emission—Focus on building structural design. *Energy Build.* – 2014. – No 72. – P. 186–194.

13. Moussavi Nadoushani, Z.S.; Akbarnezhad, A. Effects of structural system on the life cycle carbon footprint of buildings. *Energy Build.* – 2015. – No 102. – P. 337–346.

14. Гусев, А.А. Проблемы создания низкоуглеродной экономики в России. [Текст] // Экономика природопользования. – 2011. – №4. – С. 10-17.

15. Dolzhenko, A. Experimental Study of Actual Operation of Plastic Tube Concrete Constructions / Dolzhenko A., Naumov A., Shevchenko A., Kara K. // *Advances in Engineering Research.* – 2017. – Vol. 133. – P. 175–180.

16. Jiao, S.; Cao, M.; Li, Y. Impact research of solid waste on the strength of low carbon building materials. In *Proceedings of the 2nd Annual Conference on Electrical and Control Engineering, Yichang, China, 16–18 September 2011.*

17. Авилова, И.П. Управление эффективностью инвестиционно-строительных проектов через качественное состояние недвижимости. [Текст]. / И.П. Авилова, М.А. Щенятская // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.* – 2015. – № 4. – С. 141-145.

18. Akbarnezhad, A.; Ong, K.; Chandra, L.; Lin, Z. Economic and Environmental Assessment of Deconstruction Strategies Using Building Information Modeling. In *Proceedings of the Construction Research Congress 2012, Purdue University, West Lafayette, IN, USA, 21–23 May 2012;* P. 1730–1739.

19. Крыгина, А.М. Экономико-математическая модель очередности строительства объектов жилищной эконедвижимости. [Текст] // *Креативная экономика.* – 2014. – № 8 (92). – С. 120-128

20. Yan, H.; Shen, Q.P.; Fan, L.C.H.; Wang, Y.W.; Zhang, L. Greenhouse gas emissions in building construction: A case study of One Peking in Hong Kong. *Build. Environ.* – 2010. – No 45. – P. 949–955.

21. Абакумов, Р.Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве. [Текст] / Р.Г. Абакумов, А.Е. Наумов, А.Г. Зобова // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.* – 2017. – № 5. – С. 171-181.

22. Avilova, I.P. Improving the economic efficiency of construction investments by means of technological risks management / I.P. Avilova, A.E. Naumov, M.A. Shchenyatskaya // *Journal of Fundamental and Applied Sciences.* – 2016. – T. 8. – No S2. – P. 1502-1518.

23. Ahmadian, F.F.A.; Akbarnezhad, A.; Rashidi, T.H.; Waller, S.T. Accounting for Transport Times in Planning Off-Site Shipment of Construction Materials. *J. Constr. Eng. Manag.* – 2016, 142.

24. Avilova, I. Economic incentives of green standards in civil and municipal engineering / Avilova I., Krutilova M, Peresyapkina E. // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM.* – 2017. – No 53. – P. 551-557.

25. Guggemos, A.; Horvath, A. Decision-Support Tool for Assessing the Environmental Effects of Constructing Commercial Buildings. *J. Archit. Eng.* – 2006. – No 12. – P. 187–195.

26. Grabovy, P.G. Scientific aspects of productivity management in the investment and construction sector / P.G. Grabovy, A.E. Naumov, I.P. Avilova // *International Business Management*. – 2016. – Т. 10. – No 7. – P. 1354-1364.

27. Avilova, I.P.; Krutilova, M.O. Methodology of ecooriented assessment of constructive schemes of cast in-situ RC framework in civil engineering // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2018. – No 107.

28. Авилова, И.П. Экономические и правовые аспекты экоориентированного аудита в строительстве. [Текст] / И.П. Авилова, А.Е. Наумов, М.О. Крутилова // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. – 2016. – № 5. – С. 212–216.

## THE NEXUS OF LIFE CYCLE PHASES ON EMBODIED CARBON OF BUILDINGS: AN ECONOMIC REVIEW

Krutilova M.O.

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

**Annotation.** A major issue that has implications for the construction sector and for development relates to the global warming potential of greenhouse gas emissions and to the strategy designed to address that threat. In fact, 30% of the annual greenhouse gas emissions in the world are accounted for the construction and operation of buildings, including vehicles, which are usually measured in carbon equivalent. GHG emissions should also be taken into account at all stages of the building's life cycle. They generally categorised into operating carbon and embodied carbon, each making varying contributions to the life cycle carbon depending on the building's characteristics. Construction industry should develop from the position of eco-oriented pricing and improvement of the system of budget valuations. It will identify cost-optimal structure of building complex of any scale from the standpoint of minimizing greenhouse gas emissions throughout the building's life cycle. It will also allow materially sparked interest among participants of investment and construction projects and public authorities for implementing practical measures for resource saving and environmental protection in the country's construction sector.

**Keywords:** sustainable development, building's life cycle, ecooriented construction, minimizing embodied carbon of buildings.

УДК 628.49: 697.334

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОСВЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Пашенцев А.И.

Академия строительства и архитектуры(структурное подразделение), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского  
295493 г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: Aleksandr\_Pashentsev@mail.ru

**Аннотация.** Предложен методический подход к оценке косвенного экономического ущерба в расчете на один квадратный метр жилой площади помещений, возникающего при самовольном отключении потребителей от централизованного теплоснабжения. Подход основан на определении экономического ущерба от неучтенной теплоотдачи от стояков, расположенных в отключенных от централизованной подачи тепловой энергии квартирах, затрат на сброс теплоносителя по стояку, заполнение системы отопления, гидравлического испытания, профилактику запорно-регулирующей арматуры. Проведена апробация данного методического подхода, показавшая позитивные результаты.

**Ключевые слова:** тепловая сеть, теплоснабжение, тепловая энергия, экономический ущерб, потребитель теплоты.

### ВВЕДЕНИЕ

Тепловые сети подвергаются воздействию внешних факторов, что выражается в постоянном влиянии изменяющихся параметров температуры наружного воздуха, влажности воздуха, скорости перемещения воздушных масс, приводящих к необходимости регулирования режима эксплуатации. Несвоевременное принятие корректирующих решений подачи теплоносителя в зависимости от изменения внешних факторов приводит к возникновению аварийных ситуаций, снижению надежности функционирования тепловой сети, что характеризуется временной остановкой подачи теплоты ввиду проведения ремонтных работ, подачей тепловой энергии, не отвечающей нормативным требованиям поддержания температуры воздуха в жилом помещении, что снижает уровень комфорта помещения. Учитывая, что тепловые сети характеризуются значительным уровнем физического износа, что вынуждает предприятие теплокоммунэнерго транспортировать теплоноситель с меньшим давлением для избежания порыва трассы тепловой сети, возникает ситуация не выполнения теплоснабляющей организацией обязательств по подаче теплоносителя требуемых параметров. Это вызывает определенное недовольство со стороны потребителей тепловой энергии и их желание обезопасить себя от подобных случаев, что находит выражение в самовольном отключении от централизованного теплоснабжения, что приводит к экономическому ущербу предприятия теплокоммунэнерго. Пагубность подобных действий заключается в возможном гидравлическом разрегулировании систем теплоснабжения и возникновении ущерба не только у теплоснабляющей организации, но и у потребителей теплоты, проживающих в соседних квартирах для подтверждения, чего предложена методика оценки косвенного экономического ущерба при отключении потребителей от централизованного теплоснабжения.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является разработка методического подхода к оценке косвенного экономического ущерба при отключении потребителей от централизованного теплоснабжения, вызванного снижением качества теплоснабжения ввиду значительного физического износа тепловых сетей и стремлением потребителей тепловой энергии создать комфортные условия проживания путем установления местных источников теплоты. Для достижения поставленной цели решены задачи: проведен анализ существующих подходов с выявлением особенностей каждого из них, разработан методический подход, представленный в виде структурно-логической блок-схемы с приведением математической интерпретации основных показателей, позволяющих вывести окончательную расчетную формулу, определяющую косвенный экономический ущерб в расчете на один квадратный метр жилой площади помещения, проведена апробация подхода на примере 108-квартирного девятиэтажного жилого дома.



### **АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ**

Исследованию вопросов экономического ущерба при эксплуатации систем теплоснабжения посвящены работы многих российских ученых. Большинство работ посвящены исследованию прямого экономического ущерба с раскрытием статей ущерба, причин и обоснованием соответствующих методик расчета. Однако особенностью функционирования данных систем является не только возникновение прямого, но и косвенного экономического ущерба, под которым целесообразно понимать издержки предприятия, осуществляющего поставки тепловой энергии потребителям, вызванные нарушением режима эксплуатации в результате неправомерных действий третьих лиц. Неправомерные действия могут носить краткосрочный характер, что приводит к несанкционированному вмешательству третьих лиц в процесс эксплуатации систем теплоснабжения, приводящих к нарушению нормального режима функционирования и возникновения аварийных ситуаций. В настоящее время в отечественной научной литературе ведется дискуссия относительно обоснования составляющих статей косвенного экономического ущерба. Так А.Г. Бочаров считает, что косвенный ущерб систем теплоснабжения зависит непосредственно от вмешательства третьих лиц в процесс теплоснабжения жилых зданий. Он отмечает, что «самовольное вмешательство квартиросъемщиков жилых помещений во внутридомовые системы отопления с целью устранения незначительных аварийных ситуаций, не имея при этом достаточного опыта проведения соответствующих работ, приводит к серьезным аварийным ситуациям» [1, с. 34]. В данном случае имеется в виду стремление квартиросъемщиков провести самостоятельно текущий ремонт внутриквартирной системы отопления в виде устранения утечек теплоносителя, что приводит к перекрытию межэтажных стояков и проведению работ. Однако в большинстве случаев такие действия приводят к пагубным последствиям, что выражается в поломке запорно-регулирующей арматуры, расположенной в техническом подполье или этаже, заливку горячей водой собственной и близ расположенных квартир. При этом, подобные действия не согласованные с органами жилищно-коммунальных служб могут привести к вынужденной остановке подачи теплоносителя в целом на жилой дом. К еще большим негативным последствиям приводят самовольные действия квартиросъемщиков с привлечением специалистов, имеющих отдаленное отношение к деятельности жилищно-коммунальных служб при проведении ремонтно-сварочных работ системы отопления и горячего водоснабжения.

О.А. Денисов отмечает, что «непосредственно низкий уровень материального благополучия человека вынуждает его привлекать к некоторым работам по нормализации режима функционирования внутриквартирной системы отопления специалистов направление деятельности и уровень квалификации, которых не позволяет им проводить качественный ремонт систем отопления» [2, с. 49]. Данная точка зрения носит спорный характер, так как в настоящее время жилищно-коммунальные службы «жилсервиса» выполняют работы текущего характера по ликвидации аварийных ситуаций инженерного оборудования квартир (системы отопления, холодного и горячего водоснабжения) на безвозмездной основе согласно договора между квартиросъемщиком и муниципальным унитарным предприятием «Жилсервис».

Трубы внутридомовых систем отопления, особенно расположенные в техническом подполье, характеризуются высокой интенсивностью отказов, что приводит к утечкам теплоносителя, вынужденному устранению аварийной ситуации с предварительным отключением подачи теплоносителя по межэтажным стоякам. Это приводит к дискомфорту в жилых помещениях и вполне обоснованному стремлению людей минимизировать риски наступления подобной ситуации путем переоборудования внутриквартирной системы отопления. Нужно отметить, что подобные действия в некоторых случаях можно осуществить с учетом выполнения технических условий, отраженных в нормативной документации. Речь идет о квартирах, расположенных на первом этаже в жилом доме, при условии, что техническое подполье соответствует требованиям установки элеваторного узла для квартиры и его эксплуатация не окажет негативного влияния на поставку теплоносителя в соседние квартиры. При этом выполнить такие работы могут только специалисты теплокоммунэнерго с предоставлением определенного пакета документов, удостоверяющего право жильца на эксплуатацию данного оборудования.

Однако в настоящее время создан прецедент самовольного отключения потребителей от централизованного теплоснабжения с установкой местной системы отопления. Так по данным С.И. Драгунова на 01.12.2017 года в целом по Крыму выявлено таких 484 квартиры (0,012%) от

общего количества квартир, составляющих жилой фонд крымского полуострова [3, с. 28]. Несмотря на небольшой процент, сегодня такая проблема существует, так как самовольное установление местной системы отопления в многоквартирном жилом доме способствует в конечном итоге гидравлическому разрегулированию системы теплоснабжения [7]. В этой связи возникает вопрос о необходимости проведения в сжатые сроки приведения эксплуатации внутридомовых систем отопления в соответствие с требованиями действующих нормативных документов Российской Федерации, и обоснованием подобных действий может стать методический подход к оценке косвенного экономического ущерба при отключении потребителей от центрального теплоснабжения.

В этой связи можно выделить методические подходы, позволяющие оценить величину данного ущерба. Так А.Л. Завидонов считает, что основным составляющим косвенного экономического ущерба является неучтенная тепловая энергия, потребляемая потребителем. Он отмечает, что «устройство местной системы отопления в многоквартирном жилом доме с центральным отоплением не может полностью исключить потребление тепловой энергии отключившейся квартиры ввиду технических условий» [4, с. 79]. Автор разделяет данную точку зрения, так как центральное теплоснабжение предусматривает строительство системы отопления с вертикальной разводкой. В этом случае межэтажные стояки поставляют определенное количество теплоты в отключившиеся квартиры от центрального теплоснабжения ввиду необходимости поставки тепловой энергии в квартиры, расположенные этажами выше или ниже. В этом случае А.Л. Завидонов предлагает учитывать теплоотдачу от трубопроводов системы отопления вертикально и горизонтально расположенных в отключившейся квартире в расчете на один метр длины. Однако данный подход позволяет определить только общую величину теплоотдачи за отопительный период и не предусматривает определение стоимостной оценки, что не позволяет в полной мере сделать выводы о величине ущерба, наносимого теплоснабжающей организацией.

Учитывая, что теплоотдача от межэтажных стояков осуществляется с разной интенсивностью ввиду разного теплового потока проходящего по ним, А.Л. Ковалев предложил использовать корректирующие коэффициенты, которые определяются в зависимости от температуры наружного воздуха [5, с. 57]. В данном случае предпринята попытка обосновать объективность величины теплоотдачи от вертикально и горизонтально расположенных труб в квартирах, отключившихся от центрального отопления. Если использовать нормативные данные теплоотдачи в расчете на один метр с последующим уточнением в зависимости от фактической длины труб, то получаем не совсем репрезентативный результат, так как нормативные значения теплоотдачи рассчитаны на некоторую среднюю температуру воздуха. При этом нужно отметить, что в течение времени изменяется не только температура наружного воздуха, что приводит к необходимости поставки более высокотемпературного теплоносителя для покрытия теплопотребности квартиры с учетом дополнительных тепловых потерь, но изменяется и температура воздуха внутри отапливаемого помещения. Принимая это во внимание А.Л. Ковалев предложил формулу для расчета неучтенной теплоты в отключившихся от центрального отопления квартирах [5, с. 58]:

$$Q_{mp} = (Q_v + Q_g) \cdot K; \quad (1)$$

где  $Q_v$ ,  $Q_g$  – теплоотдача от вертикально и горизонтально расположенных труб системы отопления, рассчитанных на основании нормативных данных, Вт;

$K$  – корректирующий коэффициент, учитывающий фактор изменения температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя.

Данный подход заслуживает внимания, так как делает акцент на расчет неучтенного количества тепловой энергии путем совершенствования методики определения теплоотдачи от трубопроводов системы отопления. Однако, он носит рекомендательный характер и ученый не представил механизм его использования на практике в реальных условиях. Вызывает вопросы расчет корректирующего коэффициента, так как для его оперативного применения нужно располагать некоторой номограммой, позволяющей в зависимости от изменения температуры наружного воздуха определить теплоотдачу от труб системы отопления в зависимости от их направления и расположения.

Российский ученый О.Г. Мельников считает, что ограничиваться только расчетом количества теплоты от межэтажных стояков, проходящих в отключившихся от центрального отопления квартир не достаточно. С целью исключения аварийных ситуаций при подаче теплоносителя, проходящего через эти квартиры, предприятие теплокоммунэнерго вынуждено взять на себя обязательства по безвозмездному обслуживанию данных стояков, так как в противном случае это может привести к нарушению поставок теплоносителя в соседние квартиры, с которыми заключен договор на поставку тепловой энергии [6, с. 88]. В этом случае нужно акцентировать внимание на выполнении субъектом хозяйствования комплекса работ, связанного со сбросом теплоносителя при аварийной ситуации, наполнении системы отопления после завершения ремонтных работ, профилактике запорно-регулирующей арматуры, с чем автор полностью согласен.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Полное отключение жилого дома от поставок тепловой энергии возможно в случае, если все абоненты откажутся от услуг теплоснабжающей организации по ее поставкам. Однако это случается крайне редко, хотя сегодня создан прецедент по отказу от приема тепловой энергии определенной частью потребителей. Даже если изъявит желание один абонент в жилом доме получать тепловую энергию, предприятие теплокоммунэнерго вынуждено осуществлять поставки, что негативно отразится на рентабельности продаж. Рассмотрим случай, когда в жилом доме от услуг теплоснабжающей организации отказалась определенная часть потребителей. Предприятие поставляет тепловую энергию согласно договору с потребителями, оставшихся на его балансе. Однако для обеспечения циркуляции теплоносителя нужно заполнить всю систему отопления и поддерживать требуемые его параметры. Значит, теплоноситель проходит и по стоякам тех квартир, которые отключились от подачи теплоты и получают пусть незначительную, но часть тепловой энергии. В этом случае косвенный ущерб предприятия теплокоммунэнерго будет включать в себя:

- затраты на теплоснабжение квартир жилого дома;
- поддержание системы отопления в работоспособном состоянии, включая устранение аварийных ситуаций.

Расчет включает в себя ряд последовательных операций и преследует цель определить величину косвенного годового экономического ущерба на один м<sup>2</sup> жилой площади, на квартиру в зависимости от количества комнат (рис. 1).

1. Определение количества одно-, двух-, трех-, четырехкомнатных квартир и их жилой площади исследуемого дома. Эти данные можно получить, используя характеристику жилого фонда.

2. Уточнение тарифа, взимаемого теплоснабжающей организацией за поставку тепловой энергии согласно предписывающих документов.

3. Выявление количества одно-, двух-, трех-, четырехкомнатных квартир, отказавшихся от подачи тепловой энергии и определение их жилой площади.

4. Определение точного количества стояков и их протяженности в одно- (2 стояка), двух- (3 стояка), трех- (4 стояка), четырехкомнатных (5 стояков) квартир, отказавшихся от подачи тепловой энергии.

5. Определение теплоотдачи от стояков в квартирах, отключенных от централизованного теплоснабжения. Теплоотдачу от теплопроводов можно определить [1, с. 133]:

$$Q_{mp} = q_v L_v + q_r L_r; \quad (2)$$

где  $q_v$ ,  $q_r$  – теплоотдача 1м вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт/м;

$L_v$ ,  $L_r$  – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

6. Определяем ущерб от неучтенной теплоотдачи от стояков, расположенных в отключенных от централизованной подачи тепловой энергии квартирах:

$$Y_{cm1} = Q_{mp} \cdot m \cdot p \cdot n_0; \quad (3)$$

$$Y_{cm2} = Q_{mp} \cdot m \cdot p \cdot n_0; \quad (4)$$

$$Y_{cn3} = Q_{mp} \cdot m \cdot p \cdot n_0; \quad (5)$$

$$Y_{cn4} = Q_{mp} \cdot m \cdot p \cdot n_0; \quad (6)$$

где  $Y_{ct1}, Y_{ct2}, Y_{ct3}, Y_{ct4}$  – экономический ущерб от неучтенной теплоотдачи от стояков в одно-, двух-, трех-, четырехкомнатных квартирах, руб.;

$Q_{tr}$  – теплоотдача от стояков, Вт/м;

$m$  – количество стояков в одно-, двух-, трех-, четырехкомнатных квартирах, шт.;

$p$  – тариф оплаты за отопление  $m^2$  жилой площади, руб./ $m^2$ ;

$n_0$  – продолжительность отопительного периода, сут.

7. Определяем годовой экономический ущерб от неучтенной теплоотдачи от стояков:

$$Y_{cm\text{год}} = Y_{cm1} + Y_{cm2} + Y_{cm3} + Y_{cm4}; \quad (7)$$

8. Определяем экономический ущерб от неучтенного обслуживания внутридомовых сетей системы отопления, связанных с обеспечением циркуляции теплоносителя и устранением аварийных ситуаций.

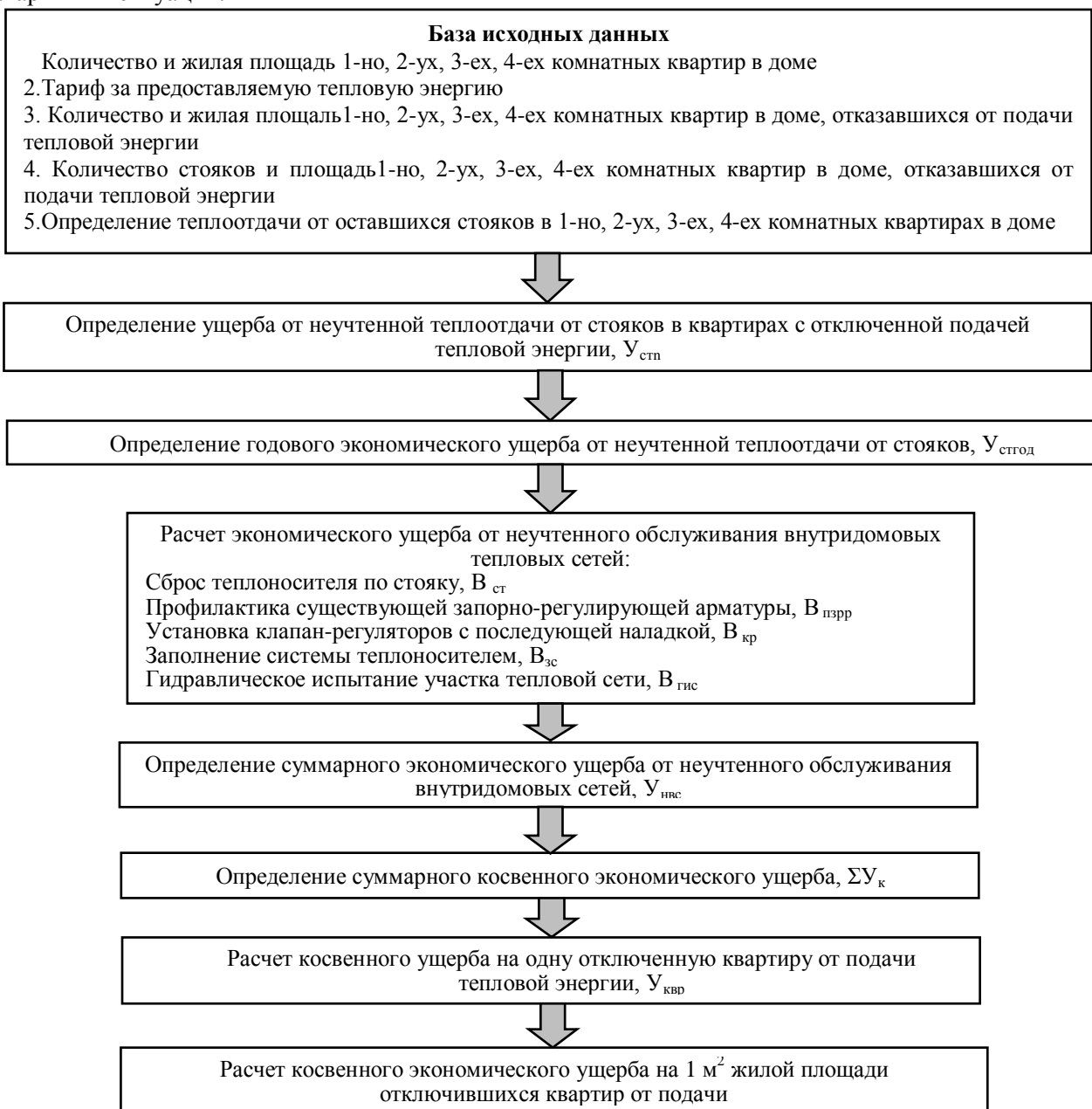


Рис. 1. Структурно-логическая схема оценки косвенного годового экономического ущерба на  $1 \text{ м}^2$  жилой площади помещения

8.1. Затраты на сброс теплоносителя по стояку:

$$B_{смс} = W \cdot S_{см}; \quad (8)$$

где  $W$  – объем теплоносителя, содержащегося в стояке,  $m^3$ ;

$S_{см}$  – стоимость выполнения работ, руб.

8.2. Затраты на профилактику существующей запорно-регулирующей арматуры (вентили, задвижки):

$$B_{нзрр} = S_{нза} \cdot N_1; \quad (9)$$

где  $S_{нза}$  – стоимость выполнения работ, руб.;

$N_1$  – количество запорно-регулирующей арматуры, шт.

8.3. Затраты на установку клапанов-регуляторов с последующей наладкой:

$$B_{кр} = S_{кр} \cdot N_2; \quad (10)$$

где  $S_{кр}$  – стоимость выполнения работ, руб.;

$N_2$  – количество клапанов-регуляторов, шт.

8.4. Затраты на заполнение системы отопления теплоносителем:

$$B_{зс} = W_3 \cdot S_{зс}; \quad (11)$$

где  $W_3$  – объем теплоносителя,  $m^3$ ;

$S_{зс}$  – стоимость выполнения работ, руб.

8.5. Затраты на проведение гидравлического испытания участка внутридомовой системы отопления:

$$B_{гис} = L \cdot S_{гис}; \quad (12)$$

где  $L$  – длина участка системы, м;

$S_{гис}$  – стоимость выполнения работ, руб.

8.6. Для получения объективной оценки экономического ущерба от неучтенного обслуживания внутридомовых сетей отопления нужно включить стоимость объема сетевой воды:

$$G = (24 \cdot n_0 \cdot G_m) \cdot p_m; \quad (13)$$

где  $n_0$  – продолжительность отопительного периода, сут.;

$G_m$  – подача теплоносителя,  $m^3$ ;

$p_m$  – стоимость  $m^3$  теплоносителя.

9. Определяем суммарный экономический ущерб от неучтенного обслуживания внутридомовой системы отопления:

$$Y_{нвс} = B_{смс} + B_{нзрр} + B_{кр} + B_{зс} + B_{гис}; \quad (14)$$

где  $B_{смс}$  – затраты на сброс теплоносителя по стоякам, руб.;

$B_{нзрр}$  – затраты на профилактику существующей запорно-регулирующей арматуры, руб.;

$B_{кр}$  – затраты на установку клапанов-регуляторов с последующей наладкой, руб.;

$B_{зс}$  – затраты на заполнение системы отопления теплоносителем, руб.;

$B_{гис}$  – затраты на проведение гидравлического испытания участка внутридомовой системы отопления, руб.

10. Определяем суммарный косвенный экономический ущерб:

$$\Sigma Y_k = Y_{стгод} + Y_{нвс}; \quad (15)$$

где  $Y_{стгод}$  – ущерб от неучтенной теплоотдачи от стояков, руб.

11. Определяем косвенный экономический ущерб с учетом общего количества отключившихся квартир от подачи тепловой энергии:

$$Y_{квр} = \Sigma Y_k \cdot N; \quad (16)$$

где  $\Sigma Y_k$  – суммарный косвенный экономический ущерб, руб.;

$N$  – количество квартир, отключившихся от подачи тепловой энергии, шт.

12. Определяем косвенный ущерб в разрезе на один  $m^2$  жилой площади отключившихся квартир от подачи тепловой энергии:

$$Y_{m^2} = \frac{\sum Y_k}{F}; \quad (17)$$

где  $\sum Y_k$  – суммарный косвенный экономический ущерб, руб.;

F – суммарная жилая площадь, отключившихся квартир от подачи тепловой энергии, м<sup>2</sup>.

Проведена апробация данного методического подхода на примере среднестатистического 108-квартирного жилого дома, выполненного из сборных железобетонных панелей с учетом 10 % квартир, отключившихся от центрального теплоснабжения (табл. 1).

Таблица 1.

Косвенный экономический ущерб от отключения потребителей от централизованного теплоснабжения по 108-квартирному девятиэтажному жилому дому (Республика Крым, г. Симферополь, температура наружного воздуха при проектировании системы отопления -16<sup>0</sup>С)

Показатель	Косвенный экономический ущерб от несанкционированного отключения потребителей теплоты, руб.			
	1-но комн. квартиры	2-х комн. квартиры	3-х комн. квартиры	Всего
Неучтенная теплоотдача	10767,70	8745,56	8849,72	28362,98
Сброс воды из системы отопления	7967,70	11951,55	15935,40	35854,65
Заполнение водой системы отопления	11642,11	15911,37	19891,11	47444,59
Гидравлическое испытание	2174,21	2693,17	2939,11	7806,49
Профилактика запорно-регулирующей арматуры	242,11	362,81	482,34	1087,26
Профилактика клапан-регуляторов	317,94	482,17	563,29	1363,40
Итого	33111,77	40146,63	48660,97	121919,37

Рассмотрена ситуация наилучшего варианта, т.е. нахождение отключившихся потребителей от централизованного теплоснабжения в одном подъезде жилого дома при следующей дислокации жилых помещений: однокомнатные квартиры – пять, двухкомнатные – три, трехкомнатные – две, что предоставляет возможность снизить затраты на сброс и наполнение водой системы отопления. Полученные результаты наглядно свидетельствуют о достаточно существенной величине косвенного экономического ущерба, составляющего 121919,37 руб. за отопительный период. Расчеты проведены в соответствии с действующими прейскурантами цен на выполнение работ, указанных в таблице 1. Согласно данных этой таблицы экономический ущерб на один квадратный метр жилой площади составляет: 1-комнатные 11,34 руб./м<sup>2</sup>, 2-комнатные 8,47 руб./м<sup>2</sup>, 3-комнатные 25,07 руб./м<sup>2</sup>.

### ВЫВОДЫ

Разработана и опробована методика оценки косвенного экономического ущерба при отключении потребителей от централизованного теплоснабжения, включающая постатейный расчет и расчет ущерба на один квадратный метр жилой площади. Полученные результаты свидетельствуют, что при наиболее благоприятном варианте размещения 10 % отключившихся квартир от общего количества в квартир в жилом доме (в одном подъезде) величина косвенного экономического ущерба составляет 121919,37 руб. за отопительный сезон, в расчете на один квадратный метр экономический ущерб составил в расчете на квартиры: 1-комнатные 11,34 руб./м<sup>2</sup>, 2-комнатные 8,47 руб./м<sup>2</sup>, 3-комнатные 25,07 руб./м<sup>2</sup>.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты настоящего исследования целесообразно применить для разработки методического подхода к оценке прямого экономического ущерба при поквартирном отключении потребителей от централизованного теплоснабжения в расчете на один квадратный метр жилой площади и на квартиру в зависимости от удельного веса одно-, двух-, трех-, и четырехкомнатных квартир в общем количестве квартир в жилом доме.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров, А.Г. Методология экономического обоснования эксплуатации тепловых сетей [Текст] / А.Г. Бочаров. – СПб.: Наука, 2014. – 226 с.
2. Денисов, О.А. Экономика в теплоэнергетике [Текст] / О.А. Денисов. – Пермь: Связь, 2012. – 198 с.
3. Драгунов, С.И. Проблематика развития местного отопления в Крыму [Текст] / С.И. Драгунов // Энергоэффективные технологии в экономике России: междунар. научно-практич. конфер. (г. Ялта, 17 октября 2016 г.). – Ялта, «Азимут», 2016. – С. 27-29.
4. Завидонов, А.Л. Экономические аспекты функционирования систем теплоснабжения [Текст] / А.Л. Завидонов // Инновации и инвестиции в строительстве: междунар. научно-практич. конфер. (г. Краснодар, 11 апреля 2016 г.). – Краснодар, Кубань, 2016. – С. 78-81.
5. Ковалев, А.Л. О совершенствовании методики расчета внутридомовых систем отопления [Текст] / А.Л. Ковалев // Экономика и технология в системах теплоснабжения: междунар. научно-практич. конфер. (г. Липецк, 11 апреля 2016 г.). – Липецк, 2016. – С. 56-59.
6. Мельников, О.Г. Проблемы экономического обоснования эксплуатации систем отопления в условиях значительного физического износа [Текст] / О.Г. Мельников // Современные технологии в системах отопления: междунар. научно-практич. конфер. (г. Рязань, 15 мая 2015 г.). – Рязань, 2015. – С. 87-89.
7. Пашенцев, А.И. Методический подход к оценке экономического ущерба предприятия теплокоммунэнерго при разрегулировании системы теплоснабжения [Текст] / Пашенцев А.И., Пашенцева Л.В. // Экономика и управление. – 2012. – №1. – С. 39-46.

### THE METHODOICAL APPROACH TO ASSESSMENT OF THE DIRECT ECONOMIC DAMAGE AT DISCONNECTION CONSUMERS FROM THE CENTRALIZED HEAT SUPPLY

Pashentsev A.I.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** Methodical approach to assessment of the indirect economic damage per one square meter of living space of rooms arising at unauthorized disconnection of consumers from the centralized heat supply is offered. Approach is based on determination of economic damage from an unaccounted thermolysis from the struts located in the apartments disconnected from the centralized giving of thermal energy, costs of dumping of the heat carrier on a strut, filling of system of heating, hydraulic test, prevention of the locking regulating fittings. The approbation of this methodical approach which has shown positive results is carried out.

**Keywords:** thermal network, heat supply, thermal energy, economic damage, consumer of warmth.

## Раздел 4. Теория и практика управления

УДК 338.2

### О НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Абрамова М. В.

АНО ООВО Университет экономики и управления,  
295021, г. Симферополь, ул. Крымской правды, 4, e-mail: aginava@mail.ru

**Аннотация.** Исследованы результаты информатизации экономики Республики Крым за период 2016-2017 гг. Проведен сравнительный анализ полученных результатов развития республики с достигнутым уровнем других регионов Российской Федерации. Выявлены проблемные аспекты развития цифровой экономики в регионе. Выделены предпосылки и условия эффективного развития цифровой экономики. Проанализированы особенности функционирования цифровой экономики на региональном уровне, предложен подход к повышению эффективности управления развитием региональной экономики на новом уровне.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, информационно-коммуникационные технологии, системный подход, управление.

#### ВВЕДЕНИЕ

«Цифровая экономика – это не отдельная отрасль, по сути это уклад жизни, новая основа для развития системы государственного управления, экономики, бизнеса, социальной сферы, всего общества, – отметил он. – Формирование цифровой экономики – это вопрос национальной безопасности и независимости России, конкуренции отечественных компаний» (из речи В.В. Путина на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам, июль 2017 года).

Понятие цифровая экономика появилось относительно недавно: в 2008 году в докладе комиссии ЮНКТАД ООН было отмечено, что информация стала одним из ресурсов, наряду с энергией, капиталом, трудом и материальными ресурсами [1]. Поэтому мировая экономика перешла в фазу информационной экономики, то есть системы хозяйствования, в которой информация стала важнейшим ресурсом не только сферы услуг, но и всех других направлений деятельности.

Однако информатизация экономики не ограничивается только этим. Внедрение информационных технологий и продуктов, переход к ведению бизнеса в виртуальной среде, появление и быстрое развитие цифровой валюты позволили сделать вывод о необходимости разработки и осуществления программы развития цифровой экономики. Согласно определению, данному в программе «Цифровая экономика Российской Федерации» «Цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме» [2, с. 4–5]. Косвенное влияние информационно-коммуникационных технологий на эффективность экономики значительно существеннее, чем прямой эффект от разработки и реализации конкретных информационных продуктов.

#### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Развитие цифровой экономики становится объективной необходимостью и реальностью не только на мировом уровне, но и на всех нижестоящих уровнях экономических систем, поскольку информация является одним из важнейших ресурсов экономико-хозяйственной и производственной деятельности. Согласно данным, представленным в докладе комиссии ЮНКАД ООН «Инвестиции и цифровая экономика» [3], в рейтинге 100 крупнейших многонациональных предприятий (МНП) 19 относятся к ИКТ-компаниям, а 10 – цифровые МНП. Эти предприятия отличаются высоким уровнем ликвидности за счет значительной доли нематериальных активов, имеющих высокую стоимость. За пять лет (2010 – 2015 гг.) их активы увеличились на 65%, операционная прибыль – на 30 %. Во всех странах растет численность работников, занятых в сфере ИКТ, в том числе из-за высокой востребованности этих профессий и их высокой оплачиваемости. Бизнес все больше использует сетевые технологии и виртуальную среду для



повышения эффективности реализации товаров и услуг, снижения операционных и логистических затрат, а также ускорения и оптимизации бизнес-процессов.

Анализ публикаций по исследованию проблем цифровой экономики России показал, что актуальность этой темы обусловлена не только принципиальной новизной структуры экономики нового типа, но и необходимостью перестройки всех основных сфер деятельности общества. Б.Паньшин указывает на то, что эффективное функционирование цифровой экономики возможно только при глубоком проникновении информационно-коммуникационных технологий во все области хозяйствования, а также на важную роль больших массивов данных и, следовательно, инструментария их анализа и обработки [10]. Большой удельный вес будет занимать сфера ИКТ-услуг. В то же время, предпосылки развития цифровой экономики рассматриваются преимущественно на макроуровне, тогда как реализация системы хозяйствования осуществляется на уровне именно субъектов хозяйствования. Различные аспекты функционирования цифровой экономики рассмотрены в серии публикаций коллектива авторов под руководством В.П. Куприяновского. В частности, в работе [9] проводится анализ использования ресурсов цифровой экономики, указывается, что информация становится основным экономическим ресурсом, а масштаб экономической деятельности ограничивается лишь пространством глобальной сети. В этом случае принципиально меняются подходы к управлению бизнесом, что не может не быть учтено при разработке концепции трансформации региональной экономики в цифровую.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является анализ реализации мер по информационному развитию крымской региональной экономики, выявление особенностей развития региона по результатам изучения рейтинговой оценки информатизации регионов Российской Федерации и обоснование концепции управления развитием цифровой экономики в Республике Крым.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Республика Крым вошла в состав Российской Федерации с низким уровнем развития сетевых технологий доступа к информации. По данным Российской ассоциации электронных коммуникаций [7], в 2014 году охват сетью Internet составляло менее 27 %, в то время как в регионах России достигло более 50 %, а в крупных городах – более 70 %. Было значительное отставание и в степени информатизации процессов управления на различных уровнях хозяйствования. Поэтому в регион были направлены значительные финансовые инвестиции для преодоления этого разрыва. В таблице представлены данные о финансировании по исследуемому направлению Республики Крым и г. Севастополя, а также лидера по внедрению информационно-коммуникационных технологий г. Москвы и Республики Дагестан, которая и по географическому положению, и по степени информатизации в 2015 году сравнима с Крымом.

Таблица 1.

Объемы финансирования информатизации регионов Российской Федерации\*

Наименование субъекта Российской Федерации	Численность населения (тыс. чел)	Объем финансирования (тыс. руб./тыс. чел. населения)		Объем финансирования (тыс. руб.)		Относительный прирост, %
		2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	
г. Москва	12198	1135	1197	13838543	14602357	5,5
Республика Дагестан	2990	22	24	65998	70902	7,4
Республика Крым	1896	35	331	66129	627277	848,6
г. Севастополь	399	251	752	100001	300000	200,0

\* источник: данные Минкомсвязи [5]

Из анализа данных таблицы видно, что Республика Крым и г. Севастополь по состоянию на 2015 год по численности населения сравнимы Республикой Дагестан. Но объем финансирования на тысячу человек населения составил соответственно 35 и 251 млн. руб., что существенно выше, чем в Республике Дагестан (22 млн. руб.). В 2016 году в рейтинге Минкомсвязи по степени информатизации экономики Республика Дагестан занимала 82-е место, а Республика Крым (РК) и г. Севастополь, соответственно, 85-е и 84-е места. В этом же году объемы финансирования

выросли на 848,6 % (РК) и 200 % (г. Севастополь). Рейтинговое оценивание достигнутых результатов, проведенное в 2017 году, показало, что Республика Крым по уровню информатизации заняла 83-е место, г. Севастополь – 80-е место, тогда как Республика Дагестан изменила свое положение в рейтинговой таблице за этот же период с 82-го на 75-е. Таким образом, информатизация экономики Дагестана, проводится при меньших объемах финансирования более высокими темпами, чем Крыма.

Рейтинговая оценка произведена по семи субиндексам: человеческий капитал (наличие профессиональных кадров в сфере ИКТ), использование ИКТ в домохозяйствах и населением (степень информатизации населения), использование ИКТ в основных сферах социально-экономической деятельности (ИКТ в культуре, ИКТ в сфере предпринимательства и торговле, ИКТ в здравоохранении), наличие развитой инфраструктуры ИКТ, и функционирование электронного правительства.

Как констатировано в Концепции информатизации Республики Крым на 2018 год, имеются проблемы в организации электронного документооборота (отсутствие единого государственного стандарта электронного документооборота и электронной цифровой подписи, органы государственной власти и органы муниципального управления не оснащены системами электронного документооборота), в информатизации отраслей регионального хозяйства (низкий уровень информатизации сельского хозяйства, других отраслей), низкая эффективность использования финансовых, материальных, кадровых ресурсов [6].

Но основная характеристика цифровой экономики – применение цифровых интернет-технологий в процессе производства товаров и услуг и торговли ими. Это означает, что должны быть развиты не только производство и реализация информационно-коммуникационных технологий, но и, самое главное, каналы движения информации в цифровой форме, которые поддерживают технологии глобальных компьютерных сетей, системы обеспечения безопасности и конфиденциальности информации, а также защиты прав интеллектуальной собственности, а также системы управления информационными и бизнес-потоками. Особую роль играет сектор оказания услуг в сфере информационно-коммуникационных технологий. При этом роль государственного и муниципального управления не является ключевой, но становится обеспечивающей. Действительно, если большая часть прибыли компании, осуществляющей бизнес в цифровой форме, получается вне границ данной региональной экономической системы, то государственное управление должно быть направлено на создание максимально благоприятных условий вложения полученных средств в национальный бизнес.

Одной из причин низкого уровня отдачи от инвестиций можно назвать недостаточное использование системного подхода к реализации мероприятий по информатизации социально-экономической системы региона. Сила использования ИКТ заключается в их опосредованном влиянии на уровень развития экономики в целом: переход на цифровые процессы и технологии повышает скорость бизнес-процессов, сокращает цепочки создания стоимости от производства до потребления во всех секторах экономики, дает возможность реализации индивидуального подхода к потребностям каждого клиента и другие.

Управление региональным развитием в настоящее время использует преимущественно организационные методы управления на основе разработки и реализации бизнес-планов. Но высокий динамизм информации предусматривает и возможность быстрой адаптации системы управления к изменениям виртуальной среды. Следовательно, необходимо разрабатывать новые технологии управления, которые позволят максимально сократить цепочки принятия управленческих решений, упростить взаимодействие бизнеса и государственных управленческих структур, населения и государства,

Как показал опыт развития цифровой экономики в развитых странах, компании, использующие ИКТ, имеют высокий уровень обеспечения ликвидности и эффективности использования активов. Так, ведущие МПИ, имеют 73 % валовой выручки от реализации продукта за рубежом, при этом имея в зарубежных странах лишь 41% своих активов. Но эти преимущества достигаются не только при наличии развитой и сбалансированной цифровой инфраструктуры, но и сформированного цифрового сектора экономики: предприятий, производящих и внедряющих информационные продукты, а также высокого уровня внедрения ИКТ в деятельность компаний иных секторов экономической деятельности.

К сожалению, анализ Концепции информатизации Республики Крым на 2018 год

показывает, что основными направлениями являются обеспечение доступности информационных услуг, сбор и обработка данных, создание больших баз данных и организация электронного документооборота, повышение уровня знаний, умений и навыков в сфере ИКТ у пользователей информационными продуктами и ресурсами, но недостаточно проработаны меры по стимулированию внедрения цифровых информационных технологий в деятельность компаний бюджетобразующих отраслей Республики Крым. То есть, разработаны меры государственного управления и развития организационной структуры, в то же время стимулирование и создание благоприятного экономического климата для развития интернет-бизнеса в этой концепции не отражены.

### **ВЫВОДЫ**

Развитие цифровой экономики является актуальной стратегической целью для региона. Широкое использование ИКТ в функционировании отраслей позволит в короткие сроки достичь значительного экономического роста. В Республике Крым на текущий момент формируется организационная структура управления информатизацией экономики. Осуществлены программы информатизации отдельных её отраслей (в частности, сферы здравоохранения). Но для достижения цели развития цифровой региональной экономики необходимо сформировать развитый цифровой сектор экономики, разработать комплексную систему информатизации процессов экономико-хозяйственной деятельности, разработать и реализовать мероприятия стимулирования использования ИКТ в бюджетобразующих отраслях республики, которые позволят повысить эффективность использования информационных ресурсов.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Так как проблемы трансформации региональной экономики в цифровую форму многоаспектны и многоплановы, то дальнейшие исследования должны проводиться в широком спектре направлений. Особую роль следует отвести разработке формализованных методов управления информационными потоками, так как представляется целесообразным развивать косвенные методы управления на основе достижения эффекта сетевого отклика: манипулирование информационными потоками позволяет стимулировать развитие нескольких секторов экономики одновременно путем использования одного информационного ресурса в различных целях.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Доклад об информационной экономике за 2007-2008 год, Наука и техника на службе развития: новая парадигма ИКТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ifar.ru/library/book260b.pdf](http://www.ifar.ru/library/book260b.pdf).
2. Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.
3. Доклад о мировых инвестициях за 2017 год. Инвестиции и цифровая экономика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.invest.gov.kg/upload/file/OverviewUNCTAD2017.pdf>.
4. Экспертный центр электронного государства: цифровая Россия – все об ИТ в государстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://d-russia.ru/minkomsvyaz-predstavila-rejting-informatizatsii-regionov-2017.html>.
5. Информатизация регионов (рынок России) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информатизация\\_регионов\\_\(рынок\\_России\)\\_от\\_17.10.2017](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информатизация_регионов_(рынок_России)_от_17.10.2017).
6. Концепция информатизации Республики Крым на период 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rk.gov.ru/ru/structure/943>.
7. Официальный сайт Российской Ассоциации электронных коммуникаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.raec.ru/analytics/>.
8. Официальный сайт Государственной службы статистики РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/science\\_and\\_innovations/it\\_technology/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/it_technology/).

9. Куприяновский, В.П. Оптимизация использования ресурсов в цифровой экономике / В.П. Куприяновский, А.В. Конев, С.А. Синягов, Д.Е. Намиот, П.В. Куприяновский, Д.Г. Замолодчиков // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-ispolzovaniya-resursov-v-tsifrovoy-ekonomike>.

10. Панышин, Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / Б. Панышин [Текст] // Наука и инновации. – 2016. – № 157. – С. 17–20

11. Погосян, А.М. Инновационные платежные инструменты в цифровой экономике/ А.М. Погосян // Научные записки молодых исследователей. – 2017.– № 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-platezhnye-instrumenty-v-tsifrovoy-ekonomike>.

## ABOUT THE DIRECTIONS OF THE REPUBLIC OF CRIMEA DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF THE DIGITAL ECONOMY

Abramova M. V.

University of economics and management, Simferopol

**Annotation.** Investigated the results of the Republic of Crimea economy informatization for the period of 2016-2017 years. Presented a comparative analysis of the results of the Republic development with the level of other regions of the Russian Federation. Highlighted the preconditions and conditions for the effective development of the digital economy. Revealed the problematic aspects of the digital economy development in the region. The features of the digital economy at the regional level are analyzed, proposed an approach to improve the management of the regional economy at a new level.

**Keywords:** digital economy, information and communication technologies, system approach, management.

УДК 332.1

## ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ОТКРЫТОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО БЮДЖЕТНОГО ПРОЦЕССА

Барчукова Т.А.

ФГБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Челябинский филиал  
125993 (ГСП-3), г. Москва, Ленинградский просп., 49, e-mail: avdeeva1306@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты аналитического исследования динамики открытости бюджетного процесса РФ и бюджетного процесса Челябинской области. На основе анализа выделены проблемы открытости бюджета Челябинской области, которые позволили сформулировать ряд мероприятий по повышению открытости регионального бюджета и росту инициативности граждан в аспекте рассматриваемой проблемы.

**Ключевые слова:** бюджетный процесс, открытость бюджетного процесса, региональный бюджет.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих тенденций развития системы государственного и муниципального управления в мире признана тенденция на создание системы, которая не противопоставляет «управляющих» и «управляемых», а стирает грань между ними, объединяя в общей цели – повышение эффективности принимаемых решений. Данная тенденция реализуется и в Российской Федерации. Так, в рамках данного направления был создан проект «Открытое правительство», обозначивший ряд приоритетов: рост информационной открытости, понятности действий органов власти; обеспечение прозрачности государственных расходов и закупок; реализация системы общественного контроля и другие. В целях повышения эффективности управления общественными финансами РФ, Министерством финансов России разрабатывается перспективное направление роста открытости бюджетных данных, как части открытой системы деятельности государственных органов. Важное место в данном направлении деятельности занимает сети Интернет, как средство быстрой, массовой и доступной коммуникации между органами власти и гражданами. В настоящее время субъекты России проявляют разную активность в реализации обозначенного направления, следствием чего стало значительное различие в степени открытости бюджетного процесса среди регионов страны.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Современные механизмы и инструменты развития открытости бюджетного процесса, внесли такие отечественные ученые как: И.В. Ишина, Н.В. Фадейкина, А.С. Чулков [10, 12, 14]. Данными авторами конкретизирован ряд понятий в области открытости бюджета и развития инициативности граждан в рассматриваемом аспекте. Методические разработки оценки и расчета результативности открытости бюджетного процесса представлены в работах российских исследователей, таких как Ю.В. Белоусов, О.И. Тимофеева, Н.В. Голованова [8, 9]. Однако, в условиях неоднозначного подхода к открытости регионального бюджета со стороны органов государственной власти, необходимо проведение конкретных исследовательских работ относительно субъектов Российской Федерации.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования – проанализировав уровень открытости регионального бюджетного процесса Челябинской области, предложить комплекс мероприятий по повышению эффективности реализации программы Министерства финансов «Открытый бюджет» с помощью инструментов сети Интернет. Объект исследования – механизм регионального бюджетного процесса Челябинской области.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Совокупность всех бюджетов на конкретно взятой территории образует консолидированный бюджет. Определим роль и место граждан в бюджетном процессе России. В ст.152 ч. 1 Бюджетного кодекса РФ законодательно закреплены участники бюджетного процесса России. В

обозначенном перечне нет граждан, что исключает население участников бюджетного процесса [1]. Таким образом, нет возможности непосредственного влияния граждан на процесс. Однако, население имеет опосредованные возможности влияния на бюджетный процесс, например, участие в ежегодных публичных (общественных) слушаниях по проекту бюджета на очередной год и плановый период, по проекту решения об исполнении бюджета; участие в оценке качества предоставляемых государственных и муниципальных услуг, опросы граждан и т.д.

Стремительное развитие цифровых технологий и их использование в деятельности органов власти позволяет сохранить в сети Интернет огромные массивы информации, расширяет их доступность множеству людей одновременно. В то же время повышается возможность усиления общественного контроля за рациональностью распределения доходной части бюджета.

Расширение возможности участия граждан в механизме государственного и муниципального управления дает проект «Открытое правительство». Открытое правительство – это система механизмов, которая призвана обеспечить открытость и подотчетность органов власти, вовлечение общества и бизнеса в принятие решений; прозрачность государственных расходов, закупок и инвестиций; эффективный общественный контроль. Данный проект не существует в вакууме как некая абстракция, а является интегрированным в работу государственных органов. Работа над проектом началась по Указу Президента РФ 8 февраля 2012 года. Специальная рабочая группа занялась разработкой системы «Открытое правительство». В 2014 году Распоряжением Правительства РФ от 30 января 2014 г. № 93-р принята «Концепция открытости федеральных органов исполнительной власти». Данная концепция закрепила обязательные принципы для органов исполнительной власти:

- принцип информационной открытости;
- принцип понятности;
- принцип вовлечения гражданского общества;
- принцип подотчетности [4].

Одним из направлений в формировании Открытого Правительства является открытый регион и открытый бюджет на уровне региона. В понимании среднестатистического гражданина, так как при принятии федерального бюджета участвуют органы государственной власти федерального уровня, федеральный бюджет не может существенно повлиять на его жизнь. В то же время, решения региональной власти по развитию учреждений образования, здравоохранения, благоустройства территорий напрямую затрагивают интересы населения. Однако, практика показывает, что граждане в общей массе не имеют представления о возможности диалога между чиновниками и населением.

Рассмотрев примеры мирового опыта по решению проблемы повышения открытости бюджета, можно отметить, что в ряде муниципалитетов стран Латинской Америки, Европы и Северной Америки (в том числе США) более 20 лет на практике используется инструмент муниципального управления под названием «participatory budgeting» – инициативное бюджетирование. В России есть опыт реализации подобного инструмента, который у нас получил название «партиципаторное бюджетирование». Понимание данного инструмента в России несколько отличается: создание специальных комиссий, в состав которых входят представители населения и органов власти, с последующим привлечением их в обсуждение расходной части бюджета. Члены комиссий выбираются по жребию. Основная идея данного инструмента – привлечь население (особенно критически настроенное) к обсуждению вариантов решения актуальных проблем. В мире данный механизм реализуется почти 40 лет. Например, с 80-х годов XX в. она успешно реализуется в Порту-Аллигери (Бразилия), а с 90-х годов XX в. – в Европе.

В России использование механизма партиципаторного бюджетирования началось в 2013 году с пилотных проектов в Череповце и в Сосновом Бору. Первые итоги рассмотренного проекта показали его преимущества:

1. Повышение эффективности формирования расходной части бюджета.
2. Частичное снижение социального напряжения в обществе. Когда государство принимает непопулярные меры – оно имеет возможность вовлечь граждан в диалог, объяснить причины таких мер.
3. Рост качества управления. Использование рассмотренных инструментов выделило новые актуальные идеи для реализации, а также заставило чиновников включиться в

конкурентную борьбу за распределение бюджетных средств, что повысило эффективность принимаемых решений и сам процесс управления.

Таким образом, практической целью рассмотренных проектов стало привлечение граждан к участию в бюджетном процессе на отдельных этапах. Однако, по словам, заместителя Министра финансов Алексея Лаврова, «залог успеха всех бюджетных проектов – вовлечение граждан на всех стадиях бюджетного процесса» [5]. Известно несколько форм повышения открытости бюджетного процесса, например, гражданский бюджет, бюджет для граждан, партиципаторное бюджетирование, инициативное бюджетирование и другие. Однако, необходимо учитывать, что участие граждан в деятельности бюджетной системы невозможно без повышения информационной открытости и формирования новых элементов в структуре управления.

Во всех субъектах Российской Федерации в рамках Открытого Правительства реализуется проект «Открытый регион». В целях получения информации о результатах его реализации, а также для оценки эффективности, формируются разнообразные рейтинги. Самым значимым среди них считается «Рейтинг субъектов РФ по уровню открытости бюджетных данных», формируемый научно-исследовательским финансовым институтом Министерства финансов РФ.

Для выявления проблем в рассматриваемой теме, проанализируем рейтинг открытости Челябинской области и РФ в целом за последние годы. Международная организация International Budget Partnership периодически проводит исследования по проблеме открытости бюджетного процесса по странам мира. Рассмотрим динамику открытости Российской Федерации по версии данной организации, отраженные на рисунке 1. Данные показывают, что за последние десять лет показатели открытости и прозрачности бюджета России в целом повышаются [5].

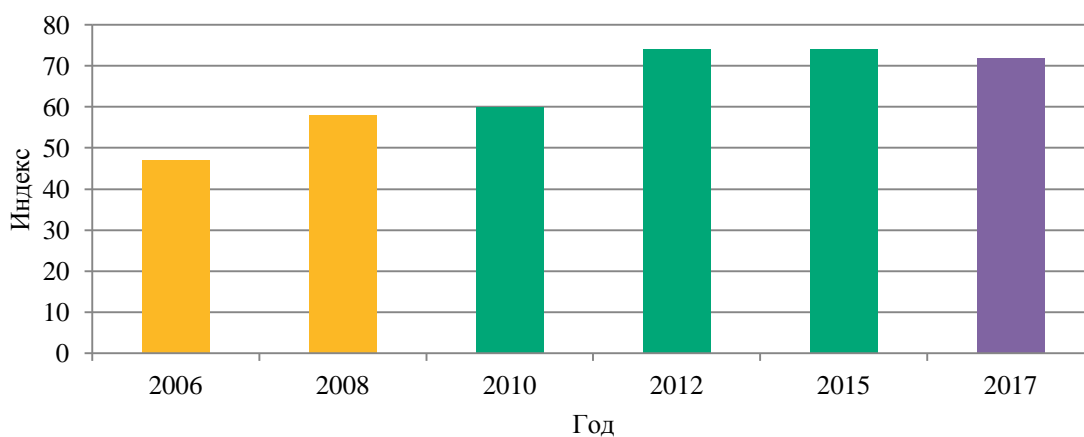


Рис. 1. Динамика индекса открытости бюджета РФ за 2006-2017 годы (по версии International Budget Partnership) [5]

Однако с 2012 года отмечается незначительное, но стабильное понижение показателя индекса открытости бюджета. В связи с данным фактом, для преодоления негативной тенденции, организацией были предложены следующие рекомендации:

во-первых, организовать своевременную публикацию предварительного бюджетного заявления в сети Интернет;

во-вторых, расширить информируемость населения о несоответствии запланированных доходов и их фактических результатов;

в-третьих, публиковать анализ сопоставления макроэкономических прогнозов и фактических результатов в отчетном году.

В рейтинге субъектов Российской Федерации по уровню открытости бюджетных данных за 2017 год Челябинская область вошла в группу регионов, занимающих 72-82 место из 85. От максимального количества баллов по уровню открытости (100 %), в Челябинской области 66,7 %. Для сравнения, в соответствии с этим же рейтингом за 2016 год, область занимала 59-е место из 85. Таким образом, в 2017 году позиции области в общем рейтинге понизились. В основном это произошло из-за повышения открытости бюджетного процесса в других субъектах России.

Таблица 1.  
Мероприятия Челябинской области «общественное участие» за 2017 год

Критерий	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Проводились ли органами гос. власти субъекта РФ опросы общественного мнения по бюджетной тематике в он-лайн режиме?(2б.)	-	-	-	1
Организована ли органами гос. власти субъекта РФ работа форума по бюджетной тематике и насколько активно граждане использовали предоставленную возможность?	-	-	-	-
Использовались ли финансовыми органами субъекта РФ социальные сети для распространения информации о бюджете?	-	-	-	-
Проводились ли заседания Общественного совета, созданного при финансовом органе субъекта РФ, и опубликованы ли итоговые документы (протоколы) этих заседаний?	-	-	-	-
Проводилось ли органами гос. власти субъекта РФ публично и открыто общественное обсуждение бюджетных вопросов или проектов решений органов гос. власти субъекта РФ по бюджетным вопросам и опубликованы ли результаты такого обсуждения?	-	-	-	-
Опубликовано ли информационное сообщение для граждан о проведении публичных слушаний по годовому отчету об исполнении бюджета за 2016 год?		1		
Проводилось ли публично и открыто общественное обсуждение основных направлений налоговой и бюджетной политики на 2018 г. и плановый период 2019 и 2020 гг. и опубликованы ли результаты такого обсуждения?				-
Опубликовано ли информационное сообщение для граждан о проведении публичных слушаний по проекту бюджета на 2018 год и плановый период 2019 и 2020 годов?	-	-	-	1
Итого	0(10)	1(12)	0(10)	2(14)

Рассматривая динамику изменения показателей открытости, следует учитывать изменение методики оценки и ежегодное изменение максимального количества баллов (210 до 100).

Неудовлетворительные показатели наблюдаются практически по всем исследуемым критериям. Отмечая удовлетворительный уровень раскрытия информации о бюджете, органы государственной власти Челябинской области не предоставляют возможности гражданам участвовать в контроле общественных финансов («Общественное участие»). Данный факт является серьезным упущением, так как кроме информирования граждан о бюджете, необходимо дать возможность населению принять участие в работе органов региональной власти. В ином случае уменьшается эффективность реализуемых мероприятий, отраженных в таблице 1. Кроме отсутствия части необходимых данных, проблему создает сложность публикуемой информации для восприятия простыми гражданами: в разделе бюджета области – отчета об исполнении бюджета отсутствуют графические материалы, облегчающие понимание положения дел.

Как отмечалось ранее, в 2017 году принципиально изменилась методика Министерства финансов России по расчету рейтинга субъектов РФ по открытости бюджета. При этом, изменилась балльная значимость отдельных критериев, с сохранением формулировок основных критериев:

- 1 - Характеристики первоначально утвержденного бюджета,
- 2 - Годовой отчет об исполнении бюджета,
- 3 - Внесение изменений в закон о бюджете,
- 4 - Промежуточная отчетность об исполнении бюджета,
- 5 - Проект бюджета и материалы к нему,
- 6 - Финансовый контроль,
- 7 - Публичные сведения о деятельности государственных учреждений,
- 8 - Бюджет для граждан,
- 9 - Общественное участие.

Выделим основные изменения в структуре критериев оценки открытости региональных бюджетов за 2016 и 2017 годы:

1. В 13 раз сократилось значение показателя «общественное участие»;



2. В 2 раза сократилось значение показателя «бюджет для граждан»;
3. Заметно выросла балльная оценка остальных критериев: больше всего повысилось значение показателя «публичные сведения о деятельности государственных учреждений» – 1,7 раза; балльная оценка оставшихся критериев повысилась от 1,36 раза («первоначально утвержденный бюджет») до 1,63 раза («финансовый контроль»).

Таблица 2.

Оценка открытости бюджета Челябинской области за 2017 год (по данным рейтинга субъектов РФ Министерства финансов РФ) [7]

Критерий оценки открытости регионального бюджета	Макс. балл	Челябинская область
Первоначально утвержденный бюджет	12,0	8,0
Внесение изменений в закон о бюджете	10,0	4,0
Промежуточная отчетность об исполнении бюджета	24,0	19,0
Годовой отчет об исполнении бюджета	26,0	8,0
<b>Проект бюджета и материалы к нему</b>	<b>28,0(-)</b>	<b>-</b>
Бюджет для граждан	6,0	4,0
Финансовый контроль	6,0	1,5
<b>Публичные сведения о деятельности государственных учреждений</b>	<b>15,0</b>	<b>3,0</b>
Общественные советы	2,0	0,0
<b>Итого баллов</b>	<b>101</b>	<b>47,5</b>

В связи с изменениями, внесенными в методику измерения показателей, необходимо провести дополнительное исследование. Анализируя предварительные данные рейтинга субъектов РФ по открытости региональных бюджетов за 2017 год, выделим критерии открытости бюджета Челябинской области, имеющие наиболее слабые показатели.

Таблица 3.

Показатели рейтинга Челябинской области за 2017 г по критерию «Степень открытости результатов годового отчета об исполнении бюджета» [7]

Показатель по критерию	Макс. балл	Челяб. обл.
<i>% от максимального количества баллов по критерию</i>	100	30,77
<b>Итого по разделу 4</b>	<b>26</b>	<b>8</b>
4.1. Размещен ли проект закона об исполнении бюджета за 2016 год в открытом доступе на сайте зак. органа на сайте, предназначенном для размещения бюджетных данных	2	2
4.2. Содержится ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. иная бюдж. отчетность об исполнении бюджета субъекта РФ	2	0
4.3. Содержится ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016 г бюджетная отчетность об исполнении консолид. бюджета субъекта РФ за отчетный финансовый год?	2	0
4.4. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016 г сведения о факт. поступлениях доходов по видам доходов в сравнении с первоначально утвержденными законом о бюджете значениями и с уточненными значениями с учетом внесенных изменений?	2	2
4.5. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. сведения о факт. произведенных расходах по разделам классификации расходов бюджетов в сравнении с первонач. утвержд. законом о бюджете значениями и с уточненными значениями с учетом изменений	2	0
4.6. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. сведения о факт. произведенных расходах на реализацию гос. программ в сравнении с первонач. утвержденными законом о бюджете значениями и с уточн. значениями с учетом изменений	2	0
4.7. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. сведения о выполнении гос. учреждениями субъекта РФ гос. заданий на оказание гос. услуг, а также об объемах субсидий на фин. обеспечение выполнения гос. заданий?	2	0
4.8. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. сведения о факт. расходах на предоставление межбюдж. трансфертов бюджетам МО из бюджета субъекта РФ, в том числе с детализацией по формам и целевому назначению межбюдж-х трансфертов, в сравнении с первоначально утвержденными законом о бюджете значениями и с уточненными значениями?	2	0
4.9. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. сведения об объеме гос. внутр. и внеш. долга с детализацией по видам обязательств на нач. и на кон. 2016г., сведения о соблюдении в 2016 г. ограничений по объему гос. долга, установленных законом о бюджете на 2016 год	2	2
4.10. Содержатся ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016г. сведения о внесенных изменениях в закон о бюджете на 2016г.	2	0
4.11. Содержится ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016 год заключение органа внешнего гос. фин. контроля на годовой отчет об исполнении бюджета субъекта РФ за 2016 год	2	0
4.12. Содержится ли в составе материалов к проекту закона об исполнении бюджета за 2016 г итоговый документ, принятый по результатам публичных слушаний, отвечающий требованиям	2	0
4.13. Размещение на сайте, предназначенном для размещения бюджетных данных, закона об исполнении бюджета за 2016 год	2	2

В результате анализа данных таблицы 2, выделим наименьшие показатели критериев оценки открытости регионального бюджета области за 2017 год. К данным критериям относятся –

«Годовой отчет об исполнении бюджета», «Финансовый контроль» и «Публичные сведения о деятельности государственных учреждений». Анализ показателей критерия «Годовой отчет об исполнении бюджета» Челябинской области за 2017 год проведем на основе данных таблицы 3.

Основная проблема, по нашему мнению, связана не со сбором, а с публикацией и подготовкой требуемых сведений. Это подтверждают сведения, размещенные в таблице 4. Анализируя показатели по критерию «Годовой отчет об исполнении бюджета» Челябинской области за 2017 год, можно сделать вывод о том, что отдельные органы государственной власти не размещают данные по финансовой отчетности. Данный факт значительно понижает позицию Челябинской области в общем рейтинге субъектов РФ по открытости регионального бюджета. Информатизация общества, развитие коммуникационных цифровых технологий в сочетании с требованием повышения «прозрачности» деятельности органов государственного управления актуализируют необходимость принятия конкретных мероприятий от органов государственной власти по повышению открытости и участия населения в региональном бюджетном процессе.

Для выработки мероприятий, решающих проблемы области в рассматриваемом аспекте, рассмотрим положительный опыт регионов, успешно реализующих проект «Открытый регион». Повышению заинтересованности граждан в информации о бюджете и их вовлечению в бюджетный процесс способствуют организация и проведение в ряде субъектов РФ мер с использованием Интернет-технологий.

Таблица 4.

Показатели рейтинга Челябинской области за 2017 год по критерию «Финансовый контроль» (по данным рейтинга субъектов РФ Министерства финансов РФ) [7]

Показатель по критерию	Макс. баллов	Челябинская область
<i>% от максимального количества баллов по критерию</i>	<b>100</b>	<b>20</b>
<b><i>Итого по разделу 8</i></b>	<b>15</b>	<b>3</b>
8.1. Какая доля гос. учреждений субъекта РФ разместила на оф. сайте РФ для размещения информации о гос. учреждениях ( <a href="http://www.bus.gov.ru">www.bus.gov.ru</a> ) гос. задания на 2017 г?	3	0
8.2. Какая доля гос. бюджетных и автономных учреждений субъекта РФ разместила на официальном сайте РФ для размещения информации о гос. (мун.) учреждениях ( <a href="http://www.bus.gov.ru">www.bus.gov.ru</a> ) планы финан.-хоз. деятельности на 2017 год?	3	3
8.3. Какая доля казенных учреждений субъекта РФ разместила на офиц. сайте РФ для размещения информации о гос. учреждениях ( <a href="http://www.bus.gov.ru">www.bus.gov.ru</a> ) показатели бюджетной сметы на 2017 год?	3	0
8.4. Какая доля гос. казенных, бюдж. и автон. учреждений субъекта РФ разместила на офиц. сайте РФ для размещения информации о гос. (муниц.) учреждениях ( <a href="http://www.bus.gov.ru">www.bus.gov.ru</a> ) отчеты о результатах деят-ти и об использовании закрепленного за ними гос. имущества за 2016г.?	3	0
8.5. Какая доля гос. казенных, бюдж. и автон. учреждений субъекта РФ разместила на офиц. сайте РФ для размещения информации о гос. (муниц.) учреждениях ( <a href="http://bus.gov.ru">bus.gov.ru</a> ) баланс учреждения за 2016 год ?	3	0

Приемлемым для Челябинской области мы считаем опыт Свердловской области – использование муниципальной карты с отчетными данными об исполнении бюджета. На Официальном портале «Открытый бюджет Свердловской области» на карте каждый гражданин может по желанию рассмотреть распределение бюджета в любом муниципальном образовании региона. Особенностью портала является возможность стать свидетелем в онлайн-режиме исполнения бюджета, а также пополнение бюджета за счет налоговых и неналоговых доходов. Пример онлайн-сервиса отражен на рисунке 2.

Эффективным, на наш взгляд, является опыт ряда регионов России по развитию интереса населения в получении сведений и привлечению их к бюджетному процессу. Сущность данных мер заключается в работе по созданию комплекса мероприятий, состоящих из организации и проведении конкурсов проектов по составлению народного бюджета в понятном формате, кроме этого процедуры голосования по структурному наполнению бюджета для граждан.

Наиболее удобным в данном случае является онлайн-голосование по проблемам структуры и содержания народного бюджета. В рамках подобных конкурсов проектов по составлению народного бюджета, в целях активизации представителей молодого поколения, целесообразным будет учреждение специальных номинаций, например, «Взгляд молодых на представление информации о бюджете с использованием ИТ-технологий».

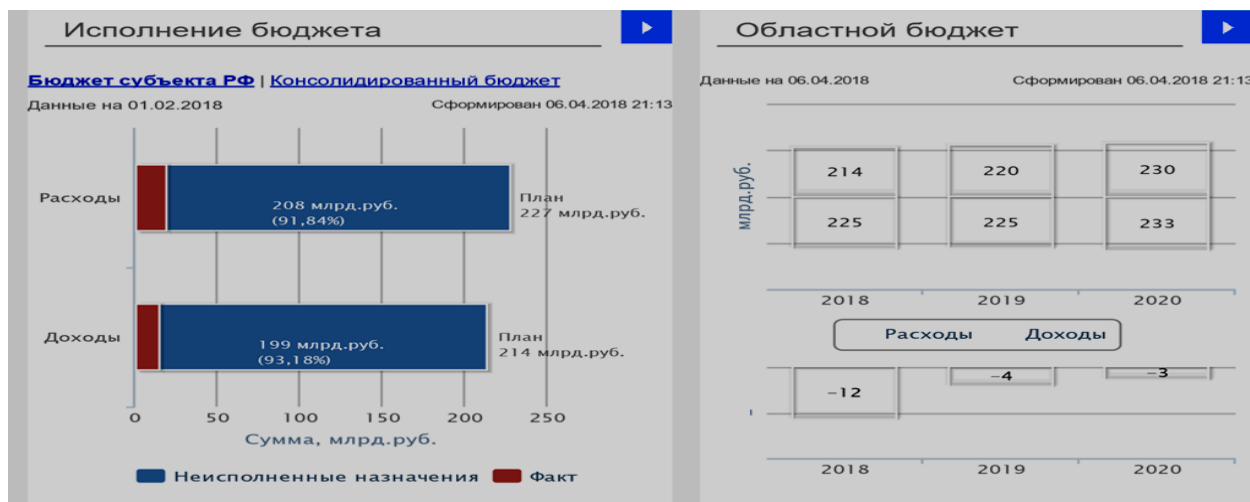


Рис. 2. Онлайн-сервис исполнения регионального бюджета [8]

В рейтинге регионов России Министерства финансов РФ выделен критерий «Взаимодействие с гражданами в ходе планирования и исполнения бюджета». В рамках критерия рассматриваются формы и методы совместной деятельности органов власти и населения в процессе формирования и реализации бюджета. К ним относят, например, организация мероприятий по возможности принять участие в обсуждении проблем бюджета, разместить комментарии и обменяться идеями, вести совместное обсуждение проблем бюджета.

Рассмотрим мероприятия, реализация которых позволит выполнить норматив по обозначенному критерию: организация деятельности механизма «обратной связи» с населением при публикации информации бюджета для граждан в сети Интернет; предоставление возможности озвучить вопрос и размещение обоснованных ответов на наиболее часто публикуемые вопросы; создание Интернет-ресурса, который позволит гражданам разместить комментарии или проводить обсуждение предоставленной информации о бюджете, например, в форумах; организация и проведение финансовыми структурами мониторинга показателя посещаемости Интернет-ресурса; создание скачиваемого контента Интернет-ресурсов; формирование альтернативных механизмов процедур двухстороннего взаимодействия с населением и общественными организациями в регионе при разработке и исполнения бюджета; размещение необходимой контактной информации в публикуемом бюджете для граждан. Конкретизируя данные мероприятия можно организовать площадку для публикации рациональных идей по размещению информации о бюджете региона или муниципального образования, а также по развитию бюджетного процесса; для инициации предложений по созданию доступных и необходимых для граждан сервисов или приложений. К примеру, для тех, кто хочет сделать предложение в данном аспекте, следует на сайте создать раздел «Сделайте предложение».

Еще одну возможность современные информационные технологии предоставляют каждому заинтересованному жителю разместить свою позицию о выборе наиболее важных статей расходов бюджета. В данном случае на официальном сайте органов власти (региональных или муниципальных) необходимо создать раздел «Сделайте выбор 3-5 наиболее актуальных направлений расходов бюджетных средств». Здесь же можно оформить «окно» для конкретных приоритетных, по мнению граждан, объектов строительства, ремонта и т.п.

Реальным инструментом повышения активности и информированности населения о формировании и реализации бюджетного процесса является актуальное, особенно для отдельных групп граждан, использование ресурсов социальных сетей. Например, размещение информации в популярных среди жителей Челябинска – в группах ВКонтакте. Финансовые затраты контакта с одним потенциальным клиентом с помощью инструментов социальных сетей значительно меньше, чем, например, размещение рекламной информации на телевизионных каналах в 4 раза. Это подтверждают данные таблицы 5.

Таблица 5.  
Стоимость рекламы через социальные сети

Название группы	Аудитория, чел.	Охват, чел.	Стоимость, руб.
Регион-74Челябинск	120 000	13000/83000	885
Нап Челябинск	160000	8500/97000	1000
Типичный Челябинск	150000	7900/73000	2065
Челябинск Online	38000	3700/32000	199
Нетипичный Челябинск	39000	3400/27000	442
Вестник Челябинска	20000	1700/11000	191
Активный Челябинск	25000	1000/5000	221

Достаточно простым, и в то же время интересным для граждан, является размещение на сайтах соответствующих органов власти модели бюджетного калькулятора. Бюджетный калькулятор – это интерактивное отображение доходных и расходных статей бюджета, которые пользователи могут изменять в пределах бюджетных ограничений с размещением итогов данных изменений в онлайн-режиме. Региональные органы власти и органы местного самоуправления, при использовании данного интерактивного инструмента могут познакомиться с изменениями, которые инициирует население. Это помогает объективной оценке пожеланий и потребностей населения, способствует проанализировать возможности новых бюджетных идей для их дальнейшего применения в ходе формирования бюджета.

Рассмотрим направление, которое реализуется в отдельных регионах муниципальными органами власти при поддержке региональных органов власти, по организации инициативного бюджетирования, которое рассматривает привлечение населения к выделению приоритетных направлений расходов средств местных бюджетов, к воплощению в жизнь наиболее рациональных проектов и затем к контролю со стороны граждан и общественных объединений. Преимуществом использования данного механизма является создание расширенной системы пользователей информации о бюджетном процессе в доступном и понятном для граждан формате. Кроме этого, повышается интерес к региональному и местному уровню бюджетного процесса.

Таким образом, для населения участие в процедуре инициативного бюджетирования дает расширенные возможности в проявлении своих идей по решению проблем жизнедеятельности. Эффективность данного механизма имеет двойную направленность: население активно участвует в развитии инфраструктуры муниципальных образований, а органы местного самоуправления оптимизируют управление общественными финансами. В социальном аспекте эффективность можно представить в разрезе сближения населения с текущей работой служащих местных администраций. Это несомненно повышает доверие к деятельности местной власти. Происходит консолидация видения текущих проблем и направлений развития муниципального образования. Не менее важным в данном вопросе является активизация общественного контроля, что дает возможность недопущения возникновения ситуаций коррупционных проявлений.

Еще один аспект управленческого эффекта касается развития культуры управления сотрудников муниципальных органов власти. При активном взаимодействии с населением при обсуждении проектов формирования и реализации бюджета, по мнению специалистов в области государственной и муниципальной службы, у представителей власти формируется новая компетенция «взаимодействие с организациями общественного самоуправления и гражданами». Взаимопонимание, осознание населением сложности механизма принятия управленческого решения, выявление препятствий к решению насущных проблем вызывает совместную деятельность в расширенных бюджетных комиссиях. Сотрудники органов местного самоуправления в данном процессе приобретают профессионализм и компетентность в конструктивном общении с населением. Это способствует оптимизации принимаемых управленческих решений.

Не менее положительным результатом использования инициативного бюджетирования, по многолетнему опыту, в том числе зарубежному, можно считать повышение налоговой дисциплины при привлечении населения к формированию расходной части бюджета. Повышение ответственности к уплате налогов отмечается при увеличении информированности населения о конкретных объектах использования бюджетных средств.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, мероприятия, предлагаемые в данной работе, будут иметь результат при условии введения санкций за отсутствие открытой для граждан срочной информации о данных годового бюджета. Предложения, сформулированные в результате исследования, способствуют развитию жизнедеятельности регионов и муниципальных образований, за счет реализации приоритетного направления бюджетной политики – повышению открытости бюджетного процесса.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Необходимо отметить, что в целях совершенствования деятельности органов власти в области бюджетного процесса, Министерство финансов России периодически изменяет критерии оценки открытости региональных бюджетов и их ранжирование по баллам. Это не дает возможность понизить интенсивность деятельности региональным и муниципальным органам власти. При этом, изменения в методике оценивания вызывают необходимость в разработке адаптированных инструментов бюджетного процесса. Анализ динамики данных изменений показывает направленность изменений. Например, изменение доли критериев в структуре оценки, а также рост значимости показателя открытости данных годового отчета об исполнении бюджета. Однако, по результатам исследования, в Челябинской области все требуемые Министерством финансов данные не публикуются, что вызывает необходимость разработки и внедрения механизма совершенствования бюджетного процесса на уровне региона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 145-ФЗ (ред. от 28.12.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/) (Дата обращения: 25.12.2017).
2. Федеральный закон от 06.10.2003 г. №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77714/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77714/) (Дата обращения: 24.12.2017).
3. Указ Президента РФ от 8 февраля 2012 г. № 150 «О рабочей группе по подготовке предложений по формированию в Российской Федерации системы "Открытое правительство"» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70037010/> (Дата обращения: 22.10.2017).
4. Концепция открытости федеральных органов исполнительной власти (утв. распоряжением Правительства РФ от 30 января 2014 г. № 93-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70478874/> (Дата обращения: 19.10.2017).
5. OPEN BUDGET INDEX RANKINGS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.internationalbudget.org/opening-budgets/open-budget-initiative/open-budget-survey/publications-2/rankings-key-findings/rankings> (Дата обращения: 21.10.2017).
6. Аналитическая записка «Результаты оценки уровня открытости бюджетных данных в субъектах Российской Федерации по направлению «Бюджет для граждан» за 2017 год» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nifi.ru/images/FILES/Ratings/2017/2017\\_6\\_zapiska.pdf](http://www.nifi.ru/images/FILES/Ratings/2017/2017_6_zapiska.pdf) (Дата обращения: 05.04.2018).
7. Концепция развития и регулирования инициативного бюджетирования в Российской Федерации (одобрена на заседании Рабочей группы Минфина России по развитию проекта «Бюджет для граждан» (протокол № 1 от 27.04.2016 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.minfin.ru/ru/document/?id\\_4=122538](https://www.minfin.ru/ru/document/?id_4=122538) (Дата обращения: 19.10.2017).
8. Белоусов, Ю.В. О методике и результатах исследования уровня открытости бюджетных данных субъектов РФ [Текст] / Белоусов Ю.В., Тимофеева О.И. // Финансы. – 2015. – № 3. – С. 108–116.
9. Голованова, Н.В. Оценка открытости (прозрачности) бюджетной системы: аналитический обзор [Текст] / Н.В. Голованова // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. – 2015. – №3. – С. 98– 107.
10. Ишина, И.В. Открытость и прозрачность в управлении финансами регионов: проблемы и пути решения [Текст] / И.В. Ишина // Вопросы региональной экономики. – 2015. – № 4. – С. 122–128.

11. Официальный портал «Открытый бюджет Свердловской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://info.mfural.ru/ebudget/> (Дата обращения: 06.04.2018).
12. Фадейкина, Н.В. О внедрении бюджета для граждан в системе нового государственного финансового менеджмента [Текст] / Н.В. Фадейкина, А.А. Синкина // Сибирская финансовая школа. – 2015. – № 2. – С. 32–40.
13. Что такое ОП? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://open.gov.ru/opengov/> (Дата обращения: 20.10.2017).
14. Чулков, А.С. «Бюджет для граждан» как метод повышения прозрачности бюджетной системы [Текст] / А.С. Чулков // Финансы. – 2015. – № 7. – С. 18–22.

## INFORMATION-COMMUNICATION TECHNOLOGIES, AS A TOOL TO INCREASE OPENNESS OF THE REGIONAL BUDGETARY PROCESS

Barchukova T.A.

FGBU VPO "Financial University under the Government of the Russian Federation", Chelyabinsk

**Annotation.** The article presents the results of an analytical study of the dynamics of the openness of the budget process in the Russian Federation and the budgetary process in the Chelyabinsk region. On the basis of the analysis, the problems of the openness of the Chelyabinsk region's budget have been highlighted, which have made it possible to formulate a number of measures to increase the openness of the regional budget and to increase the initiative of citizens in the aspect of the problem under consideration.

**Keywords:** budgetary process, openness of budget process, regional budget.

УДК 351.72

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТРУКТУР ПО ВЫЯВЛЕНИЮ НАЛОГОВЫХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Ворошило В.В.<sup>1</sup>, Лищишина О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт экономики и управления (структурное подразделение) ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295015, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4, e-mail.ru: mivik06@mail.ru

<sup>2</sup>Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295000 г. Симферополь, пр. Вернадского, 4, e-mail: o\_li\_center@mail.ru

**Аннотация.** В статье исследованы механизмы взаимодействия Федеральной налоговой службы с Федеральной службой по финансовому мониторингу и с правоохранительными органами в целях выявления и пресечения налоговых преступлений. Выделены элементы механизма, среди которых основное положение занимает правовое обеспечения данной взаимосвязанной системы. Исследование механизма межведомственного взаимодействия позволяет выявить достоинства и недостатки данного взаимодействия, что способствует последующему исследованию данной тематики.

**Ключевые слова:** взаимодействие, ФНС, Росфинмониторинг, МВД, правоохранительные органы, налоговые преступления.

### ВВЕДЕНИЕ

На данный момент Федеральная налоговая служба на основе своих функций имеет право осуществлять налоговый контроль за выполнением налогового законодательства, который позволяет выявлять налоговые преступления. Однако, поскольку ответственность за эти преступления находится в рамках Уголовного Кодекса РФ, а также в рамках законодательства об отмывании доходов, полученных преступным путем, то ФНС должна взаимодействовать с соответствующими ведомствами, на которых возложены необходимые функции по осуществлению наказания за данные правонарушения. Для выполнения информационного взаимодействия, совместной работы между данными ведомствами заключаются соответствующие соглашения. Кроме того, существует и другая нормативно-правовая база для межведомственного взаимодействия.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Необходимо отметить, что данная тематика исследования освещена авторами с различных точек зрения: финансовая безопасность, налоговый контроль. Среди авторов необходимо выделить Мигачеву Е.В. [2], Прошунина М.М. [3], Быкова Р.С. [1] и др. В тоже время отсутствуют исследования механизма межведомственного взаимодействия.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходя из вышесказанного, целью данной статьи является анализ механизма взаимодействия государственных структур по выявлению налоговых преступлений. Основой исследования выступают такие государственные структуры как Федеральная налоговая служба, Федеральная служба по финансовому мониторингу, Министерство внутренних дел Российской Федерации.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Взаимодействие налоговых органов с различными органами исполнительной власти обычно урегулировано нормативно-правовыми актами. В целях оптимизации функционирования межведомственного взаимодействия и повышения его эффективности налоговые службы в рамках возложенных на них функций заключают соответствующие соглашения о взаимодействии с различными органами исполнительной власти для выявления налоговых преступлений.

Правовой основой для взаимодействия государственных структур для выявления налоговых преступлений выступают: приказы соответствующих структур, письма, соглашения о взаимодействии. Основой для выявления налоговых преступлений выступает Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» от 07.08.2001 № 115-ФЗ. Для реализации выполнения положений

данного закона и осуществления надзора происходит межведомственное взаимодействие Росфинмониторинга и Федеральной налоговой службы.

В рамках получения информации для выявления подозрительных финансовых операций, которые осуществляют физические или юридические лица. Данное получение информации для выполнения своих функций между двумя ведомствами основано на функционировании правового поля для таких действий:

1) Соглашение о сотрудничестве и организации информационного взаимодействия "Федеральной службы по финансовому мониторингу и Федеральной налоговой службы" (заключено в г. Москве 15.10.2015 № 01-01-14/22440, N ММВ-23-2/77@) [4];

2) Соглашение о сотрудничестве Федеральной службы по финансовому мониторингу и Федеральной налоговой службы от 27.12.2006 № 01-1-13/6/САЭ-25-06/8 [5].

Исходя из положений данных соглашений, покажем механизм межведомственного взаимодействия Федеральной службы по финансовому мониторингу Российской Федерации и Федеральной налоговой службой (рис. 1).

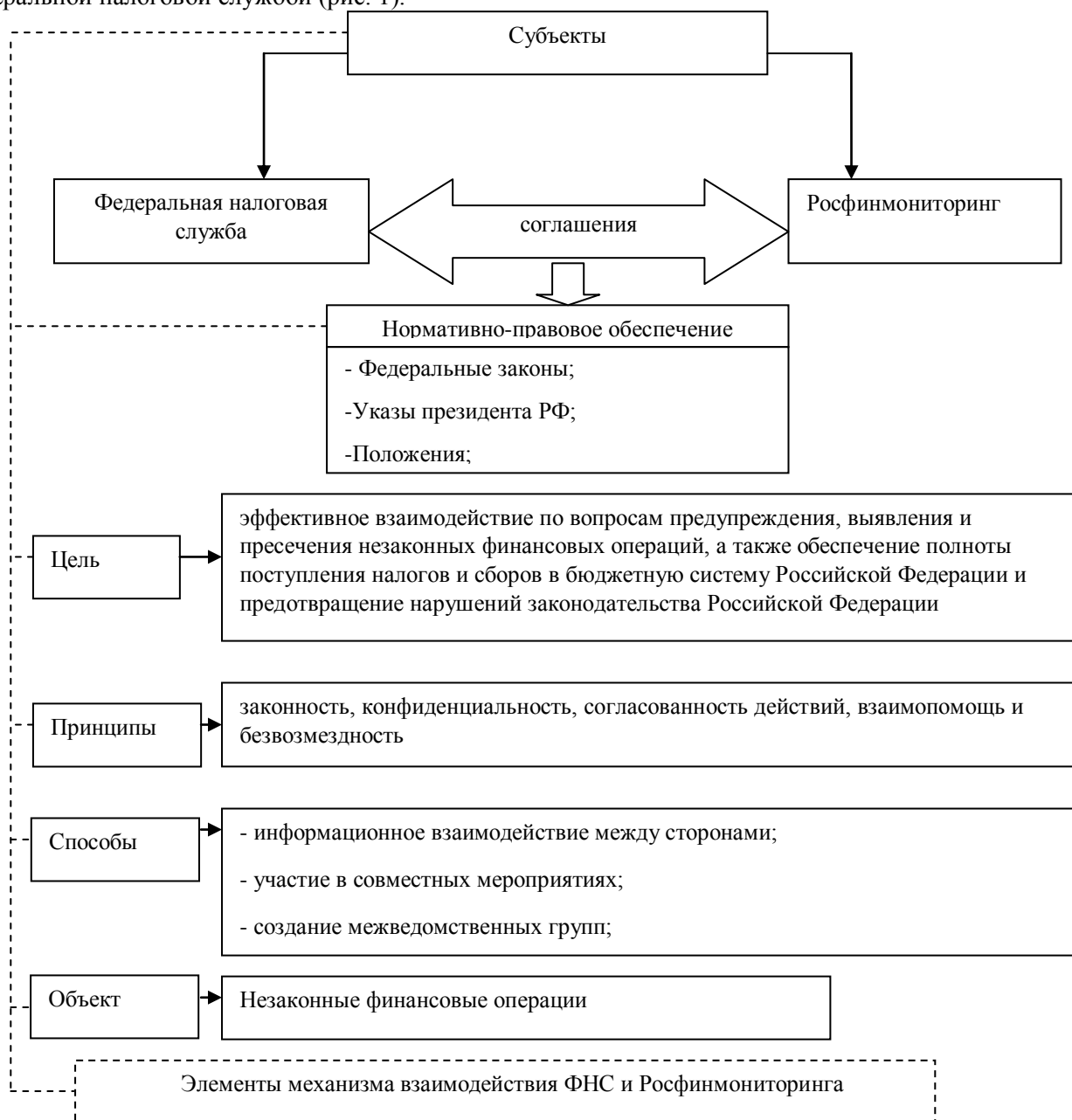


Рис. 1. Механизм взаимодействия ФНС и Росфинмониторинга



Механизм межведомственного взаимодействия федеральных структур состоит из ряда взаимосвязанных элементов: субъект, объект, цель, принципы, способы и нормативно-правовое обеспечение. Субъектами механизма взаимодействия ведомств является Росфинмониторинг и ФНС. Объектом межведомственного взаимодействия являются незаконные финансовые операции, в том числе и налоговые преступления, которые могут осуществляться физическими и юридическими лицами. Данные операции являются объектом надзора со стороны Росфинмониторинга.

Целью данного взаимодействия является информационный обмен для выявления данных о незаконных финансовых операциях, в том числе налоговых правонарушений и своевременного и в полном объеме поступления налогов, сборов и страховых взносов в бюджетную систему Российской Федерации. Данный обмен в рамках п. 1.3 Соглашения 15.10.2015 № 01-01-14/22440, № ММВ-23-2/77@ между Росфинмониторингом и ФНС осуществляется в двустороннем порядке, что способствует каждому из ведомств реализовывать свои функции. Двусторонний обмен с учетом сроков представлен в таблице 1.

Таблица 1.  
Двусторонний межведомственный информационный обмен с учетом сроков предоставления\*

Субъекты		Росфинмониторинг			
		Входящая информация	Исходящая информация		
ФНС	Исходящая информация	Ежедекадно	ЕГРИН, ЕГРЮЛ		Входящая информация
		Ежемесячно	ЕГРН		
		Ежеквартально	Сведения об организациях, не отчитывающихся перед налоговыми органами, либо представляющих налоговые декларации, налоговую или бухгалтерскую отчетность, свидетельствующие об отсутствии финансово-хозяйственной деятельности		
		По запросу	- суммы налога конкретного налогоплательщика; - ЮЛ, которые получали отказ в возмещении НДС; - о наличии задолженности ИП и ЮЛ - о закрытии, открытии счетов ИП и ЮЛ; - о средней численности ЮЛ; - Справки 2-НДФЛ		
	По мере поступления / по мере вынесения	- о выявлении организацией финансового рынка клиентов - иностранных налогоплательщиков; - о поступлении в организацию финансового рынка запроса от иностранного налогового органа о предоставлении информации в отношении клиента - иностранного налогоплательщика; - о клиентах организации финансового рынка – иностранных налогоплательщиков, информация о которых планируется к передаче организацией финансового рынка в иностранный налоговый орган	Решения о запрете на направление информации в иностранный налоговый орган организацией финансового рынка		

\*Составлено авторами на основе данных [1]

В 2016 году в соответствии с Соглашением о сотрудничестве был принят приказ ФНС и Росфинмониторингом от 17 мая 2016 г. № ММВ-7-2/325/139@ «Об утверждении формы сведений о результатах взаимодействия Федеральной службы по финансовому мониторингу и Федеральной налоговой службы в сфере противодействия легализации преступных доходов и финансированию терроризма» [6].

В соответствии с данным приказом была утверждена форма № 1-РФМ «Сведения о результатах взаимодействия налоговых органов с Росфинмониторингом и его территориальными органами», которая отражает количественные и качественные показатели взаимодействия ФНС и Росфинмониторинга. Приказ Федеральной налоговой службы и Федеральной службы по финансовому мониторингу от 9 января 2017 г. № ММВ-7-2/1/5@ «О внесении изменений в приказ Федеральной налоговой службы и Федеральной службы по финансовому мониторингу от 17.05.2016 № ММВ-7-2/325/139@» [7] Представлена обновленная форма № 1-РФМ «Сведения о результатах взаимодействия налоговых органов с Росфинмониторингом и его территориальными органами».

Кроме информационного обмена между двумя ведомствами к способам взаимодействия также относят: участие в межведомственных мероприятиях, создание межведомственных групп, создание совместных нормативно-правовых актов.

Участие в межведомственных мероприятиях – проведение круглых столов с участием двух и более ведомств. Целью данных встреч является обсуждение наиболее острых вопросов прозрачности тех или иных секторов экономики, контроль за уплатой налогов и противодействие механизмам получения необоснованной налоговой выгоды.

Создание межведомственных групп направлено на рассмотрение материалов, документов о незаконных финансовых операциях, разработка предложений по сформированным делам, выработка рений по итогам рассмотрения дел. Так, Распоряжением Президента РФ от 28 июля 2012 г. № 344-рп «О межведомственной рабочей группе по противодействию незаконным финансовым операциям» была создана соответствующая рабочая группа.

«Объединение усилий, взаимный оперативный обмен информационными базами, создание межведомственных рабочих групп, как на уровне центральных аппаратов, так и в федеральных округах будет способствовать повышению эффективности деятельности как ФНС России, так и Росфинмониторинга» [8], – заявил руководитель ФНС России М.В. Мишустин.

Росфинмониторинг и Федеральная налоговая служба определяют направления совместной деятельности с учетом оценки соответствующих рисков (в том числе отраслевых, региональных, секторальных) и организуют мероприятия по их выполнению.

Таким образом, механизм межведомственного сотрудничества представляет собой комплекс форм и методов взаимного обмена информацией по налоговым правонарушениям и связанных с ними лицами.

Кроме взаимодействия ФНС с Росфинмониторингом с целью выявления налоговых правонарушений, также ФНС взаимодействует с правоохранительными органами, где основной целью является возбуждение уголовных дел в связи с уклонением от уплаты налогов в рамках Уголовного Кодекса. Основой для данного взаимодействия выступают нормативные акты и акты, не нормативного характера:

1) указ Президента РФ от 14.12.1996 № 1680 (ред. от 25.11.2003) «Об участии органов внутренних дел Российской Федерации в работе по обеспечению поступлений налогов и других обязательных платежей в бюджеты»;

2) письма ФНС России от 2 июня 2016 г. № ГД-4-8/9849 «Об организации работы по взаимодействию с правоохранительными органами в случаях выявления признаков налоговых преступлений», от 29 марта 2016 г. № ЕД-4-2/5354@ «О направлении типовой формы справки (статья 199.1 УК РФ)»;

3) письмо ФНС России от 28.01.2014 № СА-4-14/1215 «О направлении Методических рекомендаций по оформлению материалов, направляемых в правоохранительные органы при обнаружении обстоятельств, указывающих на признаки преступлений, предусмотренных частью 1 статьи 170.1, статьями 173.1 и 173.2 Уголовного кодекса Российской Федерации»; Письма ФНС от 13.07.2017 № ЕД-4-2/13650 и от 16.08.2017 № СА-4-7/16152;

4) приказ МВД России № 495, ФНС России № ММ-7-2-347 от 30.06.2009 (ред. от 12.11.2013) «Об утверждении порядка взаимодействия органов внутренних дел и налоговых органов по предупреждению, выявлению и пресечению налоговых правонарушений и преступлений»;

5) приказ Генпрокуратуры России № 286, ФНС России ММВ-7-2/232@, МВД России, СК России от 08.06.2015 «Об утверждении Инструкции по организации контроля за фактическим возмещением ущерба, причиненного налоговыми преступлениями»;

6) «Соглашение о взаимодействии между Следственным комитетом Российской Федерации и Федеральной налоговой службой» (Заключено 13.02.2012 № 101-162-12/ММВ-27-2/3);

7) «Соглашение о взаимодействии между Министерством внутренних дел Российской Федерации и Федеральной налоговой службой» (утв. МВД России № 1/8656, ФНС России № ММВ-27-4/11 13.10.2010) (ред. от 01.11.2017).

Совместное координирование деятельности ФНС и МВД происходит на основании соглашения между данными ведомствами, где раскрыт основной механизм данного взаимодействия через раскрытия таких элементов как: субъекты, предмет, формы, направления, принципы (рис. 2).

Одним из вариантов взаимодействия между налоговыми органами и правоохранительными органами являются совместные выездные налоговые проверки. Данное взаимодействие происходит на основе приказа МВД и ФНС (п. 3 Инструкции «О порядке взаимодействия органов внутренних дел и налоговых органов при организации и проведении выездных налоговых проверок»).

Согласно п. 7, 8 Инструкции сотрудники МВД участвуют в совместных выездных проверках только на основании мотивированного запроса.

Основаниями для мотивированного запроса является ряд причин, к которым относят:

а) наличие у налогового органа данных, свидетельствующих о возможных нарушениях налогоплательщиками, плательщиками сборов, налоговыми агентами законодательства о налогах и сборах, и необходимости проверки указанных данных с участием сотрудников органов внутренних дел;

б) назначение выездной (повторной выездной) налоговой проверки на основании материалов о нарушениях законодательства о налогах и сборах, направленных органом внутренних дел в налоговый орган, для принятия по ним решения в соответствии с пунктом 2 статьи 36 Налогового кодекса;

в) необходимость привлечения сотрудников органа внутренних дел для участия в проведении конкретных действий по осуществлению налогового контроля (выемка документов, проведение исследования, опроса, осмотра помещений и т.д.);

г) необходимость содействия должностным лицам налогового органа, проводящим проверку, в случаях воспрепятствования их законной деятельности, а также обеспечения мер безопасности в целях защиты жизни и здоровья указанных лиц, при исполнении ими должностных обязанностей»[9].

Вторым основанием для взаимодействия выступает выявленные признаки налоговых правонарушений. Согласно Письма ФНС России от 02.06.2016 № ГД-4-8/9849 «квалифицирующим признаком преступления является сокрытие имущества или денежных средств в крупном размере, под которым понимается стоимость сокрытого имущества в сумме, необходимой для погашения задолженности, превышающей один миллион пятьсот тысяч рублей» [10].

## ВЫВОДЫ

Информационное взаимодействие между государственными структурами является частью общего механизма взаимодействия в целях выявления и предотвращения налоговых преступлений либо начала расследования уже совершенных. Анализ механизма взаимодействия государственных структур по выявлению налоговых преступлений показал ряд видов сотрудничества: 1) информационное взаимодействие через обмен базами данных; 2) совместные проверки; 3) совместные исследования проблематики; 4) межведомственные мероприятия.

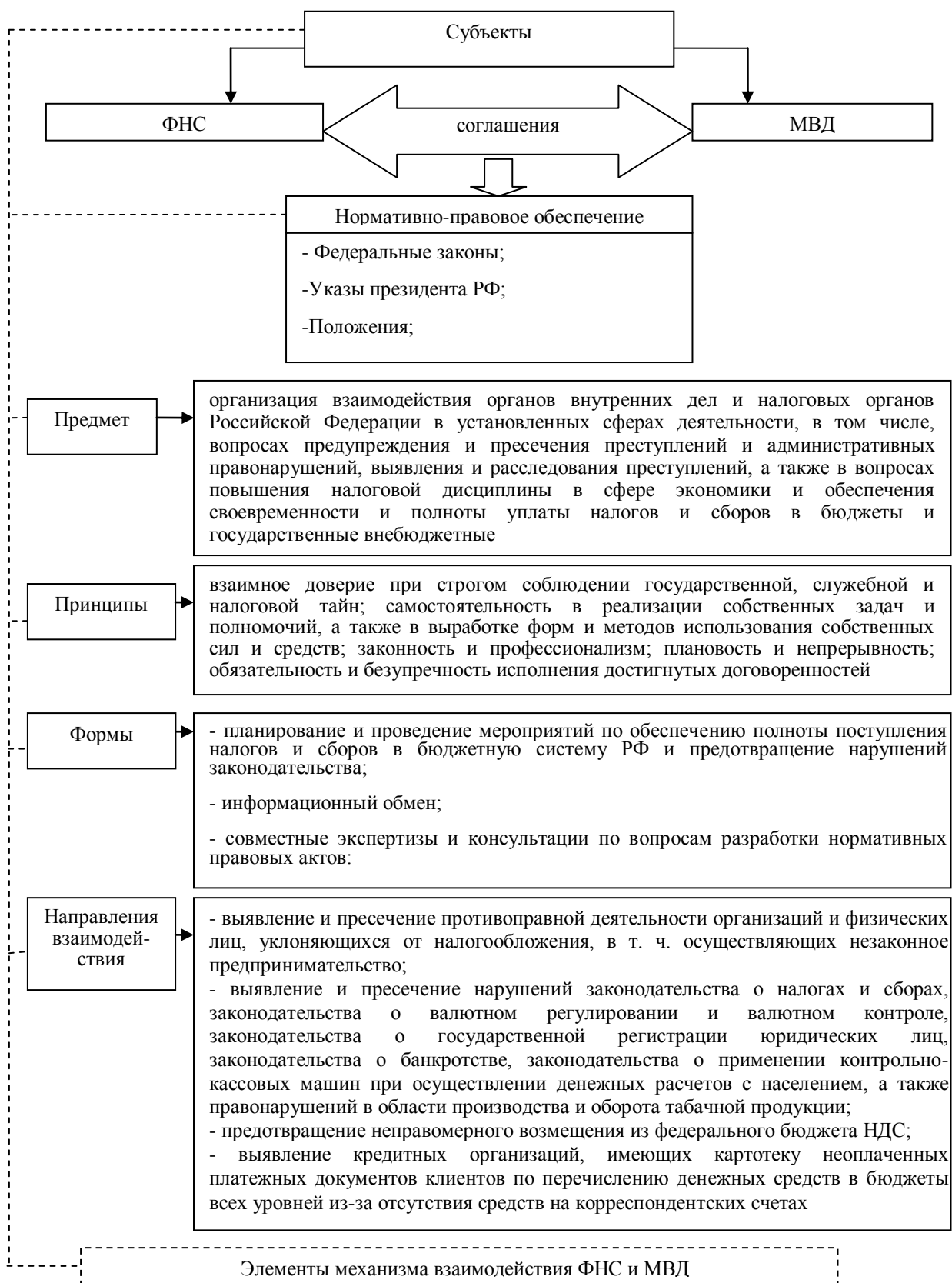


Рис. 2. Механизм взаимодействия ФНС и МВД

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Совершенствование взаимодействия между структурами является основой для наиболее плодотворной работы в сфере выявления и пресечения налоговых преступлений. Поэтому,

дальнейшее исследование будет основано на выявлении недостатков межведомственного взаимодействия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быков, Р.С. Основные направления взаимодействия ФНС РФ и МВД РФ в целях пресечения налоговых преступлений [Текст] / Р.С. Быков // SCI-ARTICLE [Электронный ресурс]. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1466316905> (дата обращения 17.04.2018).
2. Мигачева, Е.В. Обеспечение финансовой безопасности в процессе осуществления налогового контроля [Текст] / Е.В. Мигачева [Электронный ресурс]. URL: <http://отрасли-права.рф/article/23625> (дата обращения 17.04.2018).
3. Прошунин, М.М. Деятельность Росфинмониторинга в сфере бюджетного и налогового контроля [Текст] / М.М. Прошунин // Финансовое право. – 2016. – № 1. – С. 3–6.
4. Соглашение о сотрудничестве и организации информационного взаимодействия Федеральной службы по финансовому мониторингу и Федеральной налоговой службы (Заключено в г. Москве 15.10.2015 № 01-01-14/22440, № ММВ-23-2/77@). – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 13.04.2018).
5. Соглашение о сотрудничестве Федеральной службы по финансовому мониторингу и Федеральной налоговой службы от 27.12.2006 № 01-1-13/6/САЭ-25-06/8ю – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 13.04.2018).
6. Об утверждении формы сведений о результатах взаимодействия Федеральной службы по финансовому мониторингу и Федеральной налоговой службы в сфере противодействия легализации преступных доходов и финансированию терроризма: приказ ФНС и Росфинмониторингом от 17 мая 2016 г. № ММВ-7-2/325/139@ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 13.04.2018).
7. О внесении изменений в приказ Федеральной налоговой службы и Федеральной службы по финансовому мониторингу от 17.05.2016 № ММВ-7-2/325/139@ [Текст]: приказ Федеральной налоговой службы и Федеральной службы по финансовому мониторингу от 9 января 2017 г. № ММВ-7-2/1/5@ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 13.04.2018).
8. Руководитель ФНС России М.В. Мишустин и директор Росфинмониторинга Ю.А. Чиханчин подписали Соглашение о межведомственном сотрудничестве [Текст] [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nalog.ru/rn77/news/activities\\_fts/5761489/](https://www.nalog.ru/rn77/news/activities_fts/5761489/) (дата обращения 20.04.2018).
9. "Соглашение о взаимодействии между Министерством внутренних дел Российской Федерации и Федеральной налоговой службой" [Текст] (утв. МВД России N 1/8656, ФНС России № ММВ-27-4/11 13.10.2010) (ред. от 01.11.2017). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 17.04.2018).
10. О порядке взаимодействия органов внутренних дел и налоговых органов при организации и проведении выездных налоговых проверок» [Текст]: инструкция [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 17.04.2018).
11. Об организации работы по взаимодействию с правоохранительными органами в случаях выявления признаков налоговых преступлений: письмо ФНС России от 02.06.2016 № ГД-4-8/9849. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 17.04.2018).

#### INTERACTION OF PUBLIC STRUCTURES TO IDENTIFY TAX CRIME

Voroshilo V.V., Leshchishina O.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** The article deals with the mechanisms of interaction between the Federal tax service and the Federal financial monitoring service and law enforcement agencies in order to detect and suppress tax crimes. The elements of the mechanism, among which the main provision is the legal support of the interconnected system. The study of the mechanism of interdepartmental interaction reveals the advantages and disadvantages of this interaction, which contributes to the subsequent study of this topic.

**Keywords:** cooperation, Federal tax service, Federal financial monitoring service, Ministry of interior, law enforcement, tax crimes.

УДК 628.49: 697.334

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Гармидер А.А.

Институт экономики и управления (структурное подразделение) ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского  
295015 г. Симферополь ул. Севастопольская, 21/4, e-mail: An111net@mail.ru

**Аннотация.** Предложен методический подход к оценке конкурентоспособности персонала предприятия, носящий универсальный характер и обладающий способностью применения на предприятиях независимо от формы собственности и направления деятельности. Подход основан на учете профессиональных компетенций работника предприятия: способность к инновациям, профессиональный стаж работы, творческое мышление, демократичность управления, деловая энергичность, базовое образование, и включает в себя шесть расчетных этапов. Для обоснования окончательной оценки конкурентоспособности работника автором разработана интервальная шкала, на основе применения формулы Старджеса, с предоставлением характеристики каждого интервала.

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, персонал, профессиональные компетенции, методический подход.

### ВВЕДЕНИЕ

В условиях рыночной экономики, для которой свойственно постоянно меняющаяся ситуация внешней среды и наличие рисков и неопределенностей, у предприятия возникает необходимость адекватного и своевременного реагирования для предупреждения ущерба. Этого возможно добиться в случае наличия у субъекта хозяйствования персонала, обладающего профессиональными качествами, позволяющими ему принимать и проводить в сжатые сроки неординарные решения, способствующие решению самых сложных производственных задач. Осуществить подбор профессиональных кадров в структурном подразделении в частности и на предприятии в целом можно на основе оценки конкурентоспособности его персонала, что предусматривает проведение расчетов на основе методического подхода, учитывающего профессиональные компетенции работника, чему посвящена настоящая статья.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью статьи является обоснование методического подхода, основанного на интегральном методе оценки конкурентоспособности персонала предприятия, который учитывает профессиональные компетенции, отражающие способность специалиста выполнять определенные задания, отвечающие его должностным функциям. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проведен анализ существующих методических подходов с выявлением позитивных и негативных особенностей, разработаны блок-схема авторского методического подхода с проведением математической интерпретации ее этапов, интервальные оценки конкурентоспособности работника с представлением характеристики каждой из них, обоснованы весовые коэффициенты и составляющие профессиональных компетенций работника.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Изучение научных работ российских ученых по тематике настоящего исследования позволило прийти к выводу относительно их стремления модернизировать методику расчета путем минимизации базы данных и сокращения объема расчетов, что позволит оперативно провести расчеты с получением объективного результата. В работах Э.Р. Саруханова, С.И. Сотниковой представлена методика комплексной оценки конкурентоспособности работника предприятия, носящая универсальный характер, что позволяет провести оценку профессиональных качеств специалиста независимо от занимаемой должности [8, с. 94]. В данном случае рассматриваются три группы показателей, характеризующие неформальные роли; особенности психо-мотивационного механизма и знания, умения, навыки. Методика основана на использовании достаточно объемной исходной информации и призвана провести сопоставление по уровню конкурентоспособности различных работников с целью выявления «слабого звена» в структурном подразделении с последующей ротацией. Следует отметить, что методика

характеризуется определенной субъективной составляющей, проявляющейся в отсутствии объяснений в оценке неформальной роли работника в коллективе. На наш взгляд, именно здесь кроется субъективное представление о способностях человека, что может негативно отразиться на итоговой оценке его конкурентоспособности.

В работах Е.Л. Богдановой предложена методика оценки конкурентоспособности работника на основе проведения типологии специалистов, что осуществляется применением метода балльных оценок [2, с. 43]. Здесь акцентируется внимание на необходимости учета семи показателей: возраст, образование, базовая квалификация, наличие курсов повышения квалификации, профессиональный стаж, состояние здоровья, семейно-бытовые условия. Как видим, данные показатели отличаются смысловой характеристикой и их достаточно трудно сгруппировать по степени однородности, что осложняет определение весовой значимости. Следует отметить, что некоторые показатели отличаются неординарной трактовкой. Так, показатель «профессиональный стаж» предусматривает деятельность работника по направлению базового образования. В том случае, если он в дальнейшем выполняет функции административного работника, это приводит к снижению уровня конкурентоспособности ввиду выполнения им функциональных обязанностей, несвязанных с квалификацией базового образования, что, по мнению автора, носит дискуссионный характер.

Обращает на себя внимание проработанность и логика подбора показателей в методическом подходе к оценке конкурентоспособности работника, предложенном И.В. Вириной [3]. Он включает в себя восемь групп показателей, которые подобраны и объединены по смысловой характеристике. В основе подхода лежит метод балльных оценок, позволяющий получить оценки по каждому показателю в группе. При этом окончательный вывод о групповых оценках осуществляется экспертным методом, что накладывает определенный субъективизм в получение итогового результата. Кроме того, некоторые показатели носят дискуссионный характер. В частности, вторая группа показателей «наследственные конкурентные преимущества работника», включающие: способности, темперамент, физические данные. Следует отметить, что ученый не поясняет, какие именно показатели этой группы целесообразно отнести к позитивным или негативным. По мнению автора, в зависимости от вида деятельности одни и те же способности могут оказывать абсолютно противоположное воздействие.

## ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

В настоящее время в систему управления персоналом предприятия включены компетенции, рассматриваемые как свойства, характеризующие способности работника выполнять определенные функции на определенной должности. В этой связи, нужно акцентировать внимание на имеющихся подходах относительно формирования групп компетенций. Изучение научной литературы позволило прийти к выводу о наличии двух принципиальных подходов в данном вопросе. Первая группа ученых П.И. Бровков [1], А.Н. Гаврилов [4], Н.Е. Дементьев [5] считает, что создание групп компетенций должно проходить на основе отражения целевой установки, т.е. название самой группы должно свидетельствовать о направлении проводимого исследования. Это означает, что предъявляются определенные требования к формированию составляющих данных групп. Они должны четко соответствовать смысловой характеристике названия группы и позволять сделать расширенную характеристику каждой составляющей с представлением балльной оценки. Автор разделяет данную точку зрения, так как считает, что смысловое соответствие обозначает уже на начальной стадии объективность и определенность. В этой связи, отметим, что количество групп может быть различным, как и количество составляющих, при этом при наличии двух и более групп необходимо количественное соответствие составляющих в группах для обеспечения объективности дальнейших расчетов. Вторая группа ученых Е.Н. Евдокимов [6], И.О. Островнов [7], Г.Е. Францев [9] считает, что создание групп должно осуществляться на основе принципа единичного исключения. В данном случае используется метод анализа для выявления адекватности каждой составляющей применительно к смысловой характеристике названия группы и ее исключения, если было установлено расхождение. Именно так было обосновано исключение некоторых компетенций из состава основных и включение в состав сквозных: образование, возраст, стаж. Они отнесены не к группе специфических, а к группе сквозных, поскольку не в полной мере отвечают уровню сформированности компетенций [6, с. 92-94]. На наш взгляд, данная позиция является дискуссионной в связи с тем, что вышеуказанные

компетенции можно рассматривать как основные. В частности компетенция «образование», которая представлена непосредственно в такой трактовке действительно должна быть отнесена к сквозной. Однако ее изменение на трактовку «базовое образование» кардинально меняет смысловую характеристику, так как отражает начальный профессиональный уровень работника, который позволил ему работать на определенной должности, функциональные особенности которой в полной мере соответствуют его базовым знаниям. Компетенция рассматривается с позиции определения общего стажа работы специалиста на разных должностях. В этой связи трактовка этой компетенции в качестве «трудовой стаж» имеет аналогичную смысловую характеристику. Однако, если ввести компетенцию «профессиональный стаж», то смысловая характеристика кардинально поменяется. Здесь нужно исходить из констатации периода работы специалиста на должностях, отвечающих его базовому образованию, что свидетельствует о накоплении им опыта и знаний для решения важных производственных задач. Компетенция «возраст», отнесенная к категории сквозных, означает изучение работника с позиции сформировавшегося специалиста. Здесь особое внимание уделяется возможности его использования на определенной должности длительный период времени, выстраивая некоторую организационную структуру, отдавая предпочтение специалисту, который находится в расцвете физических и духовных сил. Поэтому рассмотрение компетенций представляет собой достаточно сложный процесс с обоснованием соответствия не только названию групповой компетенции, но и установлением адекватности друг друга. В этой связи, необходимо акцентировать внимание на подбор компетенций для оценки конкурентоспособности работника относительно отражения целевой установки – установление соответствия квалификации работника особенностям рабочего места, которые могут изменяться с течением времени ввиду изменений, происходящих во внешней среде.

Данный методический подход направлен на оценку конкурентоспособности работника на основе исследования компетенций профессионального характера, отражающих способность специалиста выполнять определенные задания, которые соответствуют перечню функциональных обязанностей. Это означает, что построение матрицы профессиональных компетенций должно включать в себя некоторое количество составляющих, смысловая характеристика которых отражает направление исследования. Для повышения уровня объективности некоторые составляющие профессиональных компетенций целесообразно представить в виде количественных параметров с указанием изменения параметра согласно интервальной оценки. Такой подход можно применить к составляющим «профессиональный стаж работы», «базовое образование». Это можно объяснить необходимостью детального пояснения особенностей этих составляющих в формировании профессионализма работника. Так, длительность работы по направлению базового образования способствует формированию у человека способностей к адекватному восприятию новых разработок, развитию чувства уверенности и правильности принимаемых решений. Длительность работы на должностях, соответствующих направлению базового образования способствует развитию навыков работы и опыта, что последовательно повышает уровень его квалификации и позволяет ему гарантированно сохранить за собой рабочее место. Пояснение авторского методического подхода к оценке конкурентоспособности работника представим в виде блок-схемы (рис. 1).

#### 1. Обоснование составляющих группы профессиональных компетенций.

Количественный состав компетенций должен отвечать требованиям создания объективной базы данных, позволяющей обосновать исходный массив данных для проведения расчетов. Составляющие должны адекватно отражать смысловую характеристику и способствовать формированию объективной совокупности информации. Профессиональные компетенции наиболее полно отражают составляющие: профессиональный стаж работы, способности к инновациям, творческое мышление, демократичность управления, деловая энергичность, базовое образование. В этой связи, профессиональный стаж отражает продвижение работника по служебной лестнице в выполнении функциональных обязанностей, которые соответствуют базовому образованию.



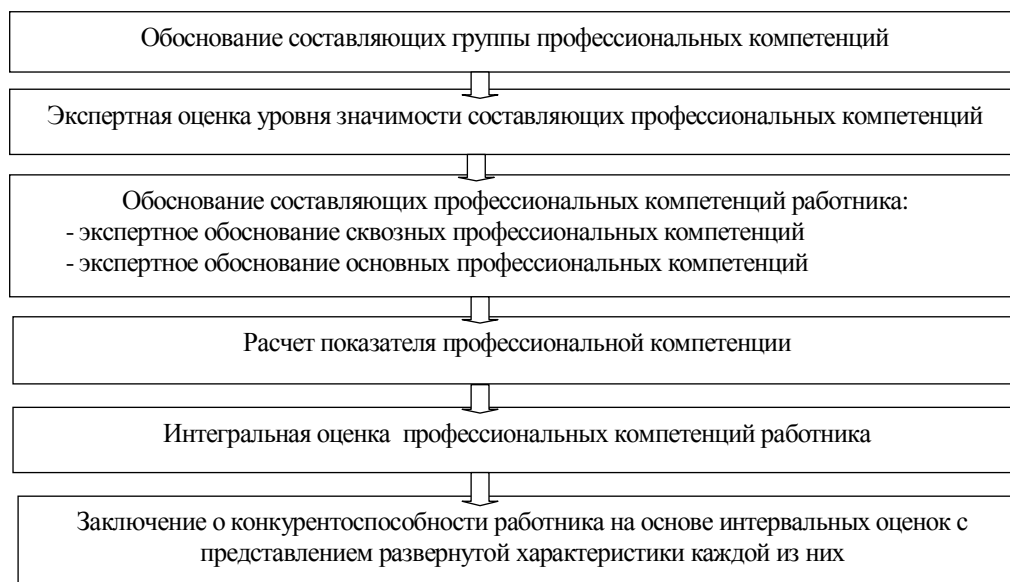


Рис. 1. Блок-схема методического подхода к оценке конкурентоспособности персонала предприятия

Способности к инновациям следует рассматривать с позиции реальных возможностей специалиста внедрить в производственный процесс или процесс управления персоналом новые методы и подходы, способствующие повышению эффективности деятельности. В данном случае имеется в виду внедрение, как собственных разработок специалиста, так и заимствованных.

Творческое мышление рассматривается с позиции наличия у работника явных и скрытых способностей к разработке собственных предложений, способствующих совершенствованию деятельности предприятия, структурного подразделения.

Демократичность управления рассматривается с позиции вовлечения в процесс управления структурным подразделением работников, способных представить собственную точку зрения относительно решения определенных текущих задач, при этом окончательное решение по вопросу принимается на основе анализа выдвинутых предложений с последующей корректировкой и принятием в установленные сроки.

Компетенция «деловая энергичность» характеризует способности работника привлекать к деятельности структурного подразделения деловых партнеров на основе долгосрочного партнерского сотрудничества.

Базовое образование показывает соответствие начальных квалификационных компетенций осуществляемому направлению деятельности, где немаловажное значение имеет периодическое прохождение работником обучающих курсов по повышению квалификации.

2. Экспертная оценка уровня значимости составляющих профессиональных компетенций (табл. 1). В данном процессе участвуют три эксперта, что позволяет согласовать единую точку зрения на основе коэффициента конкордации:

$$W = 12 \cdot S \cdot m^2 \cdot (n^3 - n); \quad (1)$$

где  $m$  – число экспертов в группе;

$n$  – число исследуемых факторов;

$S$  – сумма квадратов отклонений от среднего.

При этом значение коэффициента конкордации больше 0,75 свидетельствует о согласованности точек зрения экспертов, интервальная оценка коэффициента  $0,30 < w < 0,75$  свидетельствует о среднем уровне согласованности, значение коэффициента меньше 0,30 свидетельствует о несогласованности мнения экспертов.

Из таблицы 1 видим, что при определении значений весовых коэффициентов профессиональных компетенций отдано предпочтение тем, которые позволяют внести позитивные изменения в деятельность работника. Приоритет отдается способности к инновациям и творческому мышлению, так как именно эти компетенции способствуют развитию работника, как знающего и перспективного специалиста. Важное значение имеет деловая энергичность

работника, которая позволяет ему устанавливать деловые контакты с потенциальными партнерами. При этом компетенция «базовое образование», характеризуется минимальной оценкой весового коэффициента, что можно объяснить наличием у работника определенных знаний в начальный период своей деятельности, которые следует постоянно развивать и совершенствовать для повышения профессионализма.

Таблица 1.  
Весовые коэффициенты профессиональных компетенций

№	Профессиональные компетенции работника	Весовой коэффициент	Экспертная оценка		
			1	2	3
1	Профессиональный стаж работы	0,14	0,78	0,82	0,92
2	Способность к инновациям	0,22	0,82	0,86	0,79
3	Творческое мышление	0,20	0,83	0,79	0,84
4	Демократичность управления	0,15	0,75	0,74	0,77
5	Деловая энергичность	0,18	0,89	0,87	0,91
6	Базовое образование	0,11	0,80	0,78	0,83

### 3. Обоснование составляющих профессиональных компетенций работника.

3.1. Экспертное обоснование сквозных профессиональных компетенций приведено в таблице 2.

Таблица 2.  
Экспертная оценка сквозных профессиональных компетенций работника

№	Профессиональная компетенция	Составляющие профессиональной компетенции	Значение параметра	$K_{кон}$	Экспертная оценка согласованности		
1	Профессиональный стаж работы	До 1 года	0,05	0,75	0,72	0,78	0,83
		1-5 лет	0,10	0,79	0,82	0,77	0,84
		6-10 лет	0,15	0,82	0,85	0,88	0,79
		11-15 лет	0,20	0,83	0,82	0,84	0,87
		16-20 лет	0,25	0,84	0,89	0,84	0,83
		21-25 лет	0,35	0,87	0,85	0,89	0,91
		26-30 лет	0,45	0,90	0,92	0,93	0,89
		31-35 лет	0,55	0,87	0,89	0,91	0,84
		36-40 лет	0,65	0,89	0,90	0,90	0,91
2	Базовое образование	Среднее специальное по профилю	0,10	0,75	0,77	0,75	0,79
		Высшее не по профилю	0,20	0,76	0,77	0,75	0,83
		Высшее не по профилю с дополнительным	0,30	0,80	0,83	0,77	0,84
		Высшее по профилю	0,40	0,83	0,83	0,85	0,86
		Высшее по профилю с дополнительным	0,50	0,85	0,84	0,87	0,88

### 3.2. Экспертное обоснование основных профессиональных компетенций.

Здесь преследуется цель представить развернутую характеристику каждой профессиональной компетенции с присвоением определенного количества баллов. Балльная оценка представлена по возрастающей от 1 до 5 баллов, что позволяет детализировать характеристики, акцентируя внимание на позитивной стороне (табл. 3). Необходимо обратить внимание на количественное совпадение характеристик профессиональных компетенций и баллов, что свидетельствует о соблюдении принципа паритетности.

Таблица 3.

Характеристики составляющих основных профессиональных компетенций работника

№	Профессиональная компетенция	Составляющая профессиональной компетенции	Оценка сформированности компетенций, балл				
			1	2	3	4	5
1	Способности к инновациям	Практическое внедрение	1	2	3	4	5
		Теоретическая разработка	1	2	3	4	5
		Заимствование и совершенствование разработок	1	2	3	4	5
2	Творческое мышление	Разработка подхода	1	2	3	4	5
		Разработка способа	1	2	3	4	5
		Разработка предложения	1	2	3	4	5
3	Демократичность управления	Обобщение разных точек зрения	1	2	3	4	5
		Исключение дискуссионных моментов	1	2	3	4	5
		Принятие только своей точки зрения	1	2	3	4	5
4	Деловая энергичность	Партнерство долгосрочное	1	2	3	4	5
		Партнерство среднесрочное	1	2	3	4	5
		Партнерство краткосрочное	1	2	3	4	5

Согласно таблице 3 каждая профессиональная компетенция включает в себя три составляющие, их порядок расположения указывает на значимость, т.е., чем выше расположена составляющая, тем большую значимость с практической точки зрения оценки конкурентоспособности работника она имеет. Это должно быть отражено должным образом путем внесения коэффициента веса каждой составляющей, определенной экспертами и проверенной согласно расчета коэффициента конкордации (табл. 4).

Таблица 4.

Весовые коэффициенты составляющих основных профессиональных компетенций

№	Профессиональная компетенция	Составляющая профессиональной компетенции	Экспертная оценка веса	Коэффициент конкордации
1	Способности к инновациям	Практическое внедрение	0,17	0,78
		Теоретическая разработка	0,12	0,81
		Заимствование и совершенствование разработок	0,09	0,79
2	Творческое мышление	Разработка подхода	0,15	0,82
		Разработка способа	0,11	0,79
		Разработка предложения	0,09	0,77
3	Демократичность управления	Обобщение разных точек зрения	0,10	0,76
		Исключение дискуссионных моментов	0,08	0,84
		Принятие только своей точки зрения	0,06	0,78
4	Деловая энергичность	Партнерство долгосрочное	0,16	0,75
		Партнерство среднесрочное	0,13	0,78
		Партнерство краткосрочное	0,10	0,76

#### 4. Расчет показателя профессиональной компетенции.

Оценка профессиональных компетенций работника «профессиональный стаж», «базовое образование» принимается согласно экспертной оценке на основании характеристики составляющей в зависимости от составляющих. В этом случае расчетная формула может быть представлена в виде равенства:

$$P_{nc} = P_{экс}; \quad (2)$$

$$P_{\text{бо}} = P_{\text{экбо}}; \quad (3)$$

где  $P_{\text{пс}}$ ,  $P_{\text{эппс}}$  – принятая и экспертная оценка профессиональной компетенции «профессиональный стаж работника» соответственно;

$P_{\text{бо}}$ ,  $P_{\text{экбо}}$  – принятая и экспертная оценка профессиональной компетенции «базовое образование» соответственно.

Для расчета оценок остальных профессиональных компетенций (деловая энергичность, демократичность управления, творческое мышление, способность к инновациям) необходимо учитывать составляющую по уровню значимости, ее балльную оценку, выставляемую экспертами. Зная уровень значимости каждой составляющей в профессиональной компетенции, можно не только определить численное значение данной компетенции на стадии единичного исследования, но и установить характер проявления компетенции работника (практический, теоретический).

$$P_i = N \cdot P_{i\text{эк}}; \quad (4)$$

где  $P_{i\text{эк}}$  – экспертная балльная оценка  $i$ -ой составляющей профессиональной компетенции;

$N$  – экспертная оценка веса составляющей профессиональной компетенции.

#### 5. Интегральная оценка профессиональных компетенций работника.

В данном случае определяется обобщенный показатель профессиональных компетенций специалиста, который целесообразно рассматривать как общую оценку конкурентоспособности работника. При этом нужно акцентировать внимание на том, что профессиональные компетенции отличаются между собой глубиной раскрытия способностей работника, что учтено в определении веса каждой из них экспертами и представлено в таблице 1.

$$P_{\text{к}} = (N_{\text{син}} \cdot P_{\text{син}} + N_{\text{тм}} \cdot P_{\text{тм}} + N_{\text{ду}} \cdot P_{\text{ду}} + N_{\text{дэ}} \cdot P_{\text{дэ}} + P_{\text{пс}} + P_{\text{бо}})^{0,166}; \quad (5)$$

где  $N_{\text{син}}$ ,  $N_{\text{тм}}$ ,  $N_{\text{ду}}$ ,  $N_{\text{дэ}}$  – весовой коэффициент составляющей профессиональной компетенции «способность к инновациям», «творческое мышление», «демократичность управления», «деловая энергичность» соответственно;  $P_{\text{син}}$ ,  $P_{\text{тм}}$ ,  $P_{\text{ду}}$ ,  $P_{\text{дэ}}$ ,  $P_{\text{пс}}$ ,  $P_{\text{бо}}$  – балльные экспертные оценки профессиональных компетенций «способность к инновациям», «творческое мышление», «демократичность управления», «деловая энергичность», «профессиональный стаж работника», «базовое образование» соответственно; 0,166 – показатель учитывающий влияние на итоговую оценку конкурентоспособности работника.

6. Заключение о конкурентоспособности работника на основе интервальных оценок с представлением развернутой характеристики каждой из них (табл. 5).

Таблица 5.  
Интервальная оценка конкурентоспособности работника

Интервал изменения оценки конкурентоспособности работника	Группа	Характеристика
0,00-0,250	Низкая	Низкий уровень развития компетентности, практически отсутствуют умения и навыки, связанные с рассматриваемой компетенцией
0,251-0,500	Средняя	Удовлетворительный уровень компетентности, достаточный уровень умений и навыков
0,501-0,750	Хорошая	Хороший уровень компетентности, хороший уровень умений и навыков
0,751-1,00	Высокая	Высокий уровень компетентности, отличный уровень умений и навыков

Полученные расчетные оценки конкурентоспособности работника на основе разработанных интервальных оценок позволяют принять решение о ротации кадров конкретного структурного подразделения с целью повысить эффективность его функционирования.

### ВЫВОДЫ

Предложен методический подход к оценке конкурентоспособности работника предприятия, состоящий из шести последовательных этапов.

Подход предусматривает оценку профессиональных компетенций работника и основан на применении методов балльных оценок, экспертного и интегрального, позволяющих получить объективный окончательный результат.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты настоящего исследования целесообразно применить при разработке методического подхода к обоснованию ротации кадров структурного подразделения предприятия с расширением базы профессиональных компетенций, включая личностные и образовательные.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бровков, П.И. Развитие профессиональной карьеры менеджера [Текст] / П.И. Бровков // Вестник СГГУ. – 2015. – № 2. – С. 31–37.
2. Богданова, Е.Л. Маркетинговая концепция организации персонал-менеджмента и проведение оценки конкурентоспособности рабочей силы [Текст] / Е.Л. Богданова. – СПб.: СПбУЭФ, 2006. – 226 с.
3. Вирина, И. В. Формирование и развитие конкурентоспособности молодых специалистов [Текст] / И.В. Вирина // Социальные технологии и исследования. – 2005. – № 6. – С. 37-42.
4. Гаврилов, А.Н. Концепция формирования конкурентоспособности специалиста / А.Н. Гаврилов // Вестник ПГУ. – 2016. – № 1. – С. 16-19.
5. Дементьев, Н.Е. Мотивация и конкурентоспособность работников [Текст] / Н.Е. Дементьев. – СПб: Питер, 2016. – 228 с.
6. Евдокимов, Е.Н. Качество рабочей силы [Текст] / Е.Н. Евдокимов. – Курск: Научный мир, 2016. – 312 с.
7. Островнов, И.О. Инструментарий управления системой кадрового менеджмента [Текст] / И.О. Островнов. – Краснодар: Наука, 2016. – 184 с.
8. Саруханов, Э.Р. Маркетинг персонала на предприятии [Текст] / Э.Р. Саруханов, С.И. Сотникова // Проблемы теории и практики управления. – 1996. – № 1. – С. 92–98.
9. Францев, Г.Е. Конкурентоспособность рынка труда: модели и расчеты [Текст] / Г.Е. Францев. – Саратов: Свема, 2014. – 186 с.

### METHODICAL APPROACH TO ESTIMATION OF THE PERSONNEL COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE

Garmider A.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** Proposed the methodical approach to assessment of personnel competitiveness of the enterprise, which have an universal character and ability of application at the enterprises irrespective of form of ownership and direction of activity. Approach is based on accounting of professional competences of the employee of the enterprise: ability to innovations, professional experience, creative thinking, democratic character of management, business vigor, basic education and includes six calculation stages. To substantiate the final assessment of competitiveness of the employee author developed an interval scale, based on the use of the Starges formula, with providing the characteristic of each interval.

**Keywords:** competitiveness, personnel, professional competences, methodical approach.

УДК 338.242.2

## МЕТОДЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗА РУБЕЖОМ, В РОССИИ И В КРЫМУ

Кирильчук С.П., Бондаренко Е.В.

Институт экономики и управления ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,  
295015 г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4,  
e-mail: skir12@yandex.ru , ev\_bondarenko\_krrk@mail.ru

**Аннотация.** В статье изучен зарубежный опыт успешного государственного регулирования и поддержки предпринимательской деятельности. Выявлено, что иностранный инструментарий, направленный на активизацию предпринимательства, успешно используется и в российской экономической системе. Имеется комплекс дифференцированных программ поддержки бизнеса. Вместе с тем, имеются определенные проблемы, связанные с выполнением поставленных целей и задач государственной политики в области развития и поддержки малого бизнеса на территории Республики Крым.

**Ключевые слова:** предпринимательство; меры государственного регулирования; налоги; льготы; кредитование; программы поддержки.

### ВВЕДЕНИЕ

Активизация предпринимательской деятельности является фундаментом для развития экономики страны. Именно бизнес создает предложение на рынке, производит и оказывает услуги населению и другим юридическим лицам. Для достижения устойчивого экономического роста необходимо четко сформулировать инструментарий и комплекс методов государственного регулирования и поддержки предпринимательской деятельности. Западные страны, акцентирующие свое внимание на поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства, накопили большой массив знаний и практических методов, в части стимулирования развития бизнеса. Именно поэтому, изучение успешного зарубежного опыта регулирования предпринимательства, является важным направлением в экономических исследованиях, для его дальнейшей адаптации и интеграции в условиях российской экономики.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования – сгруппировать и консолидировать информацию о мерах государственного регулирования и поддержки предпринимательства за рубежом, в России и в Крыму.

Задачи исследования – изучить, сравнить и проанализировать зарубежный и отечественный опыт государственного регулирования и поддержки предпринимательской деятельности.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прежде чем приступить к анализу программ поддержки предпринимательства в России, представим зарубежный опыт ведущих стран мира в данной области.

Общепризнанным методом государственной поддержки предпринимательства за рубежом, в рамках реализации мер по снижению затрат на налоги, являются налоговые каникулы в первые годы функционирования предприятий. Так, в США в первый год работы налоговые льготы зачастую доходят до 50%. Во Франции предприниматели не платят налоги в местные бюджеты и налоги на акционерные общества первые два года работы. В Германии во время финансового кризиса налог на прибыль был снижен с 39% до 30%, а также почти вдвое были уменьшены отчисления в фонды социального страхования.

Интересен опыт Германии при реализации меры по кредитованию. Так, представитель среднего предпринимательства вправе обратиться в коммерческий банк, который заключает договор с государственным банком на рефинансирование кредитов. Государственный банк перечисляет деньги коммерческому, а тот в свою очередь передает их заемщику. Погашение кредита происходит в государственный банк.

К мерам финансовой поддержки в зарубежных странах также можно отнести:

- 1) предоставление гарантий по кредитам средних предприятий (США, Великобритания, Швейцария);
- 2) предоставление государственных гарантий по экспортным операциям (Великобритания, Швейцария, Испания);
- 3) предоставление субсидий для погашения процентных ставок по кредитам (Великобритания, Испания);
- 4) создание или объединение банков, специализирующихся на кредитовании среднего предпринимательства (Дания);
- 5) объединение банков для кредитования средних предприятий с отрицательной процентной ставкой (Дания).

При реализации меры поддержки по повышению доступности к финансовым ресурсам интересен опыт Великобритании. Там действует программа, направленная на предоставление финансовой поддержки субъектам среднего предпринимательства, занимающихся разработкой инновационных идей по защите окружающей среды, экономии энергии, росту производства, отвечающих национальным приоритетам. Помощь оказывается в виде компенсации издержек на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, на изготовление демонстрационных макетов, а также на привлечение партнеров.

Особенностью предоставления субсидий в Финляндии является дифференциация территории по зонам развития, при этом размер субсидии зависит от местонахождения субъекта, желающего получить поддержку.

Среди зарубежных стран, предоставляющих информационную поддержку, необходимо отдельно выделить страны Азии. Так, например, в Японии создана общенациональная система поддержки малого предпринимательства и инновационного развития Японии. Во время ее взаимодействия информационная система J-Net.21 проводит мониторинг статистических данных о субъектах среднего предпринимательства, а также анализ эффективности мер поддержки. Также информационная система была создана в Китае, путем запуска государственной некоммерческой информационной службы Китая, которая обслуживает все регионы страны. Информационная сеть предоставляет актуальные данные об изменениях в законодательстве, результаты исследования рынка, потребности в работниках и так далее.

В рамках Европейского союза действует ряд систем, направленных на повышение информированности субъектов среднего предпринимательства, созданные для взаимодействия предпринимателей между собой, а также с национальными, региональными и местными органами власти и организациями, оказывающими поддержку. Так, например, существуют такие информационные сети как:

- Enterprise поощряет прямые связи и соглашения между предпринимателями стран Европы;
- Europartenariat стимулирует кооперативные связи;
- BC-Net занимается подбором партнеров за рубежом;
- BRE осуществляет поиск партнеров для создания совместного бизнеса;
- Европейский информационный центр предоставляет малым и средним предприятиям информацию по обширному кругу вопросов [1].

Основными целями государственной политики в области развития и поддержки малого бизнеса является создание благоприятной среды для функционирования, что включает следующие компоненты [2]:

1. создание конкурентной среды (на федеральном и региональном уровне); ужесточение мер антимонопольной политики;
2. усиление мероприятий по проведению «протекционизма» для малого и среднего бизнеса в регионе;
3. ужесточение проведения антидемпинговой политики;
4. формирование новых профессиональных способностей людских ресурсов, как факторов производства, в целях соответствия их новым требованиям качества профессиональной подготовки для ведения экономической деятельности в условиях ВТО;
5. создание и поддержание в требуемом состоянии инновационной инфраструктуры для малого предпринимательства в целях производства конкурентоспособной продукции.

Проведем анализ основных актуальных в 2018 году в Российской Федерации программ государственной поддержки предпринимательства. Результаты исследования сведены в таблицу 1.

Как можно увидеть, из проанализированного списка актуальных программ государственной поддержки предпринимательства, вопрос государственного регулирования субъектов МСП находится под пристальным вниманием органов власти. Наиболее распространенной формой поддержки в данных программах можно выделить – льготное кредитование бизнеса. Однако, в некоторых программах имеется условие выделения целевого кредита – функционирование предприятия в течение определенного времени, что в свою очередь закрывает возможность привлекать заемные средства на реализацию стартапов. Вместе с тем, данное условие позволяет минимизировать риск невозврата кредитных средств. Еще не менее популярным средством поддержки является – выдача поручительств и льготы по лизингу.

В Крыму, помимо указанных выше программ поддержки и регулирования предпринимательства со стороны государства, можно выделить дополнительно следующие: Постановление Совета министров Республики Крым от 07.10.2014 № 368 "О Порядке рассмотрения обращений инвесторов и заключения соглашений о реализации инвестиционных проектов на территории Республики Крым" [3] и Федеральный закон "О развитии Республики Крым и города федерального значения Севастополя и свободной экономической зоны на территориях Республики Крым и города федерального значения Севастополя" от 29.11.2014 № 377-ФЗ [4]. Первый инструмент представляет собой упрощенный – в режиме «одного окна», способ получения земельного участка и объектов недвижимости под реализацию инвестиционного проекта, в аренду. Это распространяется на участки, находящиеся в собственности государства или муниципалитета. С целью сопровождения инвестора в рамках данной процедуры создано Государственное автономное учреждение "Центр инвестиций и регионального развития Республики Крым". Взамен, инвестор обязуется соблюдать график капитальных вложений и выполняет социальную нагрузку, в виде возведения объектов социальной инфраструктуры и прочее. Второй инструмент позволяет инвестору получить налоговые преференции по налогу на прибыль, освобождение от уплаты налога на имущество и земельного налога, а также применение ускоренной амортизации основных средств с коэффициентом 2.

Таким образом, инвестор может не уплачивать налог на прибыль в федеральный бюджет в течение десяти лет, три года платит налог в региональный бюджет Крыма по ставке 2%, с четвертого по восьмой год реализации проекта – 6%, с девятого года 13,5%. Еще одной немаловажной льготой является возможность получения в аренду земельного участка, необходимого под реализацию инвестиционного проекта, без торгов. При этом инвестор должен осуществить капитальные вложения в размере 3 млн., если он относится к субъектам МСП или не менее 30 млн. руб. – если это крупный бизнес. Следует выделить, что под капитальными вложениями здесь подразумеваются «чистые инвестиции» в основные средства - за вычетом НДС.

Информационной системой, призванной активизировать инвестиционную сферу в Крыму, является сайт [invest-in-crimea.ru](http://invest-in-crimea.ru) [5]. В нем консолидирована информация по экономическому обозрению экономики Крыма, программам господдержки предпринимателей и инвесторов, государственным консалтинговым компаниям, индустриальным паркам Крыма, инвестиционным предложениям, а также по площадкам, на которых потенциальный инвестор может реализовать свой проект.

## ВЫВОДЫ

Исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод, что за рубежом накопился значительный массив успешного опыта в сфере государственной поддержки и регулирования предпринимательства. Основными направлениями поддержки являются: налоговые преференции, льготное кредитование, субсидирование части кредитной ставки, предоставление государственных гарантий при выдаче кредитов и информационная поддержка предпринимателей.

В настоящее время, в России отмечается положительная тенденция в сфере государственной поддержки и регулирования предпринимательства. Правительством Российской Федерации внедряются апробированные за рубежом меры поддержки малого, среднего и крупного бизнеса. Это все позволяет улучшить ситуацию в реальном секторе экономики страны и стимулирует рост ВВП. Следует отметить, что комплекс мер поддержки имеет дифференцированную направленность. Как и в развитых странах, в инструментарии поддержки предпринимательства



преобладает льготное кредитование и субсидирование процентной ставки, однако, наиболее интересными для реального развития, а не только для запуска производства, являются свободные экономические зоны, которые позволяют предпринимателю снизить налоговую нагрузку на свое предприятие и ускорить срок окупаемости инвестиций, что в свою очередь оказывает мультипликативный эффект – инвестор расширяет свой бизнес, инвестируя новые объемы собственных средств и создавая новые рабочие места.

Вместе с тем, имеется ряд проблем при реализации целей государственной политики в области развития и поддержки малого бизнеса на территории Республики Крым:

1) наличие серьезных транспортных и логистических проблем замедляют темпы инвестирования;

2) санкционное давление, дороговизна транспортировки сырья и материалов для производства, приводят к тому, что на территории республики недостаточно развита конкуренция;

3) инфраструктурные ограничения, такие как электричество и газ, приводят к следствию того, что крупные предприятия или ресурсоемкие предприятия не могут реализовывать свои проекты, ввиду дефицитности энергетической системы Крыма и отсутствия полной газификации региона;

4) хаотичное, бесосновательное ценообразование, которое приводит к необоснованному росту цен как на продукцию, так и на услуги, а также снижает потенциальный спрос и потребление;

5) чрезмерная бюрократизация процессов регистрации и получения льгот в области поддержки бизнеса со стороны государственных органов власти ведёт к снижению количества потенциальных инвесторов, особенно для развития малого бизнеса и интегрированных структур.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В последующих исследованиях планируется более детально осветить поставленные вопросы и сформировать рекомендации по разработке эффективного механизма поддержки и регулирования предпринимательства на территории Республики Крым.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Прохорская, А.Ю. Формы государственной поддержки среднего предпринимательства за рубежом меры их реализации [Текст] / А.Ю. Прохорская // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – Санкт-Петербург: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего», 2017. – С. 90-95.

2. Тумасян, И.А. Меры государственной поддержки предпринимательства в современных условиях [Текст] / И.А. Тумасян // Ростовский научный журнал. – 2016. – № 12. – С. 188-200.

3. Постановление Совета министров Республики Крым от 07.10.2014 № 368 «О Порядке рассмотрения обращений инвесторов и заключения соглашений о реализации инвестиционных проектов на территории Республики Крым» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/23702953/> – Дата доступа: 20.03.2018 г.

4. Федеральный закон «О развитии Республики Крым и города федерального значения Севастополя и свободной экономической зоне на территориях Республики Крым и города федерального значения Севастополя» от 29.11.2014 № 377-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_171495/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171495/). – Дата доступа: 20.03.2018 г.

5. Инвестиционный портал Республики Крым [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://invest-in-crimea.ru>. – Дата доступа: 20.03.2018 г.

6. Кирильчук, С.П. Роль предпринимательской деятельности в развитии экономики [Текст] / С.П. Кирильчук, Е.В. Бондаренко // Вестник Академии знаний. – 2018. – №24(1). – С. 89-97.

7. Кирильчук, С.П. Сущность и история развития предпринимательства в России [Текст] / С.П. Кирильчук, Е.В. Бондаренко // Национальные экономические системы в контексте формирования глобального экономического пространства: сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – С 174-176.

Таблица 1. Программы государственной поддержки предпринимательства в Российской Федерации

Наименование программы	Нормативно-правовой акт	Сущность	Целевое использование
Программа поддержки инвестиционных проектов, реализуемых на территории Российской Федерации на основе проектного финансирования	Постановление Правительства от 11 октября 2014 г. № 1044 (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.02.2015 № 154) «Об утверждении Программы поддержки инвестиционных проектов, реализуемых на территории Российской Федерации на основе проектного финансирования»	Размер процентной ставки для лица, которому предоставляется кредит в целях реализации инвестиционного проекта, одобренного для участия в настоящей Программе, не должен превышать уровень процентной ставки, устанавливаемой Центральным банком Российской Федерации, при предоставлении уполномоченным банкам кредитных средств в целях рефинансирования кредитов, выданных уполномоченными банками конечным заемщикам (далее - ставка рефинансирования Центрального банка Российской Федерации в рамках настоящей Программы), плюс 2,5 процента годовых	Кредит является целевым и может быть использован только на финансирование инвестиционного проекта
<b>1. Проектное финансирование</b>			
Программа «Комплексные изделия»	Стандарт СФ-И-87 Условия и порядок отбора проектов для финансирования по программе «Комплексные изделия»	Сумма займа 50-500 (млн руб.) (на 5 лет) 1% в первые 3 года 5% на оставшийся срок Общей бюджет проекта от 71.5 млн. руб. Целевой объем продаж новой продукции не менее 30% от суммы займа в год, начиная со 2 года серийного производства	Разработка нового продукта/технологии и подготовка его производства. Приобретение или использование специального оборудования для проведения необходимых опытно-конструкторских работ и отработки технологий, включая создание опытно-промышленных установок и испытательных стендов. Разработка технико-экономического обоснования инвестиционной стадии проекта, прединвестиционный анализ и оптимизация проекта, не включая расходы на аналитические исследования рынка. Сертификация и внедрение новых методов эффективной организации производства (ISO 9000, LEAN и пр.). Приобретение прав на результаты интеллектуальной деятельности (лицензий и патентов) у российских или иностранных правообладателей. Инжиниринг. Приобретение в собственности <sup>12</sup> для целей технологического перевооружения и модернизации производства российского и/или импортного промышленного оборудования, а также его монтаж, наладка и иные мероприятия по его подготовке для серийного производства. Ответственные расходы по проекту – затраты на выполнение функций управления и обслуживания подразделений, реализующих проект - в объеме не более 20% от суммы займа. Расходы, связанные с производством и вывозом на рынок пилотных партий продукции (в объеме до 50% от суммы займа). Денежные средства, предоставленные Заявителю Фондом по договору займа, могут быть использованы исключительно на цели финансирования проекта и расходоваться на оплату труда, приобретение товаров, работ, услуг, а также уплату связанных с ними налогов и иных обязательных платежей.
<b>2. Фонд развития промышленности</b>			

Наименование программы	Нормативно-правовой акт	Сущность	Целевое использование
Программа лизинговых займов	Стандарт СФ-И-53. Условия и порядок отбора проектов для финансирования по программе «Лизинговые проекты»	<p>-предоставляется для финансирования от 10% до 90% первоначального взноса (аванса) лизингополучателя, составляющего от 10% до 50% от стоимости приобретаемого в рамках договора промышленного оборудования</p> <p>- максимальный размер займа Фонда составляет до 27% от общей стоимости промышленного оборудования</p> <p>- минимальный общий бюджет проекта – 20 млн руб.</p>	Промышленное оборудование
Программа «Проекты развития»	Приказ № ОД-117 от 23.10.2017г. Стандарт СФ-И-51. Условия и порядок отбора проектов для финансирования по программе «Проекты развития»	<p>Сумма займа 50-500 (млн руб.) на 5 лет под 5% годовых</p> <p>Общий бюджет проекта от 100 млн. руб.</p> <p>Целевой объем продаж новой продукции не менее 50% от суммы займа в год, начиная со 2 года серийного производства</p>	<p>Разработка нового продукта/технологии. Инжиниринг. Приобретение или использование специального оборудования для проведения необходимых опытно-конструкторских работ и отработки технологии, включая создание опытно-промышленных установок. Разработка технико-экономического обоснования инвестиционной стадии проекта, прединвестиционный анализ и оптимизация проекта, не включая расходы на аналитические исследования рынка. Сертификация и внедрение новых методов эффективной организации производства (ISO 9000, LEAN и пр.). Приобретение прав на результаты интеллектуальной деятельности (лицензий и патентов) у российских или иностранных правообладателей. Приобретение в собственность для целей технологического перевооружения и модернизации производства российского и/или импортного промышленного оборудования, а также его монтаж, наладка и иные мероприятия по его подготовке для серийного производства. Общезаявительные расходы по проекту – затраты на выполнение функций управления и обслуживания подразделений, реализующих проект - в объеме не более 15% от суммы займа. Денежные средства, предоставленные Заявителю Фондом по договору займа, могут быть использованы исключительно на цели финансирования проекта и расходоваться на оплату труда, приобретение товаров, работ, услуг, а также уплату связанных с ними налогов.</p>

Наименование программы	Нормативно-правовой акт	Сущность	Целевое использование
Программа стимулирования кредитования	Программа стимулирования кредитования субъектов малого и среднего предпринимательства (редакция от 22.01.2018)	<p><b>3. Иные меры поддержки</b></p> <p>Реализуемые проекты в приоритетных отраслях, с фиксированной процентную ставку по кредитам в сумме не менее 3 млн рублей для малых предприятий на уровне до 10,6% годовых, для средних предприятий – до 9,6% годовых.</p>	Для создания и/или приобретения (сооружения, изготовления, доставки, дооборудования, реконструкции, модернизации и технического перевооружения) основных средств (включая строительство, реконструкцию, модернизацию объектов капитального строительства, в том числе выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации для их строительства, реконструкции, модернизации), закупа новых проектов (в том числе через механизм финансовой аренды (лизинга)), а также для пополнения оборотного капитала
Получение поручительства (гарантии).	Порядок предоставления государственными унитарным предприятием Республики Крым «Крымский гарантийный фонд» поддержки предпринимательства» поручительство и исполнения обязательств по договорам поручительства от 31.08.2017	Поручительство предоставляется по обязательствам получателей поддержки, основанным на кредитных договорах, договорах займа, договорах финансовой аренды (лизинга), договорах о предоставлении банковской гарантии и иных договорах, заключаемых с кредитными организациями, лизинговыми компаниями, микрофинансовыми и иными организациями, осуществляющими финансирование субъектов МСП и организацией инфраструктуры поддержки, заключившими с Фондом соглашения о сотрудничестве.	Любая разрешенная порядком деятельности
Микрозаймы под льготный процент	Правила предоставления микрозаймов Микрокредитной компании "Фонд микрофинансирования предпринимательства Республики Крым" от 29 июня 2017 г.	Размер микрозайма в российских рублях от 100 000 рублей до 3 000 000 рублей. Микрозаймы выдаются на срок до 36 месяцев. Ставка - от 7 до 12% годовых. свыше 200 000 рублей – не менее чем 100% обеспечение залоговым имуществом.	Полупление основных или оборотных средств
Программа предоставления льготных кредитов субъектам малого и среднего предпринимательства а	Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2017 г. № 1706 "Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным субъектам малого и среднего предпринимательства на реализацию проектов в приоритетных отраслях по льготной ставке"	6,5% годовых в течение первых трех лет кредитования, далее – на рыночных условиях	Инвестиционные цели – приобретение / создание (сооружение, изготовление, доставка, дооборудование, реконструкция, модернизация и техническое перевооружение) основных средств (включая строительство, реконструкцию, модернизацию объектов капитального строительства, в т.ч. выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации для их строительства, реконструкции, модернизации) пополнение оборотных средств

\*Составлено авторами

8. Мусакаев, Ш.А. Роль государства в развитии малого и среднего бизнеса [Текст] / Ш.А. Мусакаев, Э.Э. Мугудинова // Политика современных социально-экономических систем: сб. статей. – Волгоград: ООО "Сфера", 2015. – С. 154-155.

9. Лушников, А.Г. Зарубежный опыт государственного регулирования и поддержки предпринимательской деятельности [Текст] / А.Г. Лушников, М.Л. Толстова // Совершенствование экономического механизма эффективного управления в хозяйствующих субъектах сельскохозяйственной направленности на региональном уровне: сб. статей. – Чебоксары: Издательство Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 358-362.

10. Марков, С.М. Актуальные проблемы государственного регулирования малого и среднего бизнеса в Псковской области [Текст] / С.М. Марков, А.С. Маркова // Инновационные процессы в экономике, управлении и социальных коммуникациях: сб. материалов международной научной конференции. — Псков: Издательство Псковский государственный университет, 2015. – С. 180-191.

11. Корнева, Е.В. Инструменты государственного регулирования предпринимательской деятельности как фактор повышения предпринимательской активности Приморского края [Текст] / Е.В. Корнева, Н.Р. Кравченко, А.М. Пашук // Вектор науки тольяттинского государственного университета. серия: экономика и управление. – Тольятти: Издательство Тольяттинский государственный университет. – 2016. – № 3 (26). – С. 34-38.

12. Ахмадеева, В.Р. Государственное регулирование и поддержка сельского хозяйства в Российской Федерации [Текст] / В.Р. Ахмадеева // Молодежь и наука. – 2015. – № 4. – С. 65-68.

## METHODS OF STATE REGULATION AND SUPPORT OF BUSINESS ACTIVITIES ABROAD, IN RUSSIA AND IN THE CRIMEA

Kyrylchuk S.P., E.V. Bondarenko

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol

**Annotation.** The article examined the experience of successful government regulation and business support. It is revealed that the foreign tools, aimed at enhancing entrepreneurship, successfully used in the Russian economic system. There is a complex of differentiated programs of business support. At the same time, there are certain problems connected with the fulfillment of the set goals and objectives of the state policy in the field of development and support of small business in the territory of the Republic of Crimea.

**Keywords:** entrepreneurship; measures of state regulation; taxes; privileges; crediting; support programs.

## АСПЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ\*

Цикин А.М.

ООО «НИИГазэкономика», Отдел экономики переработки углеводородов  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Департамент экономической теории,  
125993, г. Москва, Ленинградский проспект, 49 e-mail: tsikinalexey@mail.ru

**Аннотация.** В настоящее время российский рынок природного газа испытывает структурные дисбалансы, вызванные несовершенным государственным регулированием отрасли. Помимо текущих проблем регулирования перед газовой промышленностью возникают новые вызовы, обусловленные изменением сырьевой базы и санкционными ограничениями, введенными со стороны западных стран. В данной работе исследованы основные направления повышения эффективности государственного регулирования в газовой промышленности, противодействующие негативным тенденциям. Целью работы являлась разработка научно-обоснованных рекомендаций по повышению конкурентоспособности российской газовой отрасли за счет методов государственного регулирования. Для достижения поставленной цели проведена декомпозиция общего технологического процесса до основных бизнес-сегментов и предложены механизмы совершенствования их деятельности. В результате выполненного анализа разработаны авторские подходы к повышению конкурентоспособности газовой отрасли. Результаты работы могут использоваться при разработке государственных программ повышения конкурентоспособности газовой промышленности.

**Ключевые слова:** газовая отрасль; государственное регулирование; конкурентоспособность; экономическая политика.

*\*Статья публикуется при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) «Проблемы конфигурации глобальной экономики XXI века: идея социально-экономического прогресса и возможные интерпретации, № 18-010-00877 А».*

### ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние российской газовой отрасли характеризуется рядом негативных тенденций, успешное противодействие которым возможно только с использованием взвешенного государственного регулирования. Основной фундаментальной проблемой является переход от разработки высокорентабельных месторождений углеводородов к низкодоходным запасам.

Для надежного снабжения потребителей российского газа необходимо обеспечить соответствие объемов добычи природного газа спросу, который в развитых странах имеет тенденцию к росту [1]. Производство природного газа в России, представленное на рисунке 1, характеризуется приблизительно одним уровнем. Однако использование линейной фильтрации по трем точкам приводит к неблагоприятному прогнозу объемов добычи в перспективном периоде.

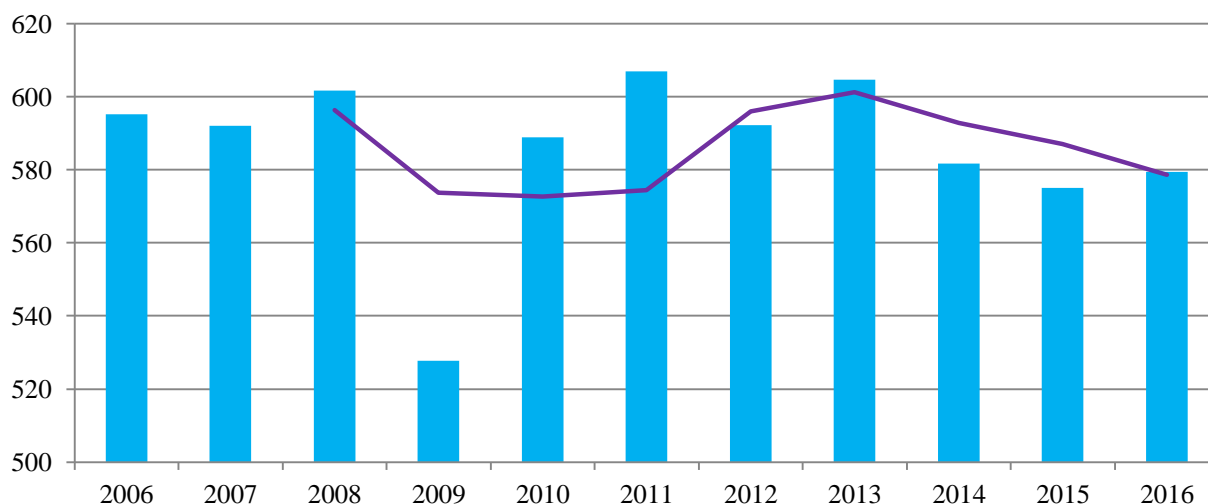


Рис. 1. Объемы добычи природного газа в России, млрд. м<sup>3</sup>

Источник: составлено на основе BP Statistical Review of World Energy [1]

Для поддержания достигнутого уровня добычи и обеспечения возможности его повышения необходимо включение в разработку новых месторождений. Новые залежи природного газа зачастую расположены в труднодоступных районах, для освоения которых необходимы новые техника и технологии [2]. Возможность соответствующей модернизации и расширения производств осложняется текущей динамикой цен на газ на основных рынках сбыта (рис. 2).

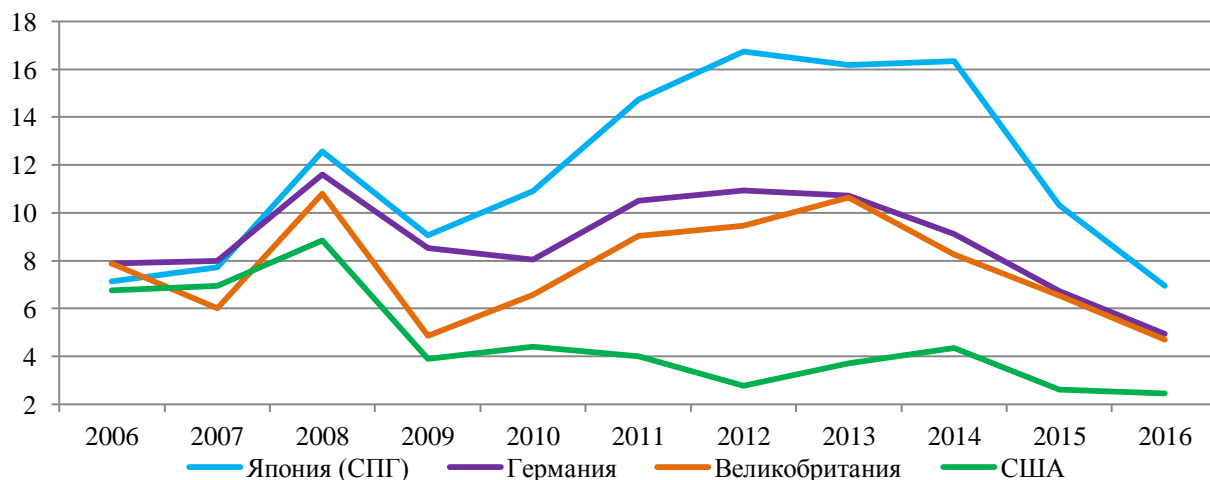


Рис. 2. Динамика цен на природный газ на мировых рынках, \$/BTU · 10<sup>-6</sup>

Источник: составлено на основе BP Statistical Review of World Energy [1]

Новые месторождения арктического шельфа играют особую роль в воспроизводстве отечественной минерально-сырьевой базы, однако диктуют необходимость применения инновационных объектов, отечественные образцы которых в настоящее время отсутствуют [3]. Кроме этого очевидна необходимость учета экологических факторов при разработке шельфовых залежей, что должно найти отражение в государственном регулировании отрасли.

Другая объективная технологическая сложность связана с годовой неравномерностью потребления природного газа, динамика которой почти полностью повторяет изменение использования электроэнергии по месяцам (рис. 3). Задачи по покрытию максимальных пиковых нагрузок и соответственно бремя строительства и эксплуатации ПХГ и варьирования режимов работы газовых промыслов ложатся на ПАО «Газпром» [4]. Независимые производители природного газа могут осуществлять свой производственный процесс в нормальном режиме.

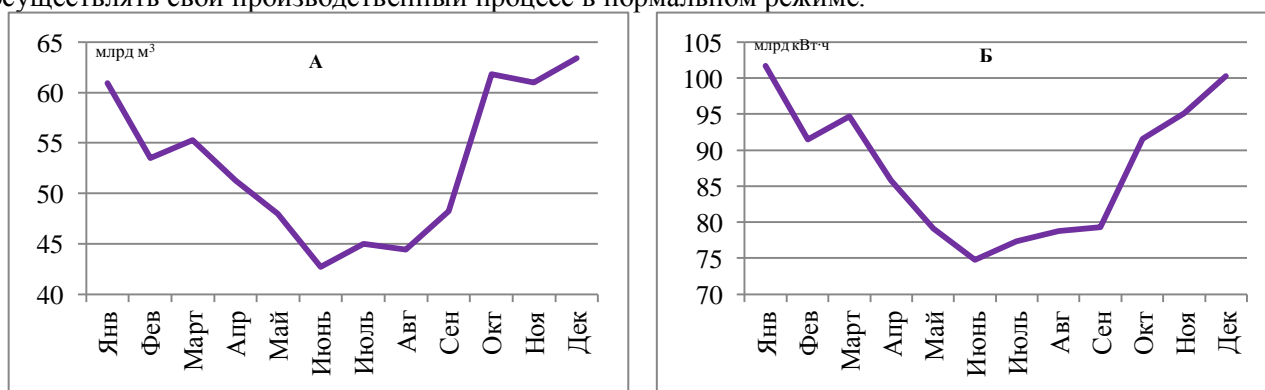


Рис. 3. Неравномерность потребления природного газа (А) и электроэнергии (Б) в России в 2015 г.

Источник: составлено на основе данных Минэнерго [5]

Кроме объективных факторов развития российской газовой отрасли существуют дисбалансы, вызванных текущим регулированием. Например, ПАО «Газпром» вынужден продавать природный газ по регулируемым ФСТ ценам [6], причем значительная доля поставок природного газа приходится на низкодходный сегмент – население. Независимые производители природного газа в России могут реализовывать продукцию по свободным ценам, в связи с чем в структуре их поставок преобладают крупные промышленные потребители [7]. Таким образом, для России актуальны также проблемы ценообразования в газовой отрасли.

Отмеченные особенности российской газовой отрасли свидетельствуют о необходимости изменения текущей государственной политики по регулированию газовой промышленности.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Проблемы государственного регулирования естественных монополий в целом и газовой отрасли в частности становились предметом рассмотрения многочисленных публикаций в российской печати. Большинство работ посвящено развитию конкуренции на газовом рынке, теоретическим аспектам стимулирования модернизации производств и проблемам ценообразования на природный газ и продукты его переработки.

Благодаря росту цен на энергоносители, в общем, и природный газ, в частности, в начале XXI века удалось провести широкомасштабную модернизацию, реконструкцию и техническое перевооружение объектов ТЭК. В дальнейшем на первое место вышло повышение уровня жизни населения и развитие конкурентоспособности отечественных производителей на мировых рынках за счет снижения их эксплуатационных затрат на энергию. В то же время для газовой отрасли жесткое регулирование цен привело к некоторому застою. Так, в текущей модели ценообразования стоимость природного газа для населения и промышленных потребителей существенно различается (рис. 4), что снижает стимулы для производителей газа реализовывать проекты по развитию региональных систем газоснабжения, газифицировать отдаленные населенные пункты и в целом не соответствует справедливой рыночной модели.

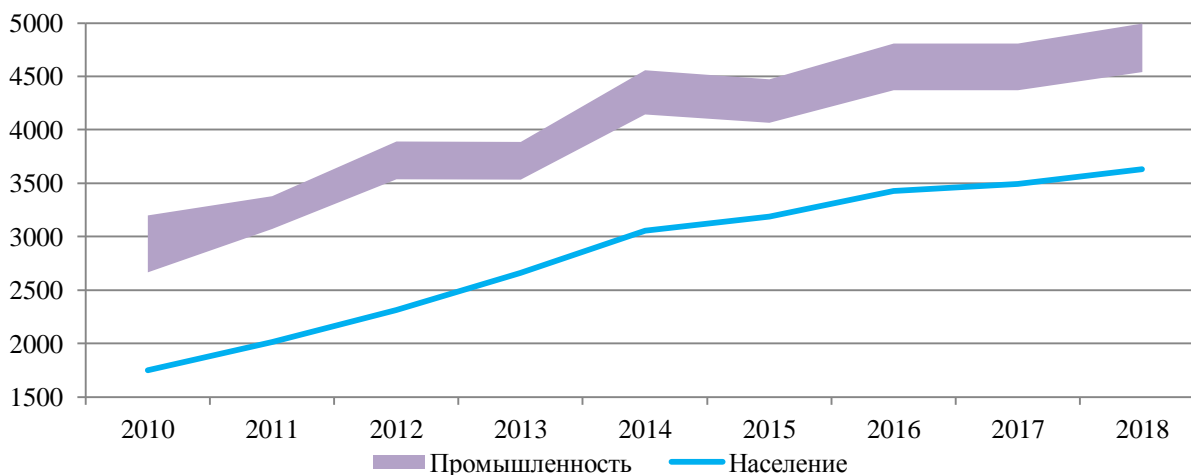


Рис. 4. Динамика цен на природный газ для населения и промышленных предприятий в Москве, руб./1000 м<sup>3</sup>  
 Источник: составлено на основе приказов ФСТ за 2010-2017 гг. [6]

Коллектив авторов в работе [8] показывает необходимость перехода от текущей модели ценообразования на природный газ к регулируемому ценообразованию на общественно оптимальном уровне с перспективной реализацией варианта с долгосрочными контрактами плюс биржевым ценообразованием. В перспективе это должно привести к выравниванию доходности поставок газа потребителям различных категорий, которое, однако, происходит и в современной модели ценообразования за счет государственного регулирования (рис. 5).

Эти меры должны позволить нивелировать негативную геополитическую ситуацию и реализовать новую модель роста газовой промышленности. Следует отметить, что необходимость внесения изменений в целевую модель отрасли назрела давно и являлась предметом ряда публикаций в авторитетных изданиях [9, 10]. Современная модель развития российской газовой промышленности показывает низкую эффективность, выражающуюся, в том числе и в финансовых показателях деятельности крупнейшего игрока рынка ПАО «Газпром» (рис. 6). Текущее регулирование отрасли в условиях отмеченных сложностей приводит к тому, что, несмотря на рост валовой выручки от реализации, EBITDA и прибыль от продаж характеризуются трендом на снижение.

Теоретические предпосылки формирования такой модели (модернизация объектов, восполнение ресурсной базы, проблемы ценообразования и прочие) верно поставлены в работе [12]. Формирование соответствующего организационно-экономического механизма управления предприятиями газовой промышленности предложено авторами [13]. Релевантный зарубежный опыт проанализировала И.А. Гольденберг [14].



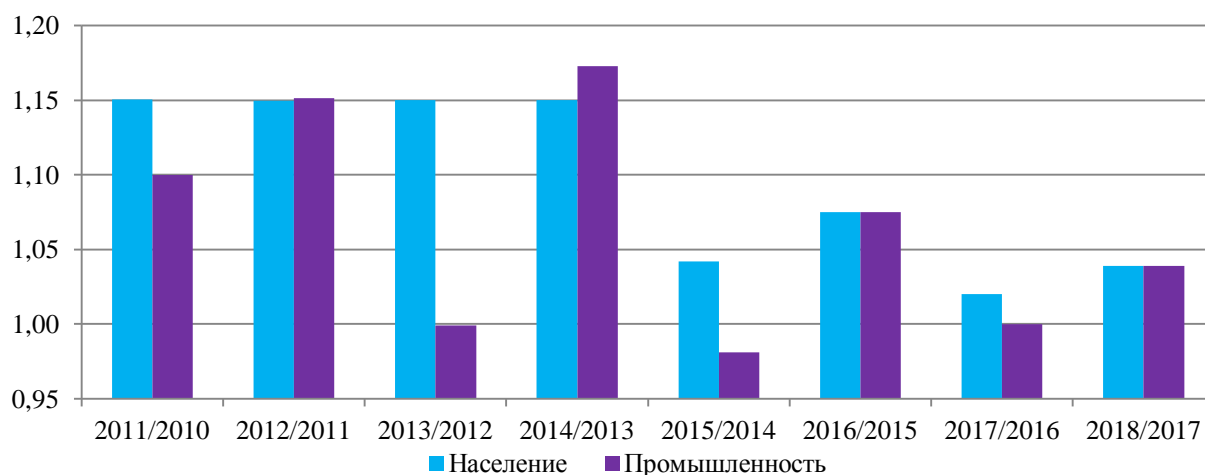


Рис. 5. Цепные индексы роста цен на природный газ в Москве

Источник: рассчитано на основе приказов ФСТ за 2010-2017 гг. [6]

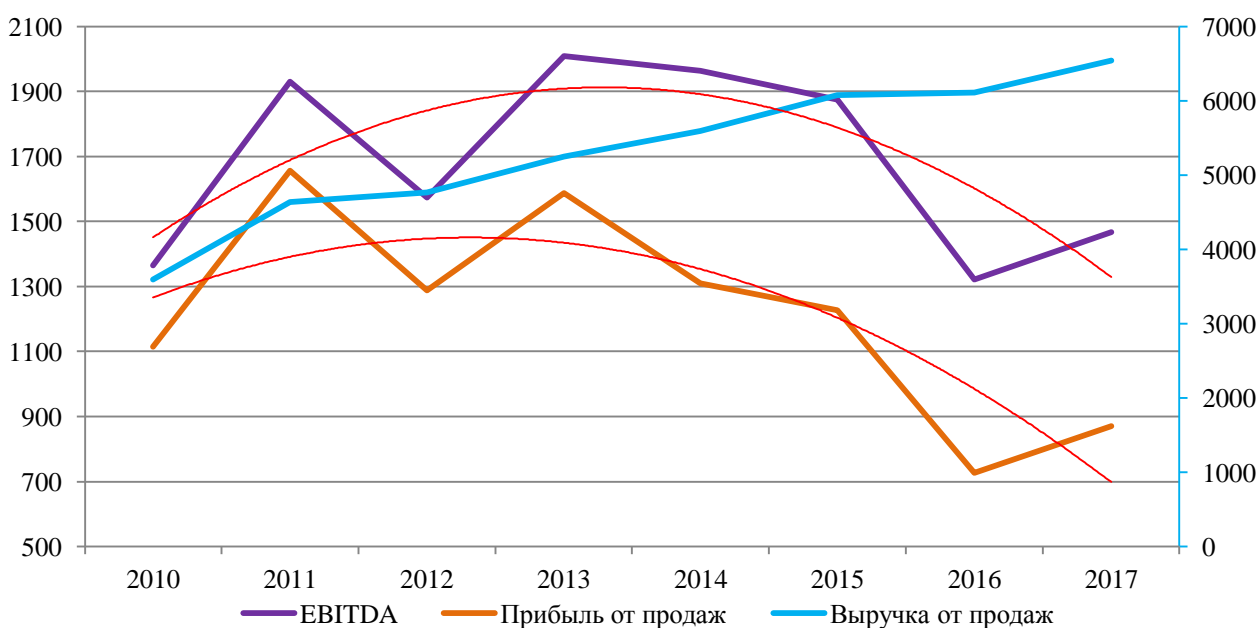


Рис. 6. Финансовые результаты деятельности ПАО «Газпром» по МСФО, млн. руб.

Источник: составлено на основе годовых отчетов ПАО «Газпром» [11]

Однако до настоящего времени в печати не представлены работы, комплексно охватывающие регулирование всех бизнес-сегментов российской газовой промышленности и предлагающие практические рекомендации по обеспечению перехода к низкорентабельным запасам углеводородов и минимизации негативных последствий финансовых и технологических ограничений со стороны западных стран, что свидетельствует об актуальности выбранной тематики настоящей статьи.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В связи с вышеизложенными проблемами газовой отрасли необходимы изменения в ее государственном регулировании, направленные на повышение конкурентоспособности российской газовой промышленности.

Достижение поставленной цели исследования требует исправления текущих структурных дисбалансов, стимулирования разработки новых месторождений природного газа, внедрения передовых технологий по его подготовке и переработке, а также обеспечения импортонезависимости России в этой области.

Для решения поставленных задач необходимо провести декомпозицию общего технологического процесса газовой промышленности до отдельных бизнес-сегментов, обусловленных взаимосвязанными производственными процессами добычи и использования природного газа (рис. 7).



Рис. 7. Взаимосвязь основных технологических процессов в газовой отрасли

Каждый из основных бизнес-сегментов характеризуется уникальным набором факторов текущего регулирования и направлений его совершенствования, что свидетельствует о необходимости отдельного рассмотрения. Помимо приведенных взаимосвязанных технологических процессов для комплексного анализа аспектов регулирования газовой отрасли необходимо рассмотреть также вопросы, касающиеся оценки индустрии СПГ, а также энергоэффективности и экологической безопасности газового комплекса.

Таким образом, совершенствование механизмов государственного регулирования российской газовой отрасли в настоящей работе детализировано по сегментам: энергетическая эффективность и экология, геологоразведочные работы, магистральная транспортировка газа, подземное хранение газа, индустрия СПГ, переработка и реализация газа.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Особая важность российской газовой промышленности для экономической безопасности государства и социальной стабильности обуславливает необходимость взвешенного внесения изменений в регулирование газовой отрасли. В современных экономических реалиях одной из основных проблем, вызванных введенными санкционными ограничениями, является фактическое отсутствие доступа к кредитным ресурсам западных стран. Кредитные средства же российских банков и специализированных фондов (АО «Эксар») уступают наиболее конкурентным иностранным агентам по объемам и условиям финансирования (в том числе по процентной ставке выдаваемых кредитов). В связи с этим вопросы финансирования модернизации, реконструкции и технического перевооружения производств газовой отрасли приобретают первостепенное значение во всех бизнес-сегментах. Для развития газовых производств целесообразно рассмотреть возможность субсидирования процентной ставки по кредитам, выдаваемым для реализации крупных системно значимых проектов, реализуемых на принципах проектного финансирования.

Помимо субсидирования процентной ставки государственное участие в повышении доступности инвестиционных ресурсов выражается в:

- возможности предоставления льготных финансовых ресурсов коммерческим банкам и другим институтам для кредитования предприятий газовой отрасли по сниженным процентным ставкам;
- взвешенном установлении целевого уровня локализации проектов газовой промышленности с целью сохранения возможности зарубежного проектного финансирования, уменьшения технологических рисков и оптимизации капитальных и эксплуатационных издержек;
- отдельных решениях по финансированию проектов, обеспечивающих импортнезависимость российской газовой отрасли.

Также общими для всех сегментов решениями государственной экономической политики в сфере налогообложения предприятий газовой отрасли являются:

- обеспечение стабильности и справедливости для всех производителей природного газа в области основного налога – НДС;
- введение расширенной государственной поддержки в части НДС для малодоходных низкопродуктивных месторождений;
- рассмотрение возможности перехода от НДС к налогу на финансовый результат или налогу на дополнительный доход.

Преимуществами последней рекомендации является более высокая справедливость, легкость администрирования, недостатками – частичный перенос рисков негативных финансовых результатов на государство. Подробно достоинства и недостатки, формируемые применением налогов на финансовый

результат и дополнительный доход для государства и компаний при проявлении факторов риска, рассмотрены в работе [15].

**Экология и энергетическая эффективность**

Необходимость обеспечения экологической безопасности объектов российского газового комплекса (особенно в охраняемых природных территориях и на арктическом шельфе) требует выполнения комплекса мероприятий:

– общее совершенствование требований законодательства в области экологической безопасности с устранением излишних административных барьеров и концентрацией на действительно важных методах;

– государственное стимулирование внедрения инновационных технологий, оказывающих минимальное воздействие на окружающую среду, при реализации различных проектов на российском арктическом шельфе;

– оценка возможности зачета затрат на природоохранные мероприятия как платы за негативное воздействие на окружающую среду.

**Геологоразведочные работы и расширенное воспроизводство минерально-сырьевой базы российской газовой отрасли**

Основой развития российской геологоразведки и расширения ресурсной базы являются стабильные налоговые условия, позволяющие реализовывать высокорискованные и затратные проекты поиска новых залежей углеводородов. В области нормативно-правового регулирования процесса предлагается внесение изменений, способствующих повышению экологической безопасности, импортнезависимости и технологического уровня объектов (табл. 1).

Таблица 1.

Совершенствование государственного регулирования геологоразведочных работ

Цели	Меры	Последствия
Природоохранная деятельность	Формирование национальных правил охраны труда, промышленной безопасности и экологии при реализации геологоразведочных проектов на арктическом шельфе России	Повышение экологической безопасности, снижение рисков. Необходимо дополнительное финансирование на мониторинг и содержание аварийных служб, которое несопоставимо с затратами на ликвидацию и расследование аварий с экологическими последствиями.
	Создание специализированных служб по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций в акваториях арктических морей	
	Совершенствование системы метеорологического информирования в районе арктического шельфа	
Формирование импортнезависимости	Государственная поддержка отечественных производителей техник и технологий для проведения геологоразведочных работ, особенно в части морских судов и прочих плавательных средств, оборудования для изучения месторождений на шельфе арктических морей	Возможно уменьшение доходов бюджета за счет уменьшения налогооблагаемой базы, требуется финансирование на поддержку отечественных производителей. В перспективе уменьшение доходов может быть компенсировано за счет развития российских организаций и роста налогооблагаемой базы.
	Предоставление возможности включения затрат на геологоразведку в совокупные затраты при расчете налога на прибыль	
	Формирование специализированных ликвидационных фондов	

Продолжение табл. 1

Цели	Меры	Последствия
Реконструкция и модернизация объектов	Создание условий для интенсификации выполнения работ по изучению недр	Необходимы расходы на развитие инфраструктуры и совершенствование технологических систем, которые могут быть компенсированы за счет роста налогооблагаемой базы по налогу на имущество, прибыль и пр., сопровождающую расширение производств.
	Развитие транспортной, промышленной и прочей инфраструктуры в зоне перспективных газоносных районов (в том числе арктического шельфа)	
	Снижение административных барьеров при проведении геологоразведки	
	Общее совершенствование систем связи, пограничного законодательства, навигационных средств, ледокольного флота для поддержки инициатив по разведке перспективных месторождений углеводородного сырья в шельфовой зоне	

### Магистральная транспортировка природного газа

В области налогового регулирования предприятий, обеспечивающих транспортировку природного газа, целесообразно внедрение следующих принципов:

- стимулирование реализации проектов по строительству магистральных газопроводов, ориентированных на экспортные поставки, и газопроводов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке;
- предоставление льгот по налогу на имущество для организаций, обеспечивающих транспортировку углеводородов от месторождений российского арктического шельфа до освоенных регионов.

Целью совершенствования тарифного регулирования является повышение справедливости тарифов на перекачку газа по магистральным газопроводам ПАО «Газпром», развитие системы транспортировки в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, учет современной геополитической ситуации (табл. 2).

Таблица 2.

Меры совершенствования тарифного регулирования в магистральной транспортировке

Восточная Сибирь и Дальний Восток	Освоенные регионы России
Реализация комплекса мероприятий для доведения тарифов до уровня, обеспечивающего рентабельность магистральной транспортировки в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока	Формирование единого тарифа на транспортировку природного газа для ПАО «Газпром» и независимых производителей исходя из затрат ПАО «Газпром» на перекачку по газопроводам ГТС ЕСГ
Формирование тарифов исходя из прогнозируемого уровня загрузки трубопроводов и удаленности новых газотранспортных мощностей от существующей инфраструктуры	Использование в расчетах совокупной товаротранспортной работы организаций Группы Газпром и независимых российских производителей природного газа
Учет капитальных и эксплуатационных затрат на строительство и эксплуатацию новых объектов трубопроводного транспорта	Учет направления транспортировки природного газа при поставках на экспорт: в Таможенный союз или прочие страны

### Подземное хранение природного газа

Государственная поддержка ПХГ в России заключается в следующих основных положениях, направленных на развитие системы для покрытия пиковых нагрузок в зимний период:

- снижение бюрократических барьеров при разработке и утверждении проектной документации на новое строительство и реконструкцию ПХГ за счет внесения соответствующих изменений в законодательные нормативные акты;
- введение сезонных коэффициентов стоимости природного газа для стимулирования строительства новых ПХГ;
- отдельная государственная поддержка программ по подземному хранению гелия, в основном в геологическом изучении подходящих для хранения пород.

### Производство и реализация СПГ

Производство и реализация СПГ являются важнейшим элементом диверсификации путей поставок природного газа. В связи с неразвитостью индустрии СПГ в России требуется дополнительная

государственная поддержка отрасли для повышения привлекательности использования СПГ и импортозамещения иностранных технологий, оборудования и материалов (табл. 3).

Таблица 3.

Совершенствование государственного регулирования в производстве и реализации СПГ

Цели	Меры	Последствия
Формирование импортонезависимости	Разработка механизмов поддержки отечественных аналогов импортных объектов для индустрии СПГ	Требуется государственное финансирование на поддержку национальных производителей, которое в перспективе может быть скомпенсировано увеличением налогооблагаемой базы по налогу на прибыль, имущество и пр., сопровождающее развитие отечественных организаций.
	Развитие механизмов государственной поддержки проектов в области СПГ на основе методов проектного финансирования с взвешенным подходом к формированию целевого уровня локализации производства	
	Развитие отечественных техник и технологий в специализированном морском транспорте СПГ, включая ледокольный флот, специализированные танкеры, портовую инфраструктуру	
Повышение привлекательности СПГ	Развитие систем связи, транспортной, промышленной и прочей инфраструктуры в зоне арктического шельфа	Необходимы расходы на развитие инфраструктуры и совершенствование технологических систем, которые могут быть компенсированы за счет снижения рисков при диверсификации путей поставок природного газа различным группам потребителей и роста налогооблагаемой базы по налогу на имущество, прибыль и пр., сопровождающую расширение отечественных производств.
	Стимулирование развития автомобильного и железнодорожного транспорта для перевозки СПГ в специализированных криогенных емкостях	
	Совершенствование пограничного и таможенного законодательства	
	Стимулирование автономной газификации в отдаленных территориях на основе СПГ	
	Разработка и утверждение специализированной программы по переводу транспортных средств на использование в качестве топлива СПГ	
	Создание технологий и оборудования для использования СПГ в качестве моторного топлива на стадиях НИР и ОКР	

Использование СПГ в качестве моторного топлива сегодня получает активное развитие. Например, на VII Петербургском международном газовом форуме подписано соглашение об использовании СПГ как топлива для локомотивов на железной дороге «Обская-Бованенково» [16].

**Переработка и реализация природного газа**

В области повышения эффективности использования природного газа необходим ряд мер государственной поддержки, выражающейся в:

- стимулировании рационального использования ценных компонентов природного газа за счет развития газохимии и производств глубокой переработки углеводородного сырья;
- поддержке разработки и внедрения в промышленность инновационных технологий, направленных на повышение энергетической эффективности технологических процессов;
- повышении общего уровня отечественных технологий и оборудования.

В области реализации природного газа важное место занимает проблема развития использования газа как моторного топлива в России. С учетом хороших экологических характеристик природного газа целесообразно использовать следующие принципы государственной поддержки:

- рекламная и имиджевая поддержка приобретения транспортных средств на сжиженном или компримированном природном газе;
- установление различных льгот по оплате парковки, проезда по дорогам, сниженного тарифа транспортного налога;
- льготное кредитование для транспортных и сельскохозяйственных организаций, направленное на перевод используемого транспортного парка на природный газ и/или покупку новой техники, работающей на природном газе.

С точки зрения системы ценообразования на природный газ имеет место ряд дисбалансов, для устранения которых необходимо государственное регулирование (табл. 4).

Таблица 4.  
Совершенствование тарифного регулирования в реализации природного газа

Принципы	Меры
Формирование регулируемых цен на природный газ исходя из необходимости обеспечения требуемой рентабельности бизнеса газовых компаний, позволяющих проводить полноценную модернизацию мощностей	Возможный переход в перспективе к свободному ценообразованию на природный газ с достижением равной целесообразности поставок газа на внутренний и внешние рынки
Использование сопоставления стоимости топлива различных видов с учетом его калорийности для расчета регулируемых цен на газ	Обеспечение равной доходности поставок природного газа промышленным потребителям и населению
Стимулирование повышения энергетической эффективности национальных производств, уход от искусственной схемы обеспечения конкурентоспособности отечественных производителей за счет низких издержек	Предоставление субсидий для малообеспеченных слоев населения, компенсирующих возросшую стоимость природного газа

Реализация механизмов, обеспечивающих выравнивание цен на внутреннем и внешних рынках, с целью недопущения снижения конкурентоспособности национальной экономики предполагает адресное субсидирование предприятий, выпускающих инновационную и/или социально значимую продукцию. Для организаций, обеспечивающих расширенную экспортоориентацию, необходимо предусмотреть возможность использования договорных цен.

### ВЫВОДЫ

Использование разработанных в настоящей работе рекомендаций по повышению эффективности государственного регулирования отдельных сегментов российской газовой отрасли способствует росту конкурентоспособности не только газовой промышленности или ТЭК, но и национальной экономики в целом. Большая доля газовой отрасли в национальном ВВП обуславливает необходимость поддержки и повышения эффективности этого сегмента [17].

Трудно переоценить роль государства в процессе повышения конкурентоспособности российской газовой отрасли. Основные положения данной статьи могут использовать как для дальнейших исследований в этом направлении, так и непосредственно для учета в национальной экономической политике.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Применение разработанных в статье мер не даст полноценный результат без повышения дисциплины по оплате природного газа [18]. Совершенствование этого направления возможно за счет оценки целесообразности поставок природного газа на условиях предварительной оплаты, введения системы штрафов за просрочку оплаты поставленных объемов природного газа, прекращения поставок газа системным неплательщикам при накоплении определенного долга.

Необходимы дальнейшие разработки как по определению конкретных механизмов внедрения предлагаемых в работе мер государственного регулирования, так и по совершенствованию платежной дисциплины российских и зарубежных потребителей газа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. BP Statistical Review of World Energy June 2017 [Электронный ресурс] / BP p.l.c. – Режим доступа: [https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf).
2. Понкратов, В.В. Ресурсный потенциал нефтегазовой отрасли промышленности России и стимулирование повышения эффективности его использования [Текст] / В.В. Понкратов // Экономика. Налоги. Право. – 2015. – № 3. – С. 94-101.
3. Цикин, А.М. Особенности обеспечения конкурентоспособности национальной экономики в условиях санкционного режима [Текст] / А.М. Цикин // Философия хозяйства. – 2016. – № 3. – С. 116-118.
4. Буравцов, И.А. Экономический анализ регулирования неравномерности потребления газа за счет подземных хранилищ и добычи газа [Текст] / И.А. Буравцов, В.Д. Зубарева // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2017. – № 3. – С. 9-13.

5. Статистика [Электронный ресурс]/ Министерство энергетики Российской Федерации. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic>.
6. ФСТ России. Газ [Электронный ресурс]/ Федеральная служба по тарифам. – Режим доступа: <http://www.fstrf.ru/activity/gas>.
7. Внутренний рынок газа: как выйти из модели «Бермудского треугольника»? [Электронный ресурс] / Фонд национальной энергетической безопасности, 2015. – Режим доступа: [http://www.pro-gas.ru/images/data/gallery/0\\_4997\\_\\_rinok\\_2015.pdf](http://www.pro-gas.ru/images/data/gallery/0_4997__rinok_2015.pdf).
8. Гордеев, Д.С. Теоретические и практические аспекты ценообразования на природный газ на внутреннем и внешнем рынках [Текст] / Д.С. Гордеев, Г.И. Идрисов, Е.М. Карпель // Вопросы экономики. – 2015. – № 1. – С. 80-102.
9. Внешние и внутренние факторы развития реального сектора экономики России (топливно-сырьевой комплекс и электроэнергетика) [Текст] / Ю.Н. Бобылев, В. Дашкеев, О.И. Изряднова и др. – М.: ИЭПП, 2002. – 159 с.
10. Дробышевский, С.М. Макроэкономические предпосылки реализации новой модели роста [Текст] / С.М. Дробышевский, С.Г. Синельников-Мурылев // Вопросы экономики. – 2012. – № 9. – С. 4-24.
11. Отчетность [Электронный ресурс] / ПАО «Газпром». – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/investors/disclosure/reports>.
12. Волков, Д.И. Куда ведет экономику трансформация газовой составляющей? [Текст] / Д.И. Волков, Е.Л. Логинов, О.Г. Чикова // Региональная экономика: теория и практика. – 2004. – № 3. – С. 34-37.
13. Баканов, Д.С. О содержании организационно-экономического механизма управления предприятиями газовой промышленности [Текст] / Д.С. Баканов, А.Ж.Е. Махметова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2011. – Т. 104, № 12. – С. 92-95.
14. Гольденберг, И.А. Проблемы институциональной реформы и регулирование естественной монополии [Текст] / И.А. Гольденберг // Проблемы прогнозирования. – 2002. – № 2. – С. 98-119.
15. Панчева, В.С. Совершенствование налогообложения добычи нефти и газа в России [Текст]: автореф. дис... канд. экон. наук / В.С. Панчева. – М.: ГУУ, 2015. – 24 с.
16. Локомотивы на железной дороге «Обская-Бованенково» будут использовать СПГ [Электронный ресурс] / ПАО «Газпром». – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/press/news/2017/october/article367580/>.
17. Российский статистический ежегодник – 2016 г. [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/year/year16.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/year/year16.rar).
18. Голубев, В.А. Основные направления развития газовой отрасли Российской Федерации [Текст] / В.А. Голубев // Энергетическая политика. – 2016. – № 4. – С. 14-22.

## ASPECTS OF STATE REGULATION OF RUSSIAN GAS INDUSTRY

Tsikin A.M.

Financial University under the Government of the Russian Federation, LLC «NIIGazeconomika», Moscow

**Annotation.** At present, the Russian natural gas market is experiencing structural imbalances caused by imperfect state regulation of the industry. In addition to the current regulatory problems, the gas industry faces new challenges stemming from changes in the resource base and the sanctions imposed by Western countries. The main directions of increasing the effectiveness of state regulation in the gas industry counteracting negative trends are investigated in this paper. The aim of the work was the development of scientifically grounded recommendations on increasing the competitiveness of the Russian gas industry through methods of state regulation. To achieve this goal, the general technological process has been decomposed to the main business segments and mechanisms for improving their activities have been proposed. As a result of the analysis, authorial approaches to improving the competitiveness of the gas industry have been developed. The results of the work can be used in the development of state programs to improve the competitiveness of the gas industry.

**Keywords:** gas industry; state regulation; competitiveness; economic policy.

## ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ЧАСТНЫХ И ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ

Швец И.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академия наук, 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, e-mail: i.y.shvets@mail.com

<sup>2</sup> Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 125993, г. Москва, Ленинградский пр-т, 49-55, e-mail: i.y.shvets@mail.com

**Аннотация.** В статье определены инструменты, которые позволили улучшить состояние инфраструктуры, и в случае целесообразности адаптированы для использования в России. Были рассчитаны потребности отдельных стран в инфраструктурных инвестициях, а также определено влияние уровня развитости институтов на структуру инвестиций (государственные и частные; прямые и портфельные). В разрезе отдельных видов инфраструктуры можно наблюдать, что реальный спрос России на инфраструктуру не будет в полной мере удовлетворен после реализации долгосрочных стратегий развития. Были построены модели для отслеживания связи между этим сроком в разных странах и показателями, количественно характеризующими уровень развития тех или иных институтов. На основе уравнений регрессии были построены следующие модели: срок удовлетворения текущего спроса за счет всех видов инфраструктурных инвестиций, срок удовлетворения текущего спроса за счет государственных инвестиций. С помощью этих моделей можно экстраполировать полученные результаты на страны, количественные оценки развитости институтов в которых известны, получив долгосрочные равновесные нормы инфраструктурных инвестиций в разрезе частных и государственных в процентах от ВВП. На основе построенных моделей и количественных исследований сформирован вывод о необходимости более тщательного, качественного рассмотрения особенностей инфраструктурного инвестирования как в развивающихся странах из вышеупомянутого списка, так и в развитых странах, характеризующихся высоким уровнем качества институтов, влияющих на эффективность инфраструктурных инвестиций. Недостатком предложенного подхода является то, что он позволяет оценить инвестиции в так называемые «greenfield» проекты.

**Ключевые слова:** управление, инвестиции, инфраструктура, развитие, экономический рост.

### ВВЕДЕНИЕ

Инфраструктурные инвестиции рассматриваются в качестве важнейшего инструмента создания условий для экономического развития и новых рабочих мест. Инвестиции в инфраструктуру – это идеальный путь перераспределения ресурсов и рабочей силы из стагнирующих секторов экономики в отрасли, способные обеспечить долгосрочный экономический рост. Государственные капиталовложения в инфраструктуру стимулируют частные инвестиции, реальный сектор экономики выигрывает вследствие сокращения издержек – транспортных, коммуникационных, энерго- и водоснабжения.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

В исследовании институциональных вопросов развития инфраструктуры внесли работы таких ученых, как А. Пезенти [1], П.Н. Розенштейн-Родана [2], П. Самуэльсона [3], А. Хиршмана [4], где подчеркнули, что доходы хозяйствующих субъектов зависят от состояния и уровня развития инфраструктуры. В своих работах У. Ростоу [5], Х. Зингер [6] описали наличие определенной зависимости между повышением эффективности экономики и величиной целевых инвестиций в развитие инфраструктуры, описали механизмы и инструменты развития отраслей инфраструктуры. Вопросы проектного финансирования, развития механизмов создания и управления инфраструктурных проектов, государственных программ развития инфраструктуры, государственно-частного партнерства посвящены труды А.Г. Исаева [7], Р.М. Нижегородцева, С.М. Никитенко, Е.В. Гоосена [8], Варнавского В.Г. [9]. Среди ученых, исследующих проблемы развития инфраструктуры, влияние на темпы экономического роста, эффективности инвестиционных вложений, следует отметить В.Б. Кондратьева [10], С. Боугхеаса, П. Деметриадеса, Т. Мамунеаса [11], С. Ледяева, М. Линдена [12], Е.А. Коломака [13], В.Г. Варнавского [14]. Актуальные проблемы развития инфраструктурного комплекса России, в том числе отраслевые аспекты, освещены в работах Л. Тропко [15], И.Ю. Швец, Ю.Ю. Швеца [16], Ю.А. Щербанина [17]. Вопросы развития инфраструктурного комплекса России в рамках пространственного развития, освещены в работах М.П. Комарова [18], П.А. Минакира [19], И.Ю. Швец, Ю.Ю. Швеца [20, 21], Н.И. Валеахметова, А.Н. Цацулина [22], Й. Броцкера, П. Рьетвелда [23]. Несмотря на значительный вклад ученых, глобализационные процессы, происходящие в мировой экономике, приводят к усилению конкуренции на международных рынках, что требует переосмысления



вопросов влияния инфраструктуры на темпы и устойчивость экономического роста и позволяет интерпретировать исследование в новом ключе.

### **ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Целью данной статьи является анализ взаимозависимости частных и государственных инфраструктурных инвестиций.

### **ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ**

Российская экономика перешла в острую фазу структурного экономического кризиса, связанного с исчерпанием потенциала сырьевой модели роста на фоне резкого снижения цен на нефть и иные сырьевые товары, составляющие основу экспорта нашей страны. В 2016 году негативные факторы в целом сохраняют свое влияние, а последующее экономическое развитие при сохранении текущей институциональной среды прогнозируется как независимыми экспертами, так и органами государственной власти в среднесрочной перспективе на уровне 0,2-0,4 п.п. ВВП, что явно не соответствует стратегическим интересам страны.

Для изменения данной ситуации необходимо проведение ряда структурных реформ в различных сферах экономики и социальной политики. Одна из основных задач данных изменений должна заключаться в создании условий, обеспечивающих реализацию инфраструктурных проектов, создающих значительные мультипликативные эффекты в экономике. Благодаря успешной реализации подобных проектов автоматически запускаются механизмы межотраслевого развития и последующего экономического роста.

Одним из важнейших вопросов, требующих научного осмысления, является запуск специальных механизмов развития и реализации инфраструктурных проектов, востребованных основными участниками финансового рынка (институциональными инвесторами, институтами развития, коммерческими банками и т.д.). Необходимость развития инфраструктуры отмечается во множестве научных исследований. Так, Всемирный банк пришел к выводу, что рост инвестиций в инфраструктуру на 10% приводит к увеличению темпов экономического роста в долгосрочной перспективе на 1 п.п. McKinsey на основе анализа эмпирических данных показал, что дополнительные инвестиции в инфраструктуру в размере 1% ВВП позволили создать 3,4 млн. новых рабочих мест в Индии и 1,3 млн. в Бразилии [24]. По экспертным расчетам социально-экономический эффект от инвестиций в инфраструктуру составляет 20%. Другими словами, каждый доллар, вложенный в инфраструктуру, позволяет увеличить ВВП на 20 центов. А некоторые инфраструктурные проекты способны давать отдачу в отношении 1 к 20 [25].

The Global Competitiveness Report 2015-2016, опубликованный по результатам исследования экономического состояния 140 стран, и определяющий национальную конкурентоспособность как способность страны и ее институтов обеспечивать стабильные темпы экономического роста, которые были бы устойчивы в среднесрочной перспективе, показал, что Россия имеет перманентные проблемы в ряде сфер деятельности, включая и проблемы развития инфраструктуры. Недостаточный объем инвестиций в инфраструктуру на протяжении последних 10-20 лет отбросил Россию на 103-е место в мире по показателю качества общественных институтов.

Важно провести оценку объема необходимых инфраструктурных инвестиций в зависимости от уровня экономического развития и степени развитости институтов. Выбранными критериями анализа является:

- быстрый рост объемов развития инфраструктуры;
- большие объемы внебюджетного развития инфраструктуры;
- развивающийся характер финансовых рынков, федеративный характер государства.

Данный подход позволил определить группы стран, которые обладая схожими с Россией параметрами развития, сумели за счет использования определенных механизмов привлечения инвестиций значительным образом улучшить ситуацию в развитии инфраструктуры. На основании полученных данных важно определить инструменты, которые позволили бы улучшить состояние инфраструктуры, и в случае целесообразности адаптированы для использования в России. При использовании эконометрической модели была рассчитана потребность отдельных стран в инфраструктурных инвестициях, а также определено влияние уровня развитости институтов на структуру инвестиций (государственные и частные; прямые и портфельные). Далее полученные результаты количественных исследований были использованы для определения перечня стран, для которых целесообразно проводить более детальное, качественное исследование процессов инфраструктурного инвестирования.

Используемый подход расчета потребностей инвестиций в инфраструктуру представлен на укрупненной блок-схеме (рис.1).

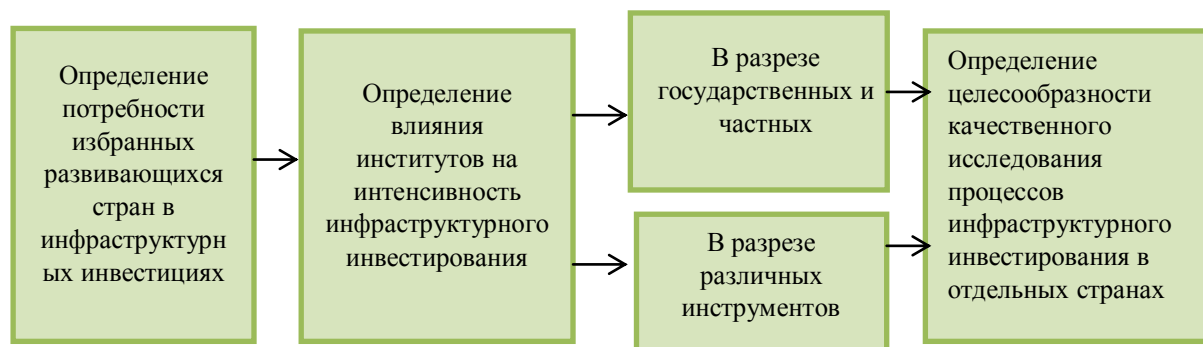


Рис. 1. Алгоритм определения потребностей в инфраструктуру

Рассмотрим транспортную инфраструктуру, энергетику и водоснабжение. Транспорт включает в себя автомобильные дороги (в км) и железные дороги (в км). Водоснабжение подразумевает число жителей городской или сельской местности, обеспеченное водопроводом. Энергетика рассматривается в разрезе обеспеченности жителей доступом к электроэнергии и душевом потреблении электричества (в кВтч в год). Спрос на доступ к электроснабжению, доступ к водоснабжению сельских и городских жителей считался, исходя из очевидной необходимости, обеспечить этими видами инфраструктуры всех граждан (100%).

Если физическая потребность той или иной экономики в том или ином виде инфраструктуры не может быть рассчитана напрямую (например, сколько километров автомобильных дорог требуется проложить модельной стране площадью 100 км<sup>2</sup> и населением в 10000 человек), то спрос на инфраструктуру считался функцией от населения страны и её площади, параметры которой определялись в эконометрической модели (таблицы 1-5).

На основе развитых стран, где спрос на эти виды был принят как удовлетворенный (Австрия, Бельгия, Канада, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Гонконг, Италия, Исландия, Япония, Люксембург, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Сингапур, Испания, Швеция, Швейцария, Великобритания, США), выводилась функция спроса страны на тот или иной вид инфраструктуры.

Были построены как линейные ( $D = D_0 + \alpha N + \beta S$ ), так и мультипликативные ( $D = D_0 * N^\alpha * S^\beta$ , на основе регрессии  $\ln D = \ln D_0 + \alpha \ln N + \beta \ln S$ ) модели для определения спроса на автомобильные дороги, железные дороги и электрические мощности (далее везде  $N$  – численность населения в чел.,  $S$  – площадь страны в км<sup>2</sup>). Во всех случаях мультипликативные модели характеризовались более высоким качеством, поэтому именно они были выбраны для дальнейших расчетов.

Функции спроса:

На железные дороги (в км):  $D = 0,012 * N^{0,5020} * S^{0,4158}$ , на основе уравнения регрессии:  
 $\ln D = -4,4336 + 0,5020 * \ln N + 0,4158 * \ln S; (0,8280)(0,0693)(0,0537)$

На автомобильные дороги (в км):  $D = 0,032 * N^{0,7754} * S^{0,2567}$ , на основе уравнения регрессии:  
 $\ln D = -3,4499 + 0,7754 * \ln N + 0,2567 * \ln S; (0,9432)(0,0828)(0,0638)$

На электрические мощности (в кВт):  $D = 336114 * N^{0,6512} * S^{0,1860}$ , на основе уравнения регрессии:

$$\ln D = 12,7252 + 0,6512 * \ln N + 0,1860 * \ln S; (0,8190)(0,0611)(0,0421)$$

Далее в эти функции подставлялись реальные значения площади и населения развивающихся стран. Разница между полученным модельным и фактическим значением трактовалась как неудовлетворенный спрос на инфраструктуру.

Спрос на инфраструктурные инвестиции определялся исходя из цен тех или иных элементов инфраструктуры, умноженных на спрос на эти виды инфраструктуры в натуральном выражении, рассчитанных исследователями, близкими к Всемирному банку, в исследовании Infrastructure Investment Demands in Emerging Markets and Developing Countries [26].

Спрос на автомобильные дороги в разрезе асфальтированных и неасфальтированных определялся исходя из целевого уровня асфальтированных дорог в 40% от общего числа дорог (пример Австралии). Таким образом, были получены значения потенциального спроса на инфраструктуру по ряду стран как в натуральном, так и в денежном выражении, а также в % от ВВП (таблица 6).

Таблица 1.  
Спрос на электрические мощности

Страна	Потребление электричества, кВтч на душу населения	Население, чел.	Площадь, км <sup>2</sup>	Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	Потребление электричества, кВтч	Мощность, кВт	Требуемое потребление, кВтч на душу населения	Требуемое увеличение потребления, кВтч на душу населения	Требуемое увеличение мощностей, кВт	Требуемые инвестиции в электроэнергию, млрд долл.
Аргентина	3 093	42 538 304	2 736 690	16	131 586 000 000	15 021 233	11 549	8 456	41 061 237	110,87
Австралия	10 134	23 117 353	7 682 300	3	234 268 000 000	26 742 922	17 311	7 177	18 939 916	51,14
Бразилия	2 529	204 259 377	8 358 140	24	516 634 000 000	58 976 484	8 223	5 694	132 763 964	358,46
Чили	3 879	17 575 833	743 532	24	68 175 000 000	7 782 534	12 337	8 458	16 969 392	45,82
Китай	3 762	1 357 380 000	9 388 211	145	5 106 568 000 000	582 941 553	4 340	578	89 551 617	241,79
Гвинея	382	26 164 432	227 540	115	10 003 000 000	1 141 895	8 615	8 233	24 590 180	66,39
Индия	765	1 279 498 874	2 973 190	430	978 821 000 000	111 737 557	3 577	2 812	410 774 022	1109,09
Индонезия	788	251 268 276	1 811 570	139	197 919 000 000	22 595 493	5 756	4 969	142 516 233	384,79
Малайзия	4 512	29 465 372	328 550	90	132 947 000 000	15 176 598	8 850	4 338	14 591 445	39,40
Мексика	2 087	123 740 109	1 948 950	64	254 529 000 000	29 055 822	7 467	5 410	76 421 130	206,34
Нигерия	142	172 816 517	910 770	190	24 518 000 000	2 798 838	5 772	5 630	111 062 697	299,87
Перу	1 270	30 565 461	1 280 000	24	38 811 000 000	4 430 479	11 252	9 983	34 831 375	94,04
Турция	2 789	75 010 202	769 630	97	209 222 000 000	23 883 790	7 484	4 695	40 201 039	108,54
Вьетнам	1 306	89 759 500	310 070	289	117 188 000 000	13 377 606	5 936	4 631	47 447 229	128,11
Россия	6 539	148 819 569 870	16 376 870	9	940 466 536 672	107 359 194	10 532	3 993	65 557 456	177,01
Боливия	705	10 561 887	1 083 300	10	7 449 226 456	850 368	15 804	15 098	18 203 914	49,15
Колумбия	1 177	47 791 393	1 109 500	43	56 255 556 101	6 421 867	9 375	8 198	44 725 615	120,76
Коста-Рика	1 935	4 757 606	51 060	93	9 299 020 637	1 061 532	11 825	9 871	5 360 906	14,47
Эквадор	1 333	15 902 916	248 360	64	21 201 096 253	2 420 216	10 418	9 085	16 492 138	44,53
Гватемала	555	16 015 494	107 160	149	8 889 221 676	1 014 751	8 888	8 333	15 234 761	41,13
Гондурас	721	7 961 680	111 890	71	5 740 197 280	655 274	11 434	10 713	9 736 301	26,29
Нидерланды	598	6 013 913	120 340	50	3 596 829 449	410 597	12 781	12 183	8 363 878	22,58
Панама	2 038	3 867 535	74 340	52	7 882 054 669	899 778	13 631	11 593	5 118 479	13,82
Парагвай	1 473	6 552 518	397 300	16	9 651 929 511	1 101 818	15 490	14 017	10 484 848	28,31
Эль-Сальвадор	915	6 107 706	20 720	295	5 388 526 658	637 960	9 165	8 250	5 751 846	15,53
Уругвай	2 985	3 419 516	175 020	20	10 207 468 515	1 165 236	16 686	13 701	5 348 374	14,44

Таблица 2.  
Обеспечение доступа к электричеству

Страна	Население, чел.	Доступ к электричеству, %	Необходимо обеспечить, чел	Требуемые инвестиции в обеспечение доступа к электричеству, млрд долл.
Аргентина	42 538 304	99,80	85 077	0,02
Австралия	23 117 353	100,00	0	0,00
Бразилия	204 259 377	99,50	1 021 297	0,26
Чили	17 575 833	99,60	70 303	0,02
Китай	1 357 380 000	100,00	0	0,00
Гана	26 164 432	64,06	9 402 827	2,35
Индия	1 279 498 874	96,00	51 179 955	12,79
Индонезия	251 268 276	78,70	53 520 143	13,38
Малайзия	29 465 372	100,00	0	0,00
Мексика	123 740 109	99,10	1 113 661	0,28
Нигерия	172 816 517	55,60	76 730 534	19,18
Перу	30 565 461	91,20	2 689 761	0,67
Турция	75 010 202	100,00	0	0,00
Вьетнам	89 759 500	99,00	897 595	0,22
Россия	143 819 569	100,00	0	0,00
Боливия	10 561 887	90,50	1 003 379	0,25
Колумбия	47 791 393	97,00	1 433 742	0,36
Коста-Рика	4 757 606	99,50	23 788	0,01
Эквадор	15 902 916	97,20	445 282	0,11
Гватемала	16 015 494	78,50	3 443 331	0,86
Гондурас	7 961 680	82,20	1 417 179	0,35
Никарагуа	6 013 913	77,90	1 329 075	0,33
Панама	3 867 535	90,88	352 896	0,09
Парагвай	6 552 518	98,20	117 945	0,03
Эль-Сальвадор	6 107 706	93,70	384 785	0,10
Уругвай	3 419 516	99,50	17 098	0,00

Таблица 3.  
Обеспечение водоснабжения

Страна	Урбанизация, %	Население, чел.	Обеспеченность сельского населения водопроводом, %	Обеспеченность городского населения водопроводом, %	Необходимо обеспечить сельчан, чел	Необходимо обеспечить горожан, чел	Требуемые инвестиции в водоснабжение, млрд долл.
Аргентина	91,6	42 538 304	100	99	0	425 383	0,10
Австралия	89,29	23 117 353	100	100	0	0	0,00
Бразилия	85,43	204 259 377	87	100	26 553 719	0	3,98
Чили	89,36	17 575 833	93,3	99,7	1 177 581	52 727	0,19
Китай	54,41	1 357 380 000	93	97,5	95 016 600	33 934 500	22,06
Гана	53,39	26 164 432	84	92,6	4 186 309	1 936 168	1,07
Индия	32,37	1 279 498 874	92,6	97,1	94 682 917	37 105 467	22,74
Индонезия	53	251 268 276	79,5	94,2	51 509 997	14 573 560	11,08
Малайзия	74,01	29 465 372	93	100	2 062 576	0	0,31
Мексика	78,97	123 740 109	92,1	97,2	9 775 469	3 464 723	2,26
Нигерия	46,94	172 816 517	57,3	80,8	73 792 653	33 180 771	18,70
Перу	78,29	30 565 461	69,2	91,4	9 414 162	2 628 630	2,02
Турция	72,89	75 010 202	100	100	0	0	0,00
Вьетнам	32,95	89 759 500	96,9	99,1	2 782 544	807 836	0,60
Россия	73,92	143 819 569	91,2	98,9	12 656 122	1 582 015	2,26
Боливия	68,11	10 561 887	75,6	96,7	2 577 100	348 542	0,47
Колумбия	76,16	47 791 393	73,8	96,8	12 521 345	1 529 325	2,23
Коста-Рика	75,92	4 757 606	91,9	99,6	385 366	19 030	0,06
Эквадор	63,52	15 902 916	75,5	93,4	3 896 214	1 049 592	0,83
Гватемала	51,12	16 015 494	86,8	98,4	2 114 045	256 248	0,38
Гондурас	54,14	7 961 680	83,8	97,4	1 289 792	207 004	0,24
Никарагуа	58,46	6 013 913	69,4	99,3	1 840 257	42 097	0,29
Панама	66,29	3 867 535	88,6	97,7	440 899	88 953	0,09
Парагвай	59,42	6 552 518	94,9	100	334 178	0	0,05
Эль-Сальвадор	66,26	6 107 706	86,5	97,5	824 540	152 693	0,16
Уругвай	95,15	3 419 516	93,9	100	208 590	0	0,03

Таблица 4.  
Спрос на железные дороги

Страна	Железных дорог, км	Население, чел.	Площадь, км2	Требуемая протяженность, км	Требуется проложить, км	Требуемые инвестиции в железные дороги, млрд долл.
Аргентина	25 023	42 538 304	2 736 690	38 087	13 064	15,68
Австралия	1 829	23 117 353	7 682 300	43 073	41 244	49,49
Бразилия	29 817	204 259 377	8 358 140	133 184	103 367	124,04
Чили	5 529	17 575 833	743 532	14 215	8 686	10,42
Китай	66 989	1 357 380 000	9 388 211	361 705	294 716	353,66
Гана	935	26 164 432	227 540	10 609	9 674	11,61
Индия	65 808	1 279 498 874	2 973 190	217 693	151 885	182,26
Индонезия	4 684	251 268 276	1 811 570	78 254	73 570	88,28
Малайзия	2 250	29 465 372	328 550	13 120	10 870	13,04
Мексика	26 704	123 740 109	1 943 950	56 469	29 765	35,72
Нигерия	3 505	172 816 517	910 770	48 722	45 217	54,26
Перу	2 020	30 565 461	1 280 000	23 523	21 503	25,80
Турция	10 087	75 010 202	769 630	29 879	19 792	23,75
Вьетнам	2 347	89 759 500	310 070	22 405	20 058	24,07
Россия	85 266	143 819 569	16 376 870	147 715	62 449	74,94
Боливия	2 866	10 561 887	1 083 300	12 873	10 007	12,01
Колумбия	3 154	47 791 393	1 109 500	27 741	24 587	29,50
Коста-Рика	568	4 757 606	51 060	2 422	1 854	2,22
Эквадор	967	15 902 916	248 360	8 569	7 602	9,12
Гватемала	784	16 015 494	107 160	6 063	5 279	6,34
Гондурас	790	7 961 680	111 890	4 346	3 556	4,27
Никарагуа	6	6 013 913	120 340	3 891	3 885	4,66
Панама	77	3 867 535	74 340	2 552	2 475	2,97
Парагвай	36	6 552 518	397 300	6 675	6 639	7,97
Эль-Сальвадор	555	6 107 706	20 720	1 887	1 332	1,60
Уругвай	3 050	3 419 516	175 020	3 425	375	0,45



Спрос на инфраструктуру определяется как тот объём вложений, который позволяет вывести ту или иную экономику на уровень развитой страны по обеспеченности упомянутыми видами инфраструктуры. Можно видеть, что в России он составляет 42,22% ВВП, что представляется достаточно средним значением (для сравнения: Австралия – 6,92%, Малайзия – 28,95%, Турция – 32,88%, Мексика – 43,36%, Бразилия – 48,88%, Нигерия – 134,05%, Индия – 146,74%).

В разрезе отдельных видов инфраструктуры можно наблюдать, что реальный спрос России на инфраструктуру не будет в полной мере удовлетворен после реализации долгосрочных стратегий развития. Так, выполнение Транспортной стратегии на период до 2030 года в отношении автомобильных и железных дорог позволит лишь на треть приблизиться к целевому значению для развитой страны (рис. 2, 3).

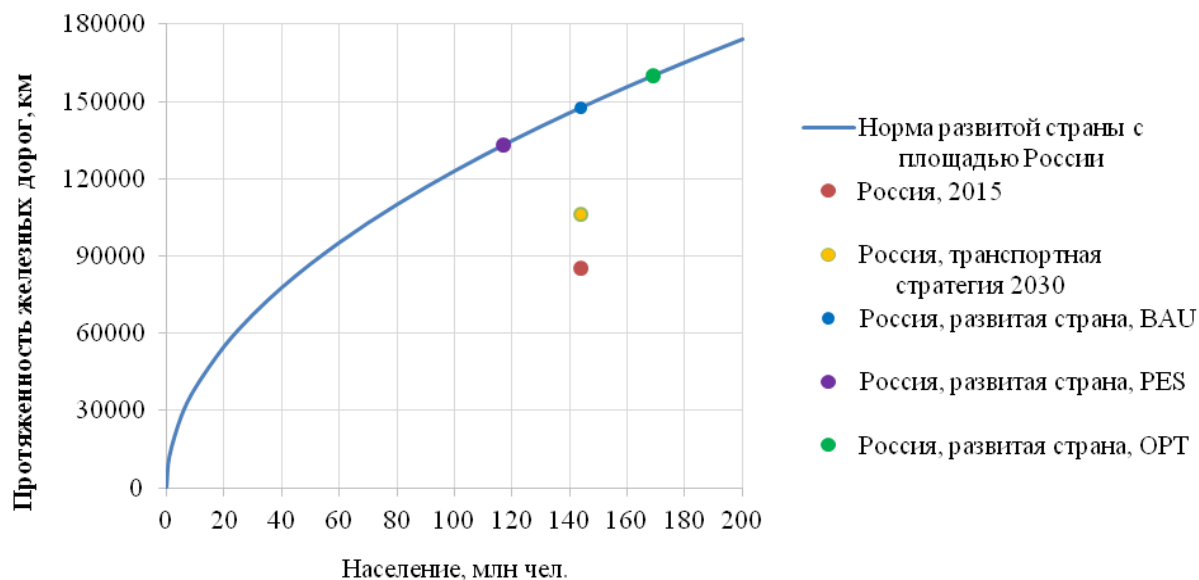


Рис. 2. Развитие железнодорожной инфраструктуры в России

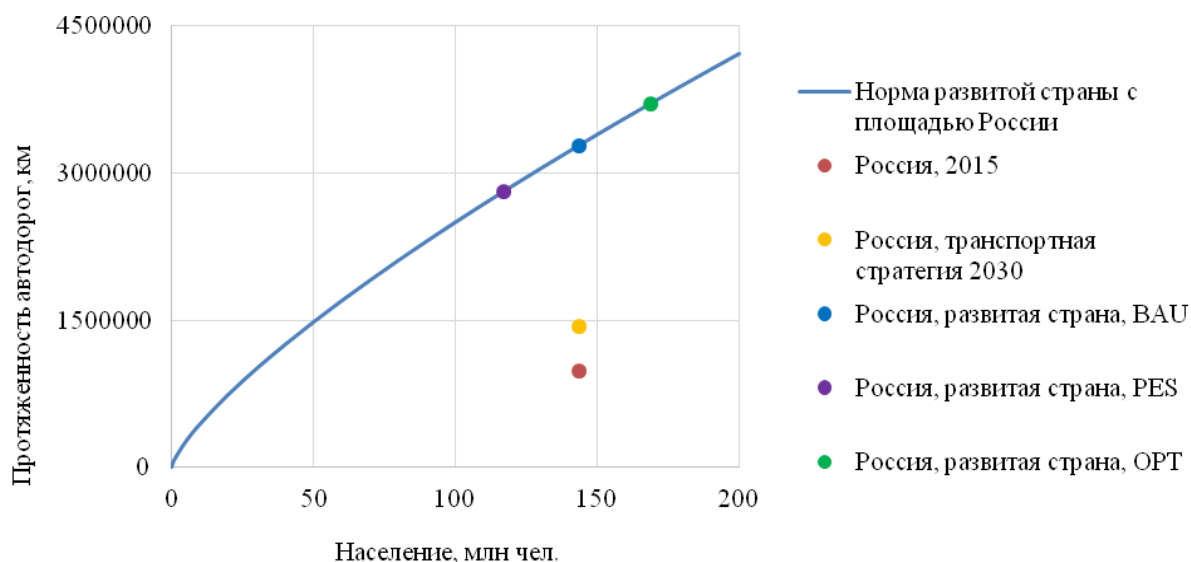


Рис. 3. Развитие автодорожной инфраструктуры в России

Данные о реальном объёме инфраструктурных инвестиций в разрезе государственных и частных по 16 странам Латинской Америки и Индии за 2008-2013 годы были получены из отчётов Inter-American Development Bank и Reserve Bank of Australia. Были рассчитаны показатели, характеризующие срок удовлетворения текущей потребности в инфраструктурных инвестициях: спрос на инфраструктурные инвестиции в процентах от ВВП делился на долю инфраструктурных инвестиций в ВВП ( $T=D/I$ ) (табл. 6).



Таблица 6.  
Совокупный спрос на инфраструктурные инвестиции

страна	Требуемый объем инфраструктурных инвестиций, млрд долл.						Требуемый объем инфраструктурных инвестиций, % ВВП					
	в строительство авто- дорог	в строительство железных дорог	в водоснабже- ние	в электрические магистраль- и	в обеспечение доступа к электричеству	итого	в строительстве авто- дорог	в строительстве железных дорог	в водоснабже- ние	в электри- ческие магистраль- и	в обеспечение доступа к электричест- ву	итого
Аргентина	148,8	15,7	0,1	110,9	0,0	275,5	27,6%	2,9%	0,0%	20,0%	0,0%	51,2%
Австралия	0,0	49,5	0,0	51,1	0,0	100,6	0,0%	3,4%	0,0%	3,2%	0,0%	6,9%
Бразилия	694,6	124,0	4,0	358,5	0,3	1 181,3	28,7%	5,1%	0,1%	14,8%	0,0%	48,8%
Чили	59,0	10,4	0,2	45,8	0,0	115,5	22,8%	4,0%	0,0%	17,5%	0,0%	44,7%
Китай	2 629,8	333,7	22,1	241,8	0,0	3 247,3	25,4%	3,4%	0,0%	2,3%	0,0%	31,6%
Гаяна	58,2	11,6	1,1	66,4	2,4	139,6	15,0%	3,0%	2,7%	17,9%	6,0%	36,1%
Индия	1 679,1	182,3	22,7	1 109,1	12,8	3 006,0	8,9%	8,9%	1,1%	54,1%	0,6%	146,7%
Индонезия	520,0	88,3	11,1	384,8	13,4	1 017,5	58,3%	9,9%	1,2%	43,3%	1,5%	114,5%
Малайзия	45,1	13,0	0,3	39,4	0,0	97,9	13,3%	3,8%	0,0%	11,6%	0,0%	28,9%
Мексика	316,8	35,7	2,3	206,3	0,3	561,4	24,7%	2,7%	0,1%	15,9%	0,0%	43,6%
Нигерия	370,1	54,3	18,7	299,9	19,2	762,1	65,0%	9,5%	3,2%	52,5%	3,7%	134,0%
Перу	110,5	25,8	2,0	94,0	0,7	243,1	54,5%	12,7%	1,0%	46,4%	0,3%	115,0%
Турция	130,2	23,8	0,0	108,5	0,0	262,5	16,3%	2,9%	0,0%	13,9%	0,0%	32,8%
Вьетнам	152,2	24,1	0,6	128,1	0,2	305,2	81,7%	12,9%	0,3%	68,8%	0,1%	163,8%
Россия	531,3	74,9	2,3	177,0	0,0	785,5	28,5%	4,0%	0,1%	9,5%	0,0%	42,2%
Боливия	51,4	12,0	0,5	49,2	0,3	113,2	155,6%	36,3%	1,4%	148,9%	0,7%	343,1%
Колумбия	132,6	29,5	2,2	120,8	0,4	285,4	35,1%	7,8%	0,5%	31,9%	0,0%	75,6%
Коста-Рика	7,8	2,2	0,1	14,5	0,0	24,6	15,7%	4,4%	0,1%	29,2%	0,0%	49,6%
Эквадор	43,0	9,1	0,8	44,5	0,1	97,6	42,6%	9,0%	0,8%	44,1%	0,1%	96,7%
Гватемала	36,4	6,3	0,4	41,1	0,9	85,1	61,9%	10,7%	0,6%	69,2%	1,4%	144,7%
Гонконг	21,7	4,3	0,2	26,3	0,4	52,8	111,7%	22,0%	1,2%	135,6%	1,8%	272,4%
Израиль	17,6	4,7	0,3	22,6	0,3	45,5	148,9%	39,4%	2,4%	191,2%	2,8%	384,9%
Панама	9,8	3,0	0,1	13,8	0,1	26,8	21,2%	6,4%	0,1%	29,9%	0,1%	57,9%
Парагвай	25,2	8,0	0,1	28,3	0,0	61,5	81,5%	25,8%	0,1%	91,6%	0,0%	199,3%

Были построены модели для отслеживания связи между этим сроком в разных странах и показателями, количественно характеризующими уровень развития тех или иных институтов. Для этого были использованы данные Heritage Foundation, World Governance Indicators (WGI), Global Competitiveness Report и BMI Research Group.

Методом последовательного исключения наименее значимых факторов было установлено, что лучше всего различия в сроках удовлетворения текущего спроса на инвестиции объясняются различиями в показателе верховенства закона (Rule of Law, рассчитываемый в базе данных WGI), который включает в себя защищенность прав частной собственности, степень развитости и независимости арбитражных судов, а также общий уровень преступности. На основе уравнений регрессии были построены следующие модели:

Срок удовлетворения текущего спроса за счет всех видов инфраструктурных инвестиций:

$$\ln \frac{D}{PI + GI} = 2,9547 - 0,8269 * Rule\ of\ law; (0,1310)(0,1656)$$

Срок удовлетворения текущего спроса за счет государственных инвестиций:

$$\ln \frac{D}{GI} = 3,3739 - 0,7827 * Rule\ of\ law; (0,1666)(0,2105)$$

С помощью этих моделей можно экстраполировать полученные результаты на страны, количественные оценки развитости институтов в которых известны, получив долгосрочные равновесные нормы инфраструктурных инвестиций в разрезе частных и государственных в процентах от ВВП. Под «равновесной нормой инфраструктурных инвестиций» принимается такой объем капитальных вложений в инфраструктурные проекты, который способен быть продуктивно усвоен экономикой при данном уровне развития институтов (т.е. быть не только вложенным, «освоенным», но и воплощенным в реальные активы, способствующие удовлетворению спроса на инфраструктуру и экономическому росту, соответственно). Была сделана проверка модели на стране, не включенной в изначальную выборку, – Индии. Модель предсказывает долгосрочную равновесную норму инфраструктурных инвестиций в 7,3% ВВП, что совпадает с реальным значением (таблица 6).

Долгосрочная равновесная норма инфраструктурных инвестиций в России была определена как 1,17% ВВП (из которых 0,80% ВВП государственных инвестиций и 0,37% ВВП частных). На первый взгляд, это не согласуется с долгосрочным прогнозом, предложенным в обзоре Газпромбанка (оценивающим этот показатель в 2,6% в 2016 году и в 2,3% в 2020 году [27]).

Тем не менее, далее в этом же прогнозе показано, как разительно отличаются прогнозы инфраструктурных инвестиций на основе расчетов ФЦП и Газпромбанка на примере портовой отрасли – к 2020 году оценки Газпромбанка становятся ниже оценок ФЦП почти в 3 раза. Наконец, имеет место быть предположение, что значительная часть инфраструктурных инвестиций в российской экономике на сегодняшний день используется не вполне эффективно – на это указывают отрицательные темпы роста застроек в России (показатель, используемый BMI Research Group для анализа динамики развития инфраструктуры) в 2015 и 2016 году. Таким образом, можно сформировать утверждение об оправданности пессимистичного прогноза и о недооценке институциональных проблем российской экономики большинством прогнозов. Столь разительные отклонения модельных значений уровня инфраструктурных инвестиций от прогнозов могут также свидетельствовать о необходимости дальнейшей доработки модели и включения некоторых факторов, учитывающих российскую специфику. Тем не менее, неоптимальность и недостаточность равновесных 1,17% ВВП инфраструктурных инвестиций, которые модель предсказывает, очевидна, что говорит о необходимости институциональных преобразований.

Предложенная модель также позволяет оценить целевой уровень развития институтов для достижения того или иного объема инфраструктурных инвестиций. Так, чтобы достичь прогнозного значения Газпромбанка (2,6%), необходимо значительно улучшить инвестиционный климат России в части прав собственности, арбитража и уровня преступности («Верховенство закона», по методологии WGI, необходимо увеличить до значения 0,20, что сопоставимо с Хорватией, Саудовской Аравией или ЮАР). Для достижения же цели в 4% ВВП показатель Ruleoflaw должен составить 0,72 – уровень Латвии, Литвы, Польши и Макао.

Таблица 7. Прямые и портфельные инфраструктурные инвестиции

	Частные прямые в водоснабжение, млрд долл.	Частные прямые в транспорт, млрд долл.	Частные прямые в энергетику, млрд долл.	Итого частные прямые, млрд долл.	Частные, % ВВП	Частные прямые, % ВВП	Портфельные, % ВВП
Аргентина	0,000	0,533	0,773	1,31	0,60%	0,24%	0,36%
Бразилия	1,497	10,412	16,909	28,82	1,70%	1,19%	0,51%
Чили	0,772	0,627	1,450	2,85	1,70%	1,10%	0,60%
Мексика	0,394	2,031	0,993	3,42	0,70%	0,26%	0,44%
Перу	0,272	0,817	1,234	2,32	1,50%	1,15%	0,35%
Боливия	0,000	0,000	0,010	0,01	0,40%	0,03%	0,37%
Колумбия	0,129	1,235	0,524	1,89	0,70%	0,50%	0,20%
Коста-Рика	0,000	0,017	0,105	0,12	0,60%	0,25%	0,35%
Эквадор	0,000	0,000	0,112	0,11	0,60%	0,11%	0,49%
Гватемала	0,007	0,000	0,411	0,42	1,10%	0,71%	0,39%
Гондурас	0,000	0,230	0,142	0,37	2,80%	1,92%	0,88%
Никарагуа	0,000	0,000	0,166	0,17	2,20%	1,41%	0,79%
Панама	0,000	0,113	0,243	0,36	1,30%	0,77%	0,53%
Парагвай	0,058	0,000	0,000	0,06	0,50%	0,19%	0,31%
Эль-Сальвадор	0,000	0,000	0,008	0,01	0,70%	0,03%	0,67%
Уругвай	0,000	0,000	0,283	0,28	0,80%	0,49%	0,31%
Россия	0,014	1,383	4,465	6,63	0,37%	0,32%	0,05%
Индия	0,088	11,731	17,674	29,49	2,51%	1,44%	1,07%

Также была построена эконометрическая модель взаимозависимости частных и государственных инфраструктурных инвестиций (в % ВВП). Теоретически, может наблюдаться как вытеснение (*crowding-out effect*) частных инвестиций государственными (за счет осуществления государством проектов, которые и так привлекательны для частных инвесторов и предпринимателей и за счет эффекта повышения процентных ставок в результате наращивания бюджетных расходов), так и синергетический эффект (реализация масштабных инфраструктурных проектов общественным сектором имеет значительные позитивные экстерналии, обеспечивает мультипликативный эффект и снижает многие виды издержек, что делает более мелкие частные проекты прибыльными и инвестиционно-привлекательными). Таким образом, характер этой взаимосвязи и факторы, обуславливающие ее, должны быть определены эмпирически.

Изначально предполагалось, что модель должна иметь следующий вид:

$$PI = f_1(D, institutions_1) + GI * f_2(institutions_2)$$

То есть, частные инвестиции в инфраструктуру зависят как от некоторого базового спроса на инфраструктуру и набора институтов, так и от государственных инвестиций, причём степень и теснота последней связи (преобладание вытеснения или синергии) зависит от другого набора институтов.

Методом последовательного исключения наименее значимых факторов было определено, что первый набор институтов связан с правами собственности (в более узком их определении Heritage Foundation), а второй – с открытостью и развитием финансовых рынков (показатель, рассчитываемый в Global Competitiveness Report). В итоге, модель приняла следующий вид:

$$PI = 0,0061 * D + 0,0002 * Property + G(-0,9143 + 0,2055 * Financial)$$

$$(0,0018)(0,0001)(0,4644) (0,1091)$$

Таким образом, для продуктивного взаимодействия частного и государственного сектора в инфраструктурных отраслях нужны развитые институты, гарантирующие права инвесторов как в реальном, так и в финансовом секторе. Для России коэффициент вытеснения равен -0,19 (для сравнения: Аргентина – -0,46; Бразилия – -0,09; Чили – 0,04; Панама – 0,10) (Приложение 3). Это означает, что в среднем 5 руб. государственных инфраструктурных инвестиций в России вытесняют 1 рубль частных. Для устранения этого эффекта необходимо увеличить коэффициент развитости финансовых рынков с 3,53 до 4,45, до уровня Бахрейна и Бельгии (т.е. подняться с 95 места в мире по этому показателю на 32).

Для определения структуры инфраструктурных инвестиций в отношении прямых и портфельных был применен метод прямого счета – из частных инфраструктурных инвестиций вычитались частные прямые инфраструктурные инвестиции (данные Всемирного банка по трем рассматриваемым секторам – транспорт, энергетика и водоснабжение), таким способом находились частные портфельные инфраструктурные инвестиции (таблица 7). Структура портфелей инфраструктурных институциональных инвесторов в разрезе государственных облигаций, корпоративных облигаций и займов в наиболее развитых латиноамериканских странах рассчитана BBVA Research.

Далее были построены простые однофакторные модели, способные оценить структуру портфельных инфраструктурных инвестиций в той или иной стране (долю гособлигаций и долю корпоративных облигаций). Доля государственных облигаций оказалась в сильной обратной связи с институтом доступности кредитования (*Ease of access to loans*, показатель считается в Global Competitiveness Report), а доля корпоративных облигаций растёт вместе с долей портфельных инфраструктурных инвестиций в ВВП.

$$GB = 1,3884 - 0,3533 * Loans; (0,0762)(0,0250)$$

$$CB = 63,5831 * Portfolio; (5,3757)$$

Согласно данным OECD, сейчас на мировом финансовом рынке обращаются 2,6 трлн. долл. долговых инфраструктурных ценных бумаг и 0,9 трлн. долл. долевого. Соответственно, доля долговых ценных бумаг в портфельных инфраструктурных инвестициях в среднем по миру составляет 74%. Для латиноамериканских стран это значение гораздо ближе к 50%, а оценки, полученные для России, говорят о рациональности именно долевого инвестирования в инфраструктуру. Можно предположить, что это связано с коренными различиями в характере инфраструктурных проектов, которые реализуются в странах с различным уровнем общего развития экономики и институциональной среды.

## ВЫВОДЫ

На основе построенных моделей и количественных исследований сформирован вывод о необходимости более тщательного, качественного рассмотрения особенностей инфраструктурного инвестирования как в развивающихся странах из вышеупомянутого списка, так и в развитых странах, характеризующихся высоким уровнем качества институтов, влияющих на эффективность инфраструктурных инвестиций. Недостатком предложенного подхода является то, что он позволяет оценить инвестиции в так называемые «greenfield» проекты. Для устранения данного недостатка эконометрическая модель была дополнена показателем стоимости основных фондов и объемом ВВП. По оценке McKinsey, рыночная стоимость инфраструктурных активов должна составлять порядка 70% ВВП (в России – 60%). Такой объем инвестиций в инфраструктуру (при определенном уровне степени развитости институтов) позволяет получать положительные темпы роста ВВП. В случае превышения данного показателя в долгосрочной перспективе экономика не будет находить внутри своей системы ресурсов для обновления инфраструктуры и это приведет к снижению темпов ее роста. В соответствии с этим в качестве эталона была определена стоимость инфраструктурных активов в 70% ВВП. Данный показатель отражает в определенной степени объем «brownfield» проектов. Достижение данного показателя может свидетельствовать о решении задач инфраструктурного развития. Разница между фактическим значением стоимости инфраструктурных активов и эталонным значением (с учетом прогноза желаемых темпов роста экономического развития) будет отражать необходимую величину инвестиций. Учитывая, что построенная инфраструктура рано или поздно нуждается в своем обновлении, то, принимая во внимание средний срок обновления и стоимость инфраструктурных активов, можно оценить объем необходимых инвестиций исходя из среднего объема замещаемых инвестиций. Важно отметить, что полученные оценки показали зависимость от полученных ранее оценок для проектов «greenfield» и выборка стран для дальнейшего анализа является справедливой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пезенти, А. Очерки политической экономики капитализма [Текст] / А. Пезенти. – М.: Прогресс, 1976. – 885 с.
2. Rosenstein-Rodan, P.N. The Notes of the Theory of the «Big Push» in Economic Development for Latin America. Proceedings of a Conference held by the International Economic Association / P.N. Rosenstein-Rodan. – London, New York: Palgrave Macmillan, 1961. – pp. 57-81.
3. Самуэльсон, П.А. Экономика: Пер. с англ. [Текст] / П.А. Самуэльсон, В.Д. Нордхаус – М.: БИНОМ, 1997. – 860 с.
4. Hirschman, A.O. The Strategy of Economic Development / A.O. Hirschman. – New Haven: Yale University Press, 1961. – 217 p.
5. Ростой, В.В. Стадии экономического роста [Текст] / В.В. Ростой / Пер. с англ. В.П. Марченко. – Нью-Йорк: Прегер, cop. 1961. – 236 с.
6. Singer, H.W. The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries. In The Strategy of International Development: Essays in the Economics of Backwardness / H.W. Singer. – London: Macmillan, 1975. – 248 p.
7. Исаев, А.Г. Государственные капиталовложения как детерминанты экономического роста российских регионов [Текст] / А.Г. Исаев // Регионалистика. – 2014. – № 4. – С. 61-72
8. Нижегородцев, Р.М. Государственно-частное партнерство в инновационной сфере: мировой опыт и перспективы России [Текст] / Нижегородцев Р.М., Никитенко С.М., Гоосен Е.В. и др.; Российская академия наук, Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова РАН и др. – Кемерово: Сибирская изд. группа, 2012. – 482 с.
9. Варнаровский, В.Г. Государственно-частное партнерство / В.Г. Варнаровский. Том 1-2. – М.: ИМЭМО, 2009. – 312 с.
10. Кондратьев, В.Б. Инфраструктура и экономический рост [Текст] / В.Б. Кондратьев // Мировая экономика и международные отношения. – 2011. – № 11. – С. 18–24.
11. Bougheas, S. Infrastructure, Specialization, and Economic Growth / S. Bougheas, P. Demetriades, T. Mamuneas // Canadian Journal of Economics. – 2000. – Vol. 33. No. 2. – Pp. 506-522.
12. Ledyeva, S. Determinants of Economic Growth: Empirical Evidence from Russian Regions / S. Ledyeva, M. Linden // The European Journal of Comparative Economics. – 2008. – Vol. 5. – No. 1. – Pp. 87-105.
13. Коломак, Е.А. Эффективность инфраструктурного капитала в России [Текст] / Е.А. Коломак // Журнал новой экономической ассоциации. – 2011. – № 10. – С. 74-93.

14. Варнавский, В.Г. Риски частных инвестиций в производственную инфраструктуру России [Текст] / В.Г. Варнавский // МЭМО. – 2004. – № 5. – С. 74-82.
15. Тропко, Л. Магистральные трубопроводы сегодня и завтра [Текст] / Л. Тропко // Нефтегазовая вертикаль. – 2003. – № 11. – С. 12-16.
16. Швец, И.Ю. Региональный механизм управления развитием сферы туризма: Монография. [Текст] / И.Ю. Швец, Ю.Ю. Швец. – М.: Издательство «ОнтоПринт», 2016. – 500 с.
17. Щербанин, Ю.А. Транспорт и экономический рост: взаимосвязь и влияние / Ю.А. Щербанин // Евразийская экономическая интеграция. – 2011. – № 3 (12). – С. 65–78.
18. Комаров, М.П. Инфраструктура регионов мира [Текст] / М.П. Комаров. – СПб.: Издательство Михайлова В.А., 2000. – 350 с.
19. Минакир, П.А. Государственная программа и новая модель управления Дальним Востоком и Байкальским регионом [Текст] / П.А. Минакир // Russia's Regional Development Plans and International Cooperation (The 8th KIEP – ERI Seminar. 13 June. 2013). Seoul: Korea Institute for International Economic Policy, 2013. – Pp. 13–20.
20. Швец, И.Ю. Управление пространственным развитием региона. Монография. [Текст] / И.Ю. Швец, Ю.Ю. Швец. – М.: Онтопринт, 2016. – 402 с.
21. Швец, И.Ю. Размещение производительных сил и регионалистика РФ [Текст] / И.Ю. Швец, Ю.Ю. Швец. – Симферополь: Диайпи, 2013. – 361 с.
22. Валеахметов, Н.И. Создание регионального кластера как способ экономического развития территории [Текст] / Н.И. Валеахметов, А.Н. Цацулин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2009. – № 4 (81). – С. 281-288.
23. Brocker, J. Infrastructure and Regional Development / J. Brocker, P. Rietveld // Handbook of Regional Growth and Development Theories / Edited by R. Capello, P. Nijkamp. Edward Elgar, 2009. – Pp. 152–181.
24. Официальный сайт международной консалтинговой компании McKinsey & Company [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mckinsey.com>, свободный (дата обращения: 28.09.2017).
25. Woetzel, J. Bridging Global Infrastructure Gaps / Woetzel J., Garemo N., Mischke J., Hjerpe M., Palter R. // McKinsey Global Institute. – June 2016. – p. 2.
26. Infrastructure Investment Demands in Emerging Markets and Developing Countries [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ssrn.com/abstract=2662278>.
27. Инфраструктура России. Инвестиции сократить нельзя увеличить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gazprombank.ru/upload/iblock/482/GPB\\_Infrastructure\\_update\\_250615.pdf](http://www.gazprombank.ru/upload/iblock/482/GPB_Infrastructure_update_250615.pdf).

## MUTUAL DEPENDENCE OF PRIVATE AND STATE INFRASTRUCTURAL INVESTMENTS INFLUENCE ON ECONOMIC GROWTH

Shvets I. Yu.

Institute for Management Issues VA Trapeznikov Russian Academy of Sciences, Moscow  
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

**Annotation.** The article identifies certain tools that have made it possible to improve the state of the infrastructure and, if appropriate, adapted for use in Russia. The needs of individual countries for infrastructure investments were calculated, and the influence of the level of institutional development on the structure of investments (public and private, direct and portfolio) was determined. In the context of certain types of infrastructure, one can observe that Russia's real demand for infrastructure will not be fully satisfied after the implementation of long-term development strategies. Models were developed to monitor the relationship between this time in different countries and indicators that quantitatively characterize the level of development of certain institutions. On the basis of the regression equations, the following models were constructed: the term for satisfying the current demand due to all types of infrastructure investments, the term for satisfying current demand at the expense of state investments. With the help of these models, it is possible to extrapolate the results obtained to the countries, the quantitative assessments of the development of the institutes that are known by obtaining long-term equilibrium norms of infrastructure investments in terms of private and public as a percentage of GDP. On the basis of constructed models and quantitative studies, the conclusion is drawn on the need for more thorough, qualitative consideration of the features of infrastructure investment in developing countries from the above list, as well as in developed countries characterized by a high level of quality of institutions that affect the efficiency of infrastructure investments. The disadvantage of the proposed approach is that it allows you to evaluate investments in so-called "greenfield" projects.

**Keywords:** management, investment, infrastructure, development, economic growth.

## Раздел 5. Региональные проблемы природопользования

УДК 550.343

### ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ И РИСКА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Пустовитенко Б.Г.<sup>1</sup>, Лущик А.В.<sup>2</sup>, Иваненко Т.А.<sup>3</sup>, Сухорученко С.К.<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup> ГАУ РК «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений», г. Симферополь, ул. Киевская, 81

<sup>2,3</sup> Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение) ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail AVLuschnik@mail.ru

**Аннотация.** Приведены результаты картирования сейсмической (первичной) и геологической (вторичной) опасностей, необходимые для расчета сейсмического регионального риска на территории Крыма.

**Ключевые слова:** сейсмическая опасность, грунтовые условия, вторичные эффекты, сейсмический риск

#### ВВЕДЕНИЕ

Исследования выполнялись по заданиям «Программы развития строительной отрасли Республики Крым (РК) на 2015 – 2017 годы», утвержденной Постановлением Совета министров РК № 647 от 30 декабря 2014 года и согласно Приказу Министерства Архитектуры и строительства РК от 28.01.2016 г., №23. Цель этих работ – оценка регионального сейсмического риска для территории РК, которая соответствует основным задачам Федеральной целевой программы «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009 – 2018 годы» (Программа). В Программе указывается на невозможность решения поставленных задач без сейсмического районирования и оценки риска на исследуемых территориях. Поэтому, являются актуальными выполненные исследования:

- оценка региональных сейсмических опасностей, вероятного ущерба от катастрофического землетрясения для определения сейсмического риска.
- создание региональной картографической модели сейсмического риска в масштабе 1:500 000.

Работы по оценке регионального сейсмологического риска, выполнялись впервые коллективом специалистов по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений, рациональному природопользованию при строительстве эксплуатации природно-технических систем (ПТС), инженерной геологии, гидрогеологии под общим руководством и при непосредственном участии Б.Г. Пустовитенко, главного научного сотрудника Крымского экспертного совета по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений.

#### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

В X-том томе Российской архитектурно-строительной энциклопедии «Безопасность строительства, надежность зданий и сооружений» приводится краткий анализ различных подходов к созданию моделей сейсмического риска и отмечается, что: «Важные факторы сейсмического риска весьма специфичны в каждом регионе, городе, населенном пункте. В одном городе главным фактором риска являются постройки низкого качества, низкой сейсмостойкости. В другом городе главным фактором риска может быть наличие одного опасного объекта, частичное или полное сейсмическое разрушение, которого может явиться важнейшим фактором риска...» [1].

В этой же работе отмечается, что к факторам, вносящим основной вклад в сейсмический риск относятся:

Экономические потери от разрушения несущих и ненесущих конструкций, от пожаров:

- человеческие потери – гибель, травматизм людей, потеря крова,
- потери элементов жизнеобеспечения, коммуникаций, транспорта,
- время и стоимость спасательных операций,
- время и стоимость оказания медицинской помощи,
- время и стоимость восстановительных работ.

В различных городах (регионах) удельный вес отдельных факторов при оценке сейсмического риска, а также при разработке стратегии и Программы снижения риска, может быть различным.

В обзорах теоретических, методических результатов исследований и разнотипных моделей оценки сейсмического риска, приведенных в работе [1], отмечается, что «сейсмический риск» можно определить, как вероятность неблагоприятных последствий сейсмической деятельности природы. В тоже время конкретный смысл, вкладываемый исследователями в понятие «сейсмический риск», различный. Например, в работах американского проф. А. Корнелла понятие «сейсмический риск» отождествляется с вероятностью проявления в исследуемом регионе землетрясений определенной интенсивности за конкретный период времени. В работах ЦНИИСК, ИФЗ АН СССР и др. понятие «*сейсмический риск*» обосновывается как вероятность разрушения объектов экономики и сооружений. Авторы этих работ предполагают, что при отсутствии каких-либо сооружений, проживания людей на территории, где произошло сильное землетрясение, риск отсутствует (нет угрозы жизни и здоровью людей, сохранности исторических и материальных ценностей, как бы нет убытка), поэтому отсутствует и «сейсмическая опасность». Однако, с этим трудно согласиться, потому что при любом сильном землетрясении происходят нарушения экологических функций литосферы и в первую очередь ресурсной и геодинамической, наносится ущерб природной среде и не только на «сегодня», а на определенный промежуток времени и может в будущем непосредственно влиять на условия жизнедеятельности человека. Справедливо, что в большинстве вариантов при *оценке «сейсмического риска»*, на различных уровнях, учитываются природные факторы, определяющие этот риск, т.е. при оценках «*сейсмического риска*» необходимо учитывать влияние, прежде всего, на состояние геологической среды и развитие опасных геологических процессов. При сильных землетрясениях в первую очередь нарушается ресурсная функция литосферы [2-4; 7] и требуются определенные затраты на ее восстановление. Поэтому, при оценках регионального сейсмического риска, необходимо оценивать всю территорию исследуемого региона (экономической области и др.). В работах А.Л. Рогозина, В.Г. Алказа, Г.Л. Коффа, Я.М. Айзенберга, А.И. Неймана [1-6] и обзорах теоретических, методических результатов исследований, разнотипных моделей оценки сейсмического риска, приведенных в работе [1], отмечается, что «сейсмический риск» можно определить, как вероятность неблагоприятных последствий сейсмической деятельности природы. В тоже время конкретный смысл, вкладываемый исследователями в понятие «сейсмический риск», различный. Например, в некоторых работах отмечается, что при отсутствии каких-либо сооружений, проживания людей на территории, где произошло сильное землетрясение, риск отсутствует (нет угрозы жизни и здоровью людей, сохранности исторических и материальных ценностей, как бы нет убытка), поэтому отсутствует и «сейсмическая опасность». Однако, с этим трудно согласиться, потому что при любом сильном землетрясении происходят нарушения экологических функций литосферы и в первую очередь ресурсной и геодинамической, наносится ущерб природной среде и не только на «сегодня», а на определенный промежуток времени и может в будущем непосредственно влиять на условия жизнедеятельности человека. Справедливо, что в большинстве вариантов при *оценке «сейсмического риска»*, на различных уровнях, учитываются природные факторы, определяющие этот риск. Изменения экологических функций литосферы [4; 7] обуславливает определенные затраты на их восстановление. Поэтому, региональный сейсмический риск, необходимо оценивать в пределах всего исследуемого региона не зависимо от уровня его хозяйственного освоения. Среди природных факторов основными являются геологические, которые разделяются на две группы: непосредственно определяющие первичную сейсмическую опасность (геологическое строение, литология и стратиграфия горных пород верхней части литосферы до глубины 30-метров, обводненность их, расчлененность рельефа); вторая группа – это факторы, определяющие вторичную (геологическую) опасность риска (геологические процессы, состояние горных пород и возможность их изменения при определенных условиях – увлажнении, динамических нагрузках и др. явлениях) [1-6; 16; 17; 20; 21].

Приведенные геологические факторы, преимущественно соответствуют имеющим место в Крыму и использованным в процессе оценки регионального риска в Молдове, поэтому за основу, при выполнении данных исследований, были приняты методические рекомендации В.Г. Алказа [4] с дополнениями, учитывающими особенности структурно-тектонических, геолого-



геоморфологических, климатических, гидрологических условий Крыма (грязевой вулканизм, техногенное подтопление, сели и др.).

При изучении имеющейся информации о геологическом строении Крыма главное внимание уделялось источникам, содержащим данные о геологических факторах сейсмического риска. Тектоника отражена на многочисленных тектонических схемах, которые базируются как на фиксистских, так и на плейттектонических концепциях, а также носящих промежуточный характер. Так, на тектонической схеме, приведенной в атласе Крыма, под редакцией Н.В. Багрова и др., основные элементы тектоники, оставаясь в ранее обозначенных границах, в своих наименованиях освобождены от геосинклиальной концепции. В основу оценок геологического строения, выделения отдельных структур, различного уровня положены изданные геологические материалы различных масштабов [10; 11; 13-15; 18; 22; 23].

Перечисленные и другие проблемы методологического характера нельзя считать полностью разрешенными. Они нуждаются в дополнительных исследованиях и обсуждениях. Этот процесс будет продолжаться еще долго и не может являться препятствием для оценки сейсмических рисков всех уровней.

Комплексирование методических приемов позволяет получать необходимые данные для построения картографических моделей повышения сейсмической опасности, обусловленной литологией и стратиграфией горных пород верхней части литосферы, до глубины 30м, гидрогеологическими условиями, развитием карста, техногенных оползней, тиксотропии, набухания горных пород и др. процессами [1-7; 15-17; 26; 27]. Это направление исследований, с дополнениями, реализовано впервые на региональном уровне для территории РК.

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель работы – оценка регионального сейсмического риска в пределах территории Республики Крым. Задачи исследования:

- создание региональных картографических моделей Крыма в масштабе 1:500 000 – первичной сейсмической опасности, вторичной (геологической) сейсмической опасности, уязвимости сооружений, зданий и др. объектов, социального фактора, ожидаемого ущерба от сильного землетрясения.

- подготовка и создание региональной картографической модели сейсмического риска, масштаб 1:500 000.

Цель и задачи исследований, состояние изученности вопроса позволили определить:

Объект исследований – пространственное распределение природных условий, оказывающих влияние на сейсмическую опасность территории РК.

Предмет исследований – особенности пространственного влияния сейсмической опасности на риск от сильных (катастрофических) землетрясений.

Методы исследований. Теоретической основой исследований является гипотеза о значении верхней части литосферы, как многокомпонентной среды, в пределах которой происходит взаимодействие открытых природных систем между собой и техногенной системой, оказывающих влияние на формирование «*сейсмического риска*» в пространстве и времени.

Практической частью является организация и создание механизма для проверки гипотезы на региональном уровне. С помощью региональных картографических моделей осуществляется оценка «*сейсмического риска*» в пространстве и выделение наиболее опасных регионов, социальной обстановки и других факторов, оказывающих влияние на сейсмический риск в пределах Крыма.

Определения «картографические модели сейсмической опасности, риска», применяются согласно фактическим функциям, которые они выполняют. Это не плоские статические изображения распределения развития каких-либо геологических процессов, а их компьютерные копии, имеющие пространственную привязку, определенные параметры и др. показатели, которые с помощью компьютерных технологий могут изменяться во времени и пространстве, то есть возможность для прогнозирования различных вариантов риска от изменения природных условий и по другим причинам, в том числе и техническим.

Для решения поставленных задач использовались методы: сбора, обработки, анализа данных по геологическому строению, литологии и стратиграфии региона, инженерной геологии, гидрогеологическим условиям, сейсмичности, грязевому вулканизму, развитию и активизации

опасных геологических процессов и об их связи с сейсмическими событиями за последние годы, создание базы данных; применение компьютерных технологий для построения картографических моделей с определением пространственного распространения различного уровня сейсмической опасности, оказывающих влияние непосредственно на оценку «*сейсмического риска*». Компактность и ограниченность территории континентального Крыма структурами Черного и Азовского морей, связью структурных образований Равнинного Крыма только на северной его части с Причерноморской впадиной, позволили использовать региональный масштаб 1:500 000 для создания региональных картографических моделей.

В качестве региональной геологической основы принята изданная инженерно-геологическая карта, масштаб 1:500 000, с выделенными инженерно-геологическими регионами и областями, в пределах которых выполнялись оценки уровня сейсмической опасности, обусловленного геологическими, гидрогеологическими, инженерно-геологическими (в том числе геоморфологическими) условиями, развитием геологических процессов. При исследованиях использовался существующий картографический материал и данные, приведенные в изданных работах [8-14; 17; 18; 24; 25]. Использование изданных карт, масштаба 1:500 000 – 1:200 000 допустимо потому, что они являются официальными документами, составленными на крупномасштабном исходном картографическом материале, полученном путем выполнения специальных геологических исследований, которые прошли апробацию в государственных редакционных Советах геологической отрасли СССР, Украинской ССР, Украины.

Согласно теоретическим разработкам, приведенным в работах [4; 7] рассматриваются четыре уровня опасности: низкий (1), умеренный – риск (2), повышенный – кризис (3) и высокий – катастрофический (4), непосредственно оказывающие влияние на сейсмический риск. Этим уровням соответствуют нормированные показатели от 1 до 4. На вспомогательных картах и картографических моделях они отображаются цветом, от зеленого до красного, т. е. в системе «светофора».

Для построения региональной картографической модели первичной сейсмической опасности, вспомогательные карты нормированного индекса уровня сейсмической опасности, разделены на ячейки в соответствии с масштабом (квадраты 20\*20 км). В каждом квадрате определялся индекс уровня сейсмической опасности, обусловленный горными породами, положением уровня грунтовых вод, общей сейсмичностью, рельефом [4]. Аналогично создавалась модель вторичной сейсмической опасности. Использовались карты распределения в пространстве определенных видов геологических процессов с оценкой по районам уровня их опасности, выделенного нормированным индексом. Для каждого процесса были построены соответствующие карты. В элементарной ячейке определялся средневзвешенный нормированный показатель опасности от всех процессов, которые могли активизироваться после реализации катастрофического землетрясения. Составление региональной картографической модели так же выполнялось в масштабе 1:500 000 на основе использования аналогичных элементарных ячеек и результатов переписи населения Крыма в 2014г., отображенных на карте плотности населения, приведенной в Приложении к Постановлению Совета Министров Республики Крым от 30 декабря 2015 г. № 855 «Об утверждении Схемы территориального планирования Республики Крым». Для оценки опасности использовались четыре уровня нормированных показателей, отображающих плотность населения в пределах оцениваемой территории.

Основные исходные данные для оценки уязвимости были получены из космических карт необходимого масштаба (crimeamap.ru) и при обследовании опорных участков типовых населенных пунктов. Для региональной модели населенные пункты были разделены на четыре группы (города с населением более 100 тыс. и 50-100 тыс., поселения городского типа и села). Такая классификация обусловлена тем, что процент зданий с повышенной уязвимостью (тип А) наиболее высокий в сельских поселениях и достигает 89% и более, в то время как в крупных городах не превышает 75-78%. Однако, анализ мирового опыта оценки разрушений после разрушительных землетрясений указывает на то, что не все сооружения типа А разрушаются. Группой специалистов при участии Б.Г. Пустовитенко обосновали наиболее возможные оценки количественных показателей уязвимости (медианные значения). Согласно этим оценкам разрушения различных типов зданий (А, В, С), соответственно составляют 75; 40; 10 %. Для каждой ячейки рассчитывались средневзвешенные показатели уязвимости.

При оценке ожидаемого ущерба учитывались возможные потери валового регионального

продукта на человека в год в рублях, по курсу 2015 г. (130569,9 р. на душу населения). Более близкие данные не были представлены по запросу. Кроме того, учитывался возможный ущерб от разрушения экологически опасных объектов, исторических, архитектурных, природных охраняемых памятников. Определялся возможный ущерб при разрушении зданий, где могли находиться большое количество людей (железнодорожные и крупные автовокзалы, порты, аэропорты, театры и др.), согласно (ГОСТ Р 54247-2010). При этом приоритет отдавался экологически опасным объектам, определенным МЧС РФ (Приказ от 25 октября 2004 года № 484), количество которых определено по городам и крупным населенным пунктам Крыма. По приказу к особо опасным относятся в первую очередь ядерно-, радиационно-, химически-, пожаровзрывоопасные объекты. Определялось нормированное значение возможного годового ущерба с учетом вероятности сейсмического события и весового показателя.

Региональный сейсмический риск определялся с учетом сейсмической первичной и вторичной (геологической) опасностей, ожидаемой уязвимости, плотности населения (социального фактора), вероятного показателя ожидаемого ущерба. Для этого использовались картографические модели, компьютерные, математические, картографические и другие методы.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для территории Республики Крым с высокой степенью сейсмической опасности стратегия устойчивого развития экономики и экологической безопасности состоит в принятии превентивных мер по предотвращению возможного ущерба от разрушительного землетрясения и/или его минимизации [1-7; 15-17; 26; 27].

Главной составляющей превентивных мероприятий является оценка и прогноз сейсмической и геологической опасностей. Решение этой сложной и многофакторной задачи является наиболее актуальным, как для республики в целом, так и для крупных городов в связи с все возрастающими потребностями освоения новых территорий под строительство жилого фонда, курортных комплексов и ответственных сооружений. В данной работе рассмотрены впервые результаты оценки и картирования сейсмической (первичной) и геологической (вторичной) опасностей для территории РК, в которых обобщены основные природные факторы, определяющие уровень регионального сейсмического риска. Этими факторами являются сейсмичность (карты общего сейсмического районирования – ОСР-2004), рельеф, горные породы верхней зоны литосферы, их обводненность, геологические процессы - оползни, карст, подтопление, сели, грязевый вулканизм, разжижение и просадки лессовидных горных пород, активизация процессов выветривания и др., возникающие или активизирующиеся после основного сейсмического события.

В результате исследований обоснованы и определены расчетные ячейки соответственно масштабу картографической модели, для которых рассчитываются интегральные показатели сейсмической опасности, уязвимости, социального и экономического факторов, ущерба и регионального сейсмического риска.

Унифицированы условные обозначения к основным региональным картографическим моделям:

- на всех региональных картографических моделях нанесены, по координатам, сетки элементарных ячеек для масштаба 1:500 000 в виде квадратов 20\*20км;
- в квадратах цифрами обозначаются их порядковые номера и нормированные показатели;
- выделяются четыре уровня показателей, определяющих поля опасностей и риска в пространстве. По аналогии с принятыми в экологической геологии и сейсмологии [1; 3; 4; 7]:
- пороговое значение 5% (изолиния 0,05) – все показания ниже этого значения указывают на благоприятные геологические и сейсмические условия, на незначительную уязвимость, ущерб и, следовательно, незначительный риск. На картографических моделях такие территории окрашены в зеленый цвет;
- в пределах территорий, ограниченных пороговыми значениями 5 – 25% (изолинии 0,05–0,25) все перечисленные выше показатели нарушены, на уровне риска. На картографических моделях они покрашены желтым цветом;
- на территориях, ограниченных пороговыми значениями 25 – 50% (изолинии 0,25–0,50) все перечисленные выше показатели, значительно нарушены, на уровне кризиса. На картографических моделях они покрашены оранжевым цветом;
- в пределах территорий, где все показатели, определяющие сейсмический риск, выше



уровнем опасности. Значительная часть площади повышенной карстовой опасности приходится на сейсмоопасные зоны с интенсивностью  $I \geq 7$  баллов.

Грязевой вулканизм распространен в основном на Керченском полуострове с сейсмическими воздействиями 8 и более баллов.

Оползневые процессы в Крыму распространены вдоль Южного берега Крыма (ЮБК), на Керченском полуострове и на западном побережье вблизи г. Севастополь. К северным и южным склонам горного Крыма приурочены основные селеопасные районы.

Сели распространены преимущественно на южных и северных склонах Горного Крыма. Наиболее селеопасным является Юго-Восточный селевой район (бассейны водотоков балка Канака – р. Ворон).

Наиболее высокая вероятность разжижения и просадок лессовых горных пород характерна для Равнинного Крыма, Керченского полуострова и Предгорья.

Природное и техногенное подтопление развито в Присивашье и на Керченском полуострове. Локальное подтопление отмечается практически во всех городах и поселениях городского типа в Равнинном Крыму, на Керченском полуострове и в Предгорье. Обусловлен этот вид подтопления преимущественно техногенными факторами (потери воды при транспортировке из водопроводных и канализационных сетей, прудов накопителей и др. водных объектов) [8-14; 16; 17; 20; 21; 24; 25].

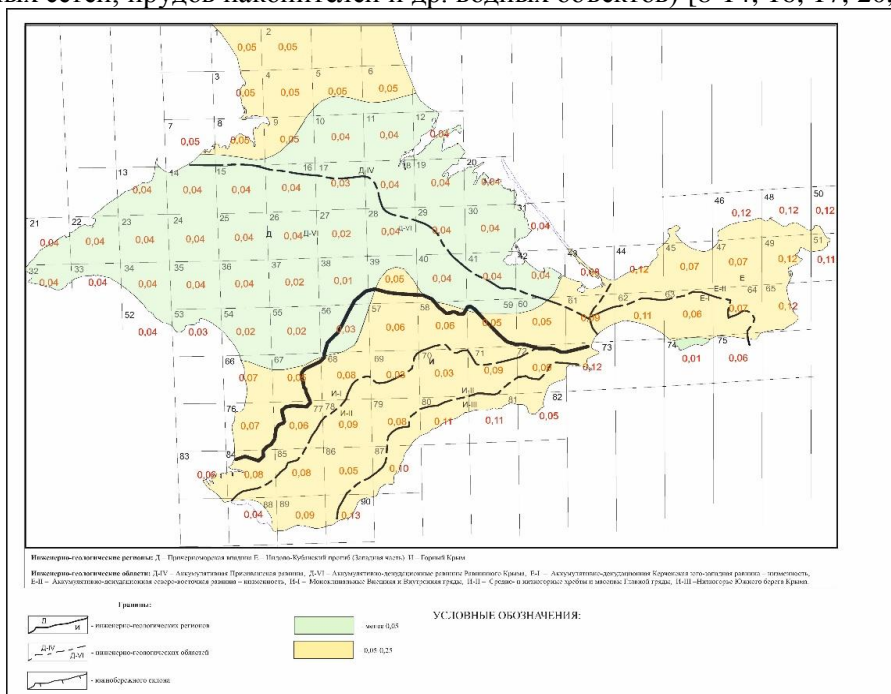


Рис.2. Картографическая модель геологической (вторичной) сейсмической опасности территории Крыма [8 – 14; 16; 17; 20; 21; 24; 25]

**Региональная картографическая модель пространственного распределения плотности населения (социального фактора)**

Оценка социального фактора выполнена по результатам переписи населения РК в 2014г. и с учетом данных, приведенных на карте распределения плотности населения на территории Крыма. Выделено четыре уровня нормированного показателя социального фактора по плотности населения в чел./кв. км: низкий – до 10; умеренный – от 10 до 200; повышенный – от 200 до 500; высокий – от 500 до более 2000.

На картографической модели пороговые линии, ограничивающие площади распределения социального фактора равны: 0,05; 0,25 и пространства ограниченные ими окрашены в зеленый и желтый цвета. Высокие показатели плотности населения характерны отдельным населенным пунктам и на региональной картографической модели не могут быть отображены. Показатели социального фактора на картографической модели не противоречат плотности населения, т.е. самые высокие показатели социального фактора приурочены к ячейкам, где расположены крупные города с сопутствующими им населенными пунктами и Южному побережью Крыма.

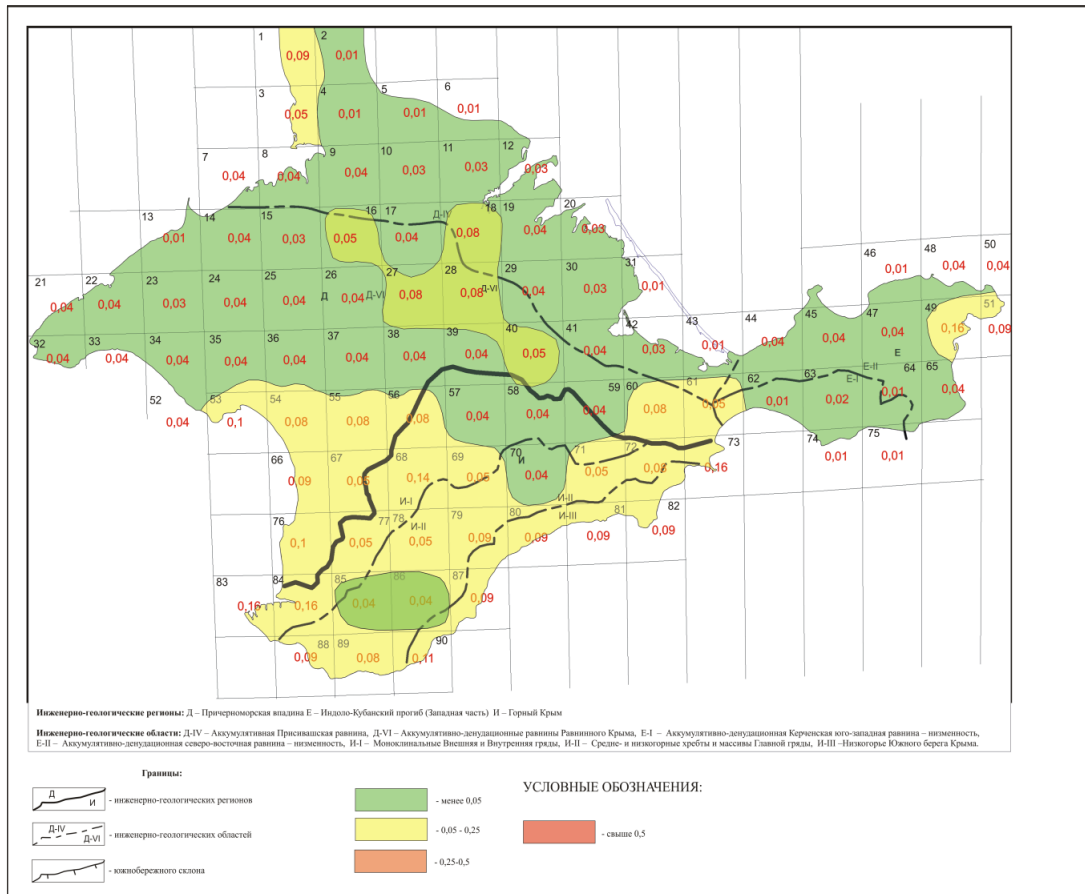


Рис.3. Региональная картографическая модель социального фактора (crime map.ru) Крыма

Для оценки регионального сейсмического риска созданы региональные модели пространственного распределения уязвимости зданий и др. объектов и экономического фактора.

**Региональная картографическая модель пространственного распределения уязвимости зданий и др. объектов**

Необходимого для оценки уязвимости ответа на запрос, о состоянии зданий в населенных пунктах РК, от Министерства строительства и архитектуры не получили. Региональное обследование выполнить в сроки работ, определенные программой, невозможно. Поэтому оценку уязвимости выполнили по методике, предложенной в работах [4:5], с дополнениями и изменениями, приведенными в разделе методика исследований. При этом учли, что даже при сильных землетрясениях не все здания разрушаются, то есть в среднем для типов А, В и С медианные значения количества разрушений составляют 0,75; 0,40 и 0,20. Применение дешифрирования космических снимков в масштабе, соответствующем региональному уровню моделирования в сочетании с рекогносцировочным обследованием типовых населенных пунктов (городов Симферополя, Джанкоя, Феодосии, Алушты, поселений городского типа Красногвардейска, Гвардейского и др., сел Отважное, Танковое, Ишунь и др.) позволило установить примерные проценты зданий типов А, В, С для определенных групп населенных пунктов. Установлено, что наиболее высокий процент зданий типа А (до 89%) характерен для сельских населенных пунктов, а наиболее низкий (до 78%) для городов первой категории, с населением более 100 тыс. человек. Учет этих показателей позволил более точно определить нормированные показатели в каждой расчетной ячейке.

Все эти мероприятия дали возможность оценить региональную уязвимость и приблизить к реальным показателям. Региональные показатели уязвимости не превышают повышенных (25%). Хотя, возможно, в некоторых сельских поселениях уязвимость может быть и более высокой. Картографическая модель уязвимости достаточно хорошо совпадает с картой плотности населения и не выходит за пороговый показатель 0,25 (25%).

**Региональная картографическая модель экономического фактора**

Основными исходными данными, для определения показателя экономического фактора, были:

- валовой региональный продукт на душу населения в рублях составлял за год в 2014г. – 100526,4 и 130569,9 в 2015г.;

- нормированные показатели, обусловленные наличием экологически опасных объектов, охраняемых археологических, архитектурных, исторических, природных объектов и памятников, больниц, учебных заведений различного уровня и других объектов экономики, разрушение которых повысит общий ущерб.

С учетом перечисленных исходных данных, для каждой ячейки определялся нормированный показатель возможного (ожидаемого) ущерба. Естественно, этот показатель является ориентировочным. Однако, несмотря на это на картографической модели отчетливо отображаются территории, где возможен наиболее значительный экономический ущерб от гибели людей, разрушений зданий, производственных экологически опасных объектов. Например, север Крымского полуострова имеет высокий показатель экономического фактора, обусловленный наличием объектов химической промышленности, которые МЧС РФ относит к особо опасным. Максимальные ущербы ожидаются в г. Севастополе, г. Симферополе, г. Феодосии, г. Керчи.

Нормированные показатели, обусловленные наличием экологически опасных объектов, охраняемых археологических, архитектурных, исторических, природных объектов и памятников, больниц, учебных заведений различного уровня и других объектов экономики, разрушение которых повысит общий ущерб.

С учетом перечисленных исходных данных, для каждой ячейки определялся нормированный показатель возможного (ожидаемого) ущерба. Естественно, этот показатель является ориентировочным, но картографическая модель отчетливо указывает, где возможен наиболее значительный экономический ущерб от гибели людей, разрушений зданий, производственных и экологически опасных объектов. Например, север Крымского полуострова имеет высокий показатель экономического фактора, обусловленный наличием объектов химической промышленности, которые МЧС РФ относит к особо опасным. Максимальные ущербы ожидаются в г.г. Севастополе, Симферополе, Феодосии, Керчи.

#### ***Региональная картографическая модель сейсмического риска***

Принцип построения этой картографической модели ничем не отличается от приведенных для предшествующих моделей. В каждой элементарной ячейки определялся нормированный показатель риска. Выделялись четыре уровня сейсмического риска (нормы – риск минимальный, ограниченный пороговой изолинией 0,05, поле умеренного риска находится между изолиниями 0,05-0,25, пороговыми изолиниями 0,25-0,50 ограничено поле повышенного сейсмического риска – кризиса, а максимально высокий сейсмический риск ограничивается изолинией – 0,50.

Повышенные значения регионального сейсмического риска установлены в южных районах Крыма, в пределах промышленных центров, что обусловлено комплексным влиянием сейсмических, геологических, геоморфологических условий, уязвимостью зданий, социальным и экономическими факторами. Достаточно высокие показатели сейсмического риска указывают на необходимость постоянно учитывать сейсмический риск при освоении новых территорий и в пределах существующих природно-технических систем (ПТС) при их эксплуатации и обустройстве.

### **ВЫВОДЫ**

Все задания, предусмотренные задачи исследований выполнены. Построены картографические модели регионального сейсмического риска по территории РК, включающие блоки оценки первичной сейсмической опасности, вторичной (геологической) опасности, уязвимости зданий, социального и экономического факторов. Разработанные оценки регионального сейсмического риска, при необходимости могут быть использованы в качестве первичных основ для оценки индекса сейсмического риска территории РК.

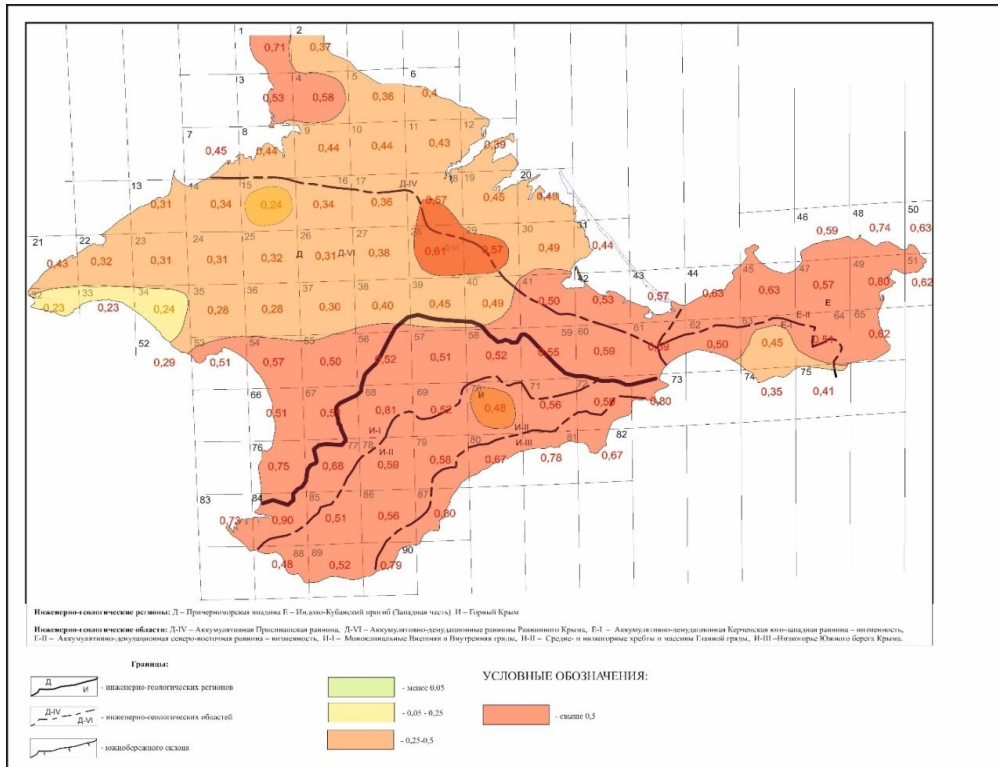


Рис.6 Региональная картографическая модель сейсмического риска Крыма

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты этих исследований могут быть использованы при оценке новых территорий для освоения и строительства, а также для уточнения сейсмической опасности и риска в существующих ПТС. В дальнейшем необходимо совершенствовать методику оценки локального сейсмического риска и выполнять его оценку в пределах основных курортно оздоровительных центров Южного и Западного побережья Черного моря и в пределах Керченского полуострова, что позволит более рационально использовать их природные ресурсы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Российская архитектурно-строительная энциклопедия. Том X: Безопасность строительства, надежность зданий и сооружений [Текст] / Главный редактор Дарков А.К. – М.: ФГУП ВНИИТПИ, 2005. – 301 с.
2. Рогозин, А.Л. Общие закономерности формирования и количественная оценка природных рисков на территории России [Текст] / А.Л. Рогозин // Проблемы анализа риска. – 2006. – Том 3, № 2. – С. 174–194.
3. Рогозин, А.Л. Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техногенных процессов (история, методология, методика и примеры) [Текст] / А.Л. Рогозин // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1993. – Вып. 3. – С. 16–41; Вып. 5. – С. 4–21.
4. Алказ, В.Г. Основы прогноза сейсмической опасности и сейсмического риска территории республики Молдова [Текст] / В.Г. Алказ – Кишинев: ИСМ, 2007. – 229 с.
5. Фролова, Н.И. Сейсмическая безопасность городских территорий: на примере г. Сочи / Фролова Н.И., Ларионов В.И., Сушев С.П., Угаров А.Н., Кожаринов С.В. // Материалы I Международного экологического форума в Крыму «Крым – эколого-экономический регион. 2017 года / Под ред. В.А. Иванова, Е.И. Игнатова, И.С. Кусова, Н.Н. Миленко, Е.В. Ясеновой, Е.А. Котельянец. — Севастополь: Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе, 2017 – С. 108-112.
6. Пустовитенко, Б.Г. Новые карты общего сейсмического районирования территории Украины. Особенности модели долговременной сейсмической опасности [Текст] / Б.Г. Пустовитенко, В.Е. Кульчицкий, А.А. Пустовитенко // Геофизический журнал. – 2006. – № 3. – С. 54–77.
7. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т. и др. Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: МГУ, 1997. – 368 с.
8. Объяснительная записка к карте распространения экзогенных геологических процессов на территории Украины, масштаб 1:500 000 (листы 16; 17) / Колот Э.И., Геращенко С.Г., Ищенко Е.Ф. и др. – Киев: Геоинформ, 1998. – 65 с.
9. Карта распространения экзогенных геологических процессов на территории Украины, масштаб



1:500 000. – Киев: «Геоинформ», 1998. – (листы 16; 17).

10. Инженерно-геологическая карта Украинской ССР, масштаб 1:500 000. – Киев: ЦТЭ, 1985. – (листы 16; 17).

11. Инженерно-геологическая карта Украинской ССР. Масштаб 1: 500000 Объяснительная записка / Лужецкий А.Н., Пономарев В.С., Белостоцкая К.Е. и др. – К.: Министерство геологии УССР, 1985. – 132 с.

12. Специализированная гидрогеологическая карта грунтовых вод Украинской ССР, масштаб 1:500 000. – Киев: ЦТЭ, 1985. – (листы 16; 17).

13. Рубан, С.А., Шинкаревский М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. Монографія. – К.: УкрДГРІ. 2005. – 572 с.

14. Гидрогеология СССР, том VIII, Крым [Текст] / Ред. В.Г. Ткачук – М.: «Недра», 1971. – 364 с.

15. Лущик, А.В. Инженерно-сейсмогеологические условия – один из основных показателей устойчивого развития территорий [Текст] / А.В. Лущик, Н.И. Швырло, Е.А. Яковлев // Палеоэкология и современное состояние геологической среды Беларуси. – Минск: БелНИГРИ, 1998. – С. 112–120.

16. Шестопалов, В.М. Эколого-геодинамические аспекты влияния регионального подъема уровня грунтовых вод и подтопления земель Украины на снижение инженерно-сейсмогеологической безопасности жилищных и промышленных объектов [Текст] / В.М. Шестопалов, А.Н. Трофимчук, А.В. Лущик, Е.А. Яковлев // Тр. Международной научной конференции. – М.: МГУ, 2006. – С. 142–144.

17. Лущик, А.В. Провідні фактори впливу підтоплення лесових товщ на інженерно-сейсмологічну безпеку / Лущик А.В., Яковлев Є.О., Рогожин О.Г. // Збірник наукових праць 13 Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (29 вересня – 3 жовтня 2014 р.) – К.: МП Леся, 2014. – С. 164–172.

18. Геология СССР. Крым. Геологическое описание / [гл. ред. Сидоренко А.В.; отв. ред. Муратов М.В.] – М.: Недра, 1969 – Т. VIII. – 1969. – 576 с.

19. Лущик, А.В. Региональная оценка сейсмической и геологической опасностей – необходимая составляющая повышения экологической безопасности Крыма / А.В. Лущик, Т.А. Иваненко, Б.Г. Пустовитенко, С.К. Сухорученко, Ю.А. Бурим // Материалы I Международного экологического форума в Крыму «Крым – эколого-экономический регион. 2017 года / Под ред. В.А. Иванова, Е.И. Игнатова, И.С. Кусова, Н.Н. Миленко, Е.В. Ясеновой, Е.А. Котельянец. — Севастополь: Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе, 2017 – С. 121–124.

20. Сухорученко, С.К. Изменение эколого-геологического состояния набухающих нижнемеловых глин Крымского Предгорья в природных и природно-техногенных системах [Текст] / С.К. Сухорученко // Строительство и техногенная безопасность. – 2011. – №40. – С. 89–94.

21. Сухорученко, С.К. Деформационно-прочностные характеристики нижнемеловых глин Крымского Предгорья (особенности изменений их под влиянием техногенных факторов) [Текст] / С.К. Сухорученко // Строительство и техногенная безопасность. – 2009. – №27. – С. 57–65.

22. Заика-Новацкий, В.С. О возрасте вулканитов Крымского Предгорья. // Тектоника и стратиграфия. – 1981. – Выпуск 21. – С. 70–76.

23. Лебединский, В.И., Макаров, Н.Н. Вулканизм Горного Крыма. – К.: Академия наук, 1962. – 208 с.

24. Дублянская, Г.Н., Дублянский, В.Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление. – Пермь: Пермский университет, 1998. – 218 с.

25. Дмитриева, А.Ю. Карст и пещеры Симферополя (Предгорный Крым) / А.Ю. Дмитриева, Г.В. Самохин, Г.Н. Амеличев // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». – 2012. – Том 25 (64). – №2 – С. 48–59.

26. СП 14.13330.2013. Строительство в сейсмических районах (СНиП II-7-81\*). – М., 2013. – 120 с.

27. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200111003>.

## ASSESSMENT OF REGIONAL SEISMIC HAZARD AND SEISMIC RISK IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

<sup>1</sup> Pustovitenko B.G., <sup>2</sup> Luschik A.V., <sup>3</sup> Ivanenko T.A., <sup>4</sup> Sukhoruchenko S.K

<sup>1,4</sup> The state Autonomous institution of the Republic of Crimea "Crimean expert Council on seismic hazard assessment and earthquake prediction", Simferopol, Crimea

<sup>2,3</sup> V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** Presented results of mapping of seismic (primary) and geological (secondary) hazards necessary for the calculation of seismic regional risk in the Crimea.

**Keywords:** seismic hazard, ground conditions, secondary effects, seismic risk.

УДК 666.3.046

## МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ – ЭФФЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Федоркин С.И.<sup>1</sup>, Макарова Е.С.<sup>2</sup>, Елькина И.И.<sup>3</sup>, Когай Э.А.<sup>4</sup>

Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И.Вернадского,  
295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
e-mail: <sup>1</sup>kfu.fedorkin@mail.ru, <sup>2</sup>k.makarova11@gmail.com, <sup>3</sup>irivel@mail.ru, <sup>4</sup>kogay\_emil@mail.ru

**Аннотация.** В статье предложена технология производства рядового и лицевого кирпича на основе известняковых попутных продуктов производства камня, облицовочных плит на основе попутных продуктов содового производства, теплоизоляционной антикоррозионной засыпки на основе попутных продуктов камнедобычи и утилизации пыли вращающихся печей цементного производства с использованием механоактивированных сырьевых компонентов.

**Ключевые слова:** механоактивация, силикат-натриевая связка, высокоскоростное измельчение, вторичное сырье.

### ВВЕДЕНИЕ

Рост производства высококачественных строительных материалов сдерживается в настоящее время исчерпанием запасов качественного природного сырья. В этих условиях большое значение имеет выбор оптимальной технологии, которая позволила бы использовать в производстве вторичное сырье – попутные продукты горнодобывающих, химических, пищевых и других предприятий без снижения эксплуатационных показателей продукции, а также уменьшить загрязнение окружающей среды. Одним из эффективных направлений улучшения качества сырьевых компонентов в производстве строительных материалов является их измельчение с высокими скоростями разрушения частиц. При этом изменение технологических свойств сырья связано с ростом энергии кристаллической решетки частиц, созданием дефектов структуры и других процессов, вызванных механической активацией.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Вопросам механохимической активации твердых попутных продуктов производства высокоскоростным измельчением уделяли недостаточное внимание. Решение этой проблемы, с одной стороны, связано с изучением сложного механизма динамического разрушения твердых тел, а с другой стороны, с созданием оптимальных условий реализации этого механизма при высокоскоростном измельчении. Кроме того, механохимическая активация сырья с использованием высокоскоростного измельчения невозможна без создания специальных измельчителей-активаторов и разработки основных принципов их конструирования. Поэтому сейчас особую актуальность приобретает разработка научно обоснованных технологий механохимической активации вторичного сырья в производстве строительных материалов нового поколения [1–3].

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Главной целью работы, результаты которой приведены в этой статье, является разработка технологических основ механоактивации вторичного сырья высокоскоростным измельчением, получение на его основе эффективных строительных материалов нового поколения и создание ресурсосберегающих технологий их производства.

Использование высокоскоростного измельчения позволяет по новому взглянуть на механизм структурообразования и формирования свойств строительных материалов из механоактивированного вторичного сырья и осуществить нетрадиционные подходы к технологическим параметрам и схемам его переработки.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

В этой работе приведены результаты исследований процессов механоактивации известняковых попутных продуктов добычи камня (рис. 1), пылеуносов вращающихся печей цементного производства, карбонатных попутных продуктов содового производства, пиритных

огарков, гидролизного лигнина и были разработаны способы их переработки в стеновые, теплоизоляционные, облицовочные и вяжущие строительные материалы.



Рис. 1. Отвалы известняковых попутных продуктов камнедобычи Альминского ЗСМ

Одним из эффективных способов размягчения и снижения водопоглощения является гидрофобизация стеновых материалов или сырьевых смесей кремнийорганическими веществами. Некоторые кремнийорганические соединения (органил-хлорсиланы, тетраалколсиланы, органилсиликонаты натрия, полиорганилгидросилокаты и другие) создают на различных материалах водоотталкивающие пленки, то есть обладают способностью гидрофобизировать гидрофильные поверхности. Основной реакцией, которая приводит к созданию водоотталкивающих пленок из полиалкилгидросилоксанов, является их взаимодействие с гидроксильными группами поверхности. Например, между полиэтилгидросилоксаном (ГКЖ-94) и гидроксидом кальция уже при обычной температуре идет химическая реакция с выделением водорода и образованием кальцийорганилсилоксанов, имеющих значительную прочность и вяжущие свойства. Были разработаны технологические параметры получения и исследована структура и свойства стеновых материалов путем сочетания механоактивации известняковых попутных продуктов добычи камня высокоскоростным измельчением с их гидрофобизацией кремнийорганическими веществами. Введение гидрофобной добавки ГКЖ-94 в количестве 0,1–0,15% позволяет получить прочный ( $\sigma_{сж} = 7-9,8$  МПа), водостойкий (коэффициент размягчения 0,8) и морозостойкий материал (35 – и более 50 циклов).

При высокоскоростном измельчении известняковых попутных продуктов в смеси образуется оксид кальция, размещенный по поверхности более крупных зерен.

Добавка водного раствора кремнийорганического вещества к механоактивированной сырьевой смеси ведет к появлению вяжущих свойств гидрофобизатора с получением при прессовании крепкого водостойкого материала. Эффект повышения прочности усиливается добавлением активированных глин, содержащих аморфизированные оксиды кремния, алюминия, магния, способные гидратироваться и тем самым участвовать в создании прочных и устойчивых структурообразующих соединений.

Электронно-микроскопические исследования структуры материала позволили выявить продукты взаимодействия ГКЖ-94 с компонентами сырьевой смеси, которые связывают и покрывают частицы материала, обеспечивая повышение прочности образцов, высокую водостойкость и морозостойкость (рис. 2).

Вторым направлением получения стеновых материалов на основе механоактивированного известнякового сырья является использование безводной силикатнатриевой связки [4]. Были исследованы сырьевые смеси на основе известковых попутных продуктов добычи камня и безводной силикат-натриевой связки (силикатной глыбы) и разработана технология получения стеновых материалов. Технологический процесс основывается на отдельной подготовке механоактивированной связки и известнякового заполнителя, при этом последний модифицировался связкой в процессе интенсивного перемешивания. Оптимальные затраты

силикатной глыбы по сравнению с известными технологиями уменьшились с 30 % до 10 – 20 %, предел прочности материала при сжатии составил 22,9 – 58,6 МПа.

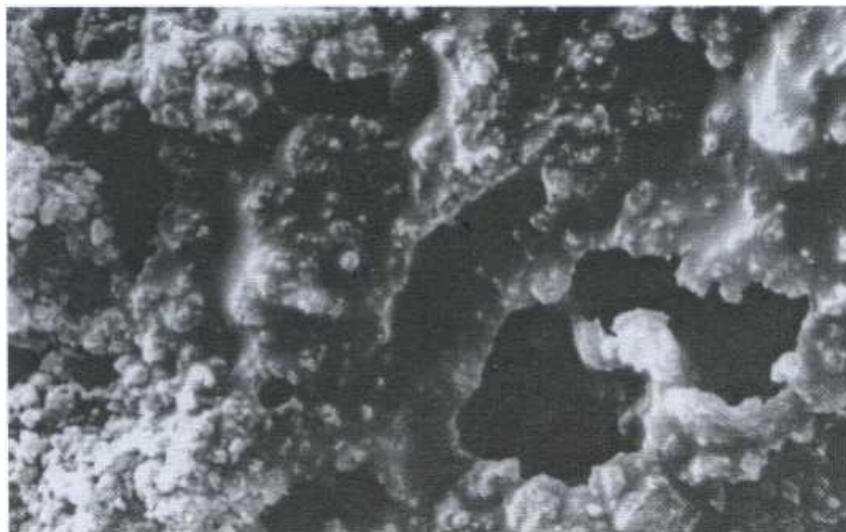


Рис. 2. Структура образца, содержащего 85 % известняковых беглых продуктов, 15 % глины и 0,15 % ГКЖ–94. Увеличение 10000х

Было установлено, что введение в сырьевую смесь пиритных огарков в количестве 5 – 20% повышает прочность образцов в 2–2,5 раза, что связано с их активацией и химическим взаимодействием с продуктами гидролиза силикатной глыбы.

Стоит обратить внимание на процесс изготовления связки. Поскольку аморфный кремнезем силикатной глыбы имеет высокую химическую активность по отношению к оксиду кальция, который образуется при высокоскоростном измельчении известняка, механоактивацию силикатной глыбы проводили с добавкой известняка в мельнице РМУ–100В [4]. Количество известняка составляло 10% от общей массы, что примерно соответствует количеству малых частиц размером до 10 мкм, которые дают наибольший вклад во внутреннюю энергию измельчаемого материала [5]. Для окрашивающего эффекта в вяжущие вводились пиритные огарки – попутные продукты производства серной кислоты ЧАО "Титан". В исследованиях использовалась силикатная глыба ЧАО «Титан» с кремнеземистым модулем 2,9. Основной объем попутных продуктов камнепечения измельчали в шаровой мельнице до 0 ~ 2 мм, после чего известняк модифицировали активированным вяжущим в лопастном смесителе, сырьевую смесь увлажняли до влажности 10 % и прессовали образцы-цилиндры при удельном давлении 25 МПа. Тепловую обработку образцов проводили в режиме: пропаривание при 90–95°С – 4 часа, сушка при 180–200 °С – 4 часа.

При электронно-микроскопических исследованиях структуры образцов были обнаружены кристаллические новообразования от взаимодействия гидросиликатов натрия и оксидов кальция, частицы известняка волокнистой формы и новообразования от ввода пиритных огарков, которые соединяют частицы известняка и безводной силикат-натриевой связки (рис. 3).

Таким образом, модификация известняковых попутных продуктов камнепечения механоактивированным вяжущим на основе безводной силикат-натриевой связки, известняка и пиритных огарков позволило получить образцы стеновых материалов с прочностью до 58,6 МПа и подтвердить возможность использования в технологиях процесса модифицирования веществ малыми частицами.

Изучены известково-кремнеземистые сырьевые смеси с использованием попутных продуктов содового производства и была исследована структура материалов на их основе [6]. Рентгенофазовым и дифференциально-термическим анализами установлено, что высокоскоростная механоактивация известково-кремнеземистой сырьевой смеси на основе попутных продуктов содового производства влияет на процесс структурообразования силикатного материала при его гидротермальной обработке, способствует возникновению более прочных однокальциевых гидросиликатов CSH (B), которые в сочетании с C<sub>2</sub>SH (A) образуют прочный

силикатный материал. Разработан технологический процесс утилизации попутных продуктов содового производства (карбонатные попутные продукты процесса гашения извести) путем приготовления механоактивированного вяжущего, содержащего 70% попутных продуктов содового производства и 30% кварцевого песка, смешивания вяжущего с известняковыми попутными продуктами производства камня и красящей добавкой, вибропрессованием облицовочных плит и их автоклавированием. Полученные облицовочные плиты средней плотности 1600-1900 кг/м<sup>3</sup> с пределом прочности при сжатии 5–10 МПа и морозостойкостью более чем 25 циклов.



Рис. 3. Структура образца, содержащего 80 % известняковых попутных продуктов, 10% силикатной глыбы и 10 % пиритных огарков. Увеличение 5000х

Важным направлением утилизации известняковых попутных продуктов производства камня является получение на их основе теплоизоляционных порошков для засыпки, которые, например, используются при бесканальной прокладке трубопроводов. Расширение функциональных возможностей порошков позволяет значительно уменьшить капитальные затраты, экономить дефицитные материалы, сократить сроки строительства.

На основе известняковых попутных продуктов производства камня и гидролизного лигнина был разработан порошковый материал, который кроме гидрофобных и теплоизоляционных свойств имеет антикоррозионный эффект. Этот эффект обеспечивается наличием в смеси гидролизного лигнина, антикоррозионные свойства которого связаны с его способностью образовывать комплексные соединения с металлами и, в частности, с оксидами железа и его соединениями. Гидролизный лигнин является отходом гидролизно-дрожжевых заводов в измельченном и модифицированном виде представляет собой порошковый преобразователь ржавчины (ППР). Физико-химической основой производства теплоизоляционного антикоррозионного порошкового материала является способность гидролизного лигнина диспергироваться до размера частиц 2 мкм, взаимодействовать с оксидом кальция, который образуется при совместном высокоскоростном измельчении известняковых попутных продуктов и гидролизного лигнина. Оксид кальция взаимодействует с карбоксильными группами природного редокс-полимера (гидролизного лигнина) с образованием кальциевой соли редокс-полимера, которая может образовывать за счет функциональных групп – спиртовых, фенольных и карбоксильных – комплексные соединения с оксидами и гидроксидами железа. В результате прекращается коррозионный процесс, то есть кальциевая соль редокс-полимера, которая образовалась, придает смеси антикоррозионные свойства.

Были разработаны технологические параметры получения теплоизоляционного порошкового материала путем высокоскоростного совместного измельчения компонентов. При этом установлено, что высокоскоростное измельчение известняка совместно с ППР по данным рентгенографического анализа приводит к возникновению кристаллов кальцита (снижение интенсивности пиков кальцита) по сравнению с измельчением без ППР. Насыпная плотность засыпки 670-780 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,08-0,14 Вт/м К.

Механоактивация высокоскоростным измельчением использована для разработки способа утилизации пыли клинкерообжигающих печей цементного производства. Более 80% пыли,

образующейся на цементных предприятиях, улавливаемой пылеудерживающими агрегатами, выделяется клинкерообжигающими печами. Основным направлением утилизации пыли печей является ее использование непосредственно в процессе производства цемента. Обычно пыль различными способами возвращают в печь или используют при производстве смешанных вяжущих, силикатного кирпича, силикатных бетонов, асфальтовых бетонов.

Разработана технология утилизации пыли вращающихся печей, суть которой заключается в скоростном измельчении и механоактивации цементной пыли и ее синхронном введении в цементные силосы вместе с портландцементом. Цементную пыль от электрофильтров из пылеосадительных камер активировали в мельнице СМУ-100В и подавали в портландцемент в количестве 3-15% (масс). Из полученного вяжущего изготавливались стандартные образцы на основе Вольского кварцевого песка и определялись их физико-механические свойства. Результаты исследований (табл. 1) свидетельствуют о положительном влиянии активированной пыли на прочность образцов.

Петрографические исследования структуры цементного камня с примесью механоактивированной цементной пыли не обнаружили новообразований, которые приводят к возникновению дефектов и потери прочности образцов. Поскольку цементная пыль вращающихся печей содержит повышенное количество  $SO_3$  и  $Na_2O+K_2O$ , что регламентируется стандартом, по сравнению с портландцементом, объем пыли, который добавляют в ПЦ, ограничивается суммарным содержанием в вяжущем именно этих оксидов. Простой расчет показывает, что для большинства цементных заводов объем пыли не превышает 5–7%. В частности, для Бахчисарайского цементного завода это количество превосходит весь объем пыли улавливаемой пыли, то есть весь объем пыли может быть полностью утилизирован без снижения качественных характеристик портландцемента.

Исследование физико-механических свойств строительных материалов на основе механоактивированного вторичного сырья, которые были изготовлены по разработанным технологиям их производства с использованием новых конструкций высокоскоростных измельчителей-активаторов (рис. 4) [7–10], показывают, что использование механохимической активации вторичного сырья позволяет получить высококачественные строительные материалы с высокими качественными показателями.

Таблица 1.

Физико-механические свойства образцов на основе портландцемента с добавлением цементной пыли

Состав вяжущего		Предел прочности (Мпа) в возрасте 28 сут.	
ПЦ	Цементная пыль	При изгибе	При сжатии
100	-	5,9	34,2
97	3	6,3	34,0
95	5	6,1	35,2
90	10	6,4	36,7
85	15	6,0	34,1

Практика показывает, что невозможно эффективно использовать измельчители одного типа для механоактивации и модификации многих твердых материалов из-за разнообразия их свойств и различных целей процесса механоактивации. Разработан целый ряд высокоскоростных мельниц-активаторов новых конструкций, в которых нагрузка материала осуществляется свободным ударом. В мельницах первого типа свободный удар осуществляется рабочими органами (билами) о частицы материала, в мельницах второго типа – столкновением частиц между собой. Мельницы третьего типа разработаны для получения гомогенизированных двухкомпонентных смесей и для распределения однокомпонентных смесей на активированные потоки материала различной дисперсности и уровня механоактивации. Определены принципы расчета основных параметров высокоскоростных мельниц-активаторов. На основе экспериментальных данных, аналитических и эмпирических зависимостей разработана конструкторская документация, изготовлены экспериментальные образцы роторных мельниц СМУ–100В, СМУ–1000г и центробежно-противопоточной мельницы ВПМ. В результате испытаний высокоскоростных мельниц-активаторов и электронно-микроскопических исследований измельченного в них известняка было установлено, что частицы материала, измельченного в мельницах РМУ–100В и СМУ–1000г имеют одинаковую полидисперсность и размер частиц до 15 мкм. Известняк, измельченный в ВПМ имеет

размер частиц до 40 мкм.

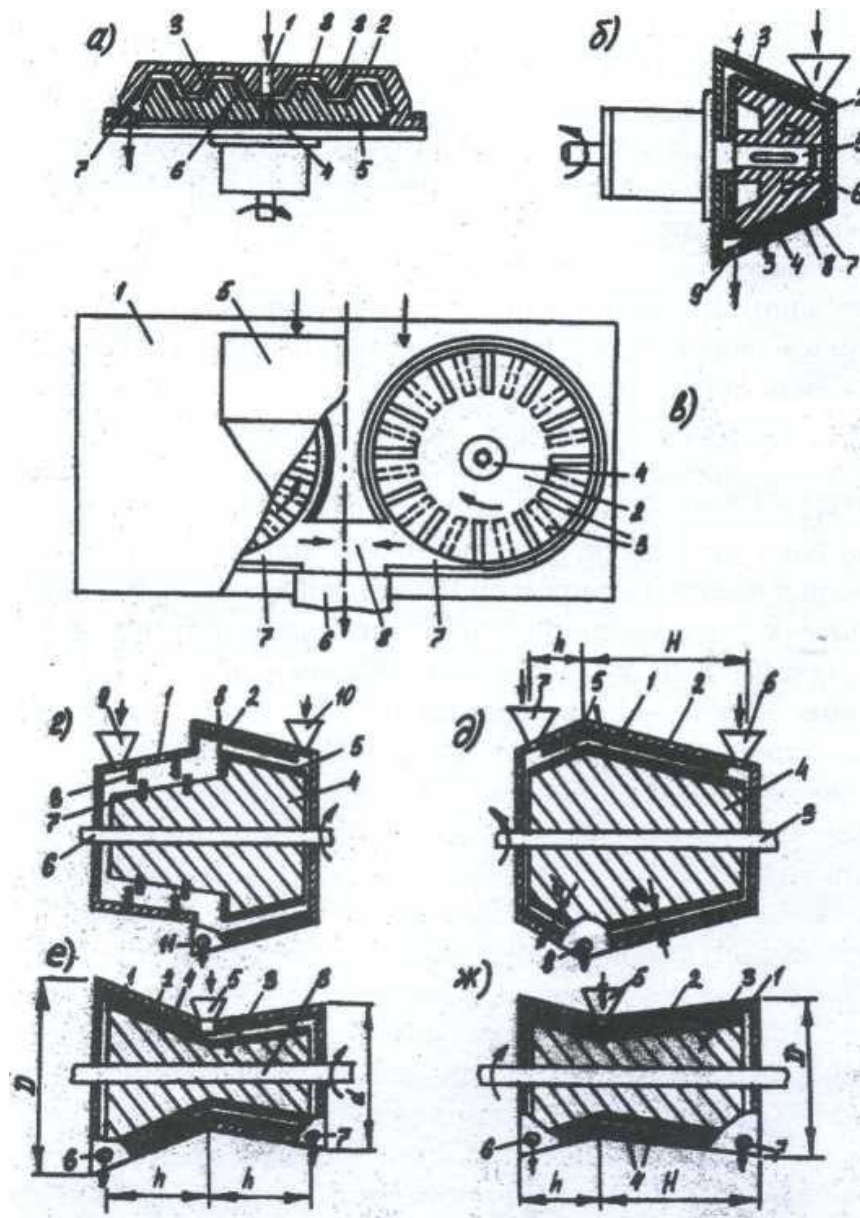


Рис. 4. Конструкции высокоскоростных мельниц-активаторов

Исследовано влияние высокоскоростного измельчения на кристаллическую структуру и температуру диссоциации мраморовидного известняка. Дифференциально-термическим анализом было установлено снижение температуры диссоциации на  $75^{\circ}\text{C}$  механоактивированного известняка, измельченного в высокоскоростной роторной мельнице СМУ, по сравнению с известняком, измельченным в шаровой мельнице. Рентгенографическим анализом показана аморфизация механоактивированного известняка, которая проявилась в снижении степени кристалличности на 28–30 %.

Экспериментально показано, что многократному нагружению с возрастающей интенсивностью следует предпочесть однократную нагрузку с более высокой скоростью. В измельчителе СМУ частицы материала подвергают многократной ударной нагрузке с постоянно возрастающей скоростью удара до 103–109 м/с (размер конечного продукта до 15 мкм). В измельчителе ВПМ частицы материала, скользя с разгонных лопастей, будут иметь в противопотоке значительно меньшее количество столкновений и с меньшей скоростью, хотя скорость первого столкновения в 2,6–2,7 раз превосходит скорость в мельницах РМУ (размер конечного продукта до 40 мкм).

При конструировании высокоскоростных мельниц-активаторов необходимо учитывать положительное влияние роста температуры на процесс измельчения и механоактивации. Технологически такого повышения температуры можно достичь известным мероприятием использованием теплоты, выделяемой при измельчении, например, созданием высокоскоростных мельниц с тепловой изоляцией.

Исследована зависимость снижения уровня механоактивации твердых попутных продуктов производства после прекращения обработки материала. Было установлено, что эффект механической активации снижается с течением времени, исчезая в известняковых попутных продуктах пиления камня через 20 минут, попутных продуктах шиферного производства – через 40 минут, пыли вращающихся печей – через 50 минут. При этом общим для всех попутных продуктов является интенсивный спад уровня механоактивации в первые 5–10 минут после измельчения.

Для использования с максимальной эффективностью внутренней энергии, накопленной материалом в процессе высокоскоростного измельчения, механоактивированные попутные продукты необходимо подвергнуть следующей технологической операции через 1–5 минут после прекращения обработки. В технологических схемах необходимо отказаться от промежуточных накопительных бункеров между высокоскоростными измельчителями и оборудованием следующей стадии.

### **ВЫВОДЫ**

Исследовано влияние интенсивности перемешивания механоактивированных сырьевых компонентов в процессе изготовления сырьевых смесей на физико-механические свойства стеновых материалов и мелкозернистого бетона на основе портландцемента с добавкой пыли вращающихся печей. Показано, что рост скорости перемешивания приводит к росту возможности разрушения агрегатных частиц с обнажением их активной поверхности и равномерного и однородного формирования структуры строительных материалов. Это подтверждено более высокими физико-механическими показателями образцов и изделий. Установлено, что для поддержания активности частиц материала после высокоскоростного измельчения и для усиления эффекта механоактивации в процессе подготовки сырьевых смесей, необходимо использовать интенсивное перемешивание сырьевых компонентов в скоростных смесителях принудительного действия с линейной скоростью вращения лопастей 2–3 м/с при длительности перемешивания 90–120 с.

Обоснованы технологические схемы измельчения и механоактивации твердых попутных продуктов производства и проведена оценка суммарных удельных энергозатрат на эти процессы. Показано, что снижение энергоемкости дробления и измельчения известняка на 10% можно достичь при использовании валковой дробилки перед высокоскоростным измельчением. Удельные энергозатраты при модифицировании материала механоактивированными малыми частицами почти в два раза ниже, чем при активации всего материала.

Разработаны технологические схемы и технологические регламенты процесса производства рядового и лицевого кирпича на основе известняковых попутных продуктов производства камня, облицовочных плит на основе попутных продуктов содового производства, теплоизоляционной антикоррозионной засыпки на основе попутных продуктов камнедобычи и ППП и утилизации пыли вращающихся печей цементного производства с использованием механоактивированных сырьевых компонентов.

Разработанные технологии и высокоскоростные мельницы внедрены на Бахчисарайском цементном заводе, Крымском содовом заводе, НПФ «ЭСПО», МБП «Стройкомплекс» и других предприятиях (рис. 5).

Выполнена технико-экономическая оценка использования технологии в строительной индустрии. Суммарная экономическая эффективность с учетом эффекта от экономического урона, наносимого окружающей среде накоплением попутных продуктов в отвалах и эффекта от реализации продукции на основе механоактивированного вторичного сырья составила около 11 млн. руб.



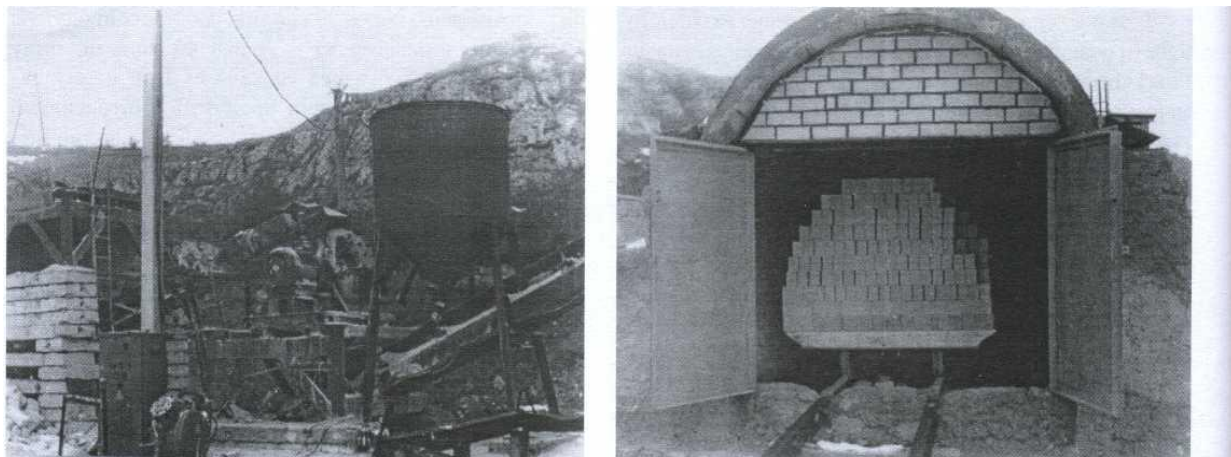


Рис. 5. Производство кирпича из механоактивированного сырья на НПФ «ЭСПО»

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таким образом, результатом проведенных исследований стало создание физико-технологических основ механоактивации вторичного сырья в производстве ресурсосберегающих технологий изготовления стеновых, облицовочных, вяжущих и теплоизоляционных материалов с использованием активированных твердых попутных продуктов промышленности, которые позволяют решить проблему расширения сырьевой базы строительной индустрии за счет дополнительного вовлечения в производство вторичного сырья, а также получить высококачественные материалы для строительной отрасли России.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумов, Е.Г. Механические методы активации химических процессов [Текст] / Е.Г. Аввакумов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 263 с.
2. Кузьмина, В.П. Механоактивация цементов [Текст] / В.П. Кузьмина // Строительные материалы. – 2006. – № 5. – С. 7–9.
3. Федоркин, С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов [Текст] / С.И. Федоркин. – Симферополь: Таврия, 1997. – 180 с.
4. Тотурбиев, Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций [Текст] / Б.Д. Тотурбиев. – Москва: Стройиздат, 1988. – 208 с.
5. Процессы самоорганизации в системах обломочных малых частиц [Текст] / В.И. Ревнивцев, П.С. Владимиров, Г.И. Доливо-Добровольский, О.Н. Тихонов. – Л.: Неорганические материалы, 1990. – Т. 26, кн. 5. – С. 1086–1091.
6. Способ получения строительных изделий [Текст]: пат. 2012548 Рос. Федерация: МКИ С 04 В 28/18. / Федоркин С.И., Фальковский И.Н. – № 5009022/33; заявл. 17.09.91; опубл. 15.05.94, Бюл. № 9. – 5 с.
7. Центробежная мельница [Текст]: пат. 2821 Украина, МКИ В 02 С 07/08. / Федоркин С.И. – № 93300795; заявл. 29.04.94; опубл. 26.12.94, бюл. № 5–И. – 3 с.
8. Центробежная мельница [Текст]: пат. 1729573 СССР, МКИ В 02 С 7/06. / Федоркин С.И., Кононов Е.В., Суворов Г.В. – № 4808151/33; заявл. 16.02.90; опубл. 30.04.92, бюл. № 16. – 3 с.

### MECHANOCHEMICAL ACTIVATION – THE EFFECTIVE DIRECTION OF SECONDARY RAW MATERIAL UTILIZATION IN THE MANUFACTURE OF BUILDING MATERIALS

Fedorkin S. I., Makarova E.S., Yelkina I.I., Kogay E.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** The article proposes the technology of production ordinary and front bricks on the basis of limestone by-products of stone production, facing plates on the basis of passing products of soda production, heat-insulating anticorrosive backfilling on the basis of passing products of stone mining and utilization of dust of rotary kilns of cement production with the use of mechanically activated raw components is proposed.

**Keywords:** mechanoactivation, silicate-sodium binder, high-speed grinding, secondary raw materials.

### Наши авторы

Абрамова Марина Владимировна	к.э.н., доцент, АНО ООВО Университет экономики и управления, г. Симферополь
Акимов Сейран Февзиевич	к.т.н., доцент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Акимова Эльвира Шевкетовна	к.э.н., доцент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Андреев Алексей Владимирович	инженер, ООО Красноярский научно-исследовательский институт промышленного строительства, г. Красноярск
Барчукова Татьяна Александровна	старший преподаватель, ФГБУ ВПО Финансовый университет при Правительстве РФ, Челябинский филиал, г. Челябинск
Бондаренко Евгений Владимирович	аспирант, ИЭУ, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Боровский Борис Иосифович	д.т.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Буланкин Николай Федорович	начальник центра обследования и мониторинга технического состояния строительных конструкций, ООО Красноярский научно-исследовательский институт промышленного строительства, г. Красноярск
Ветрова Наталья Моисеевна	д.т.н., к.э.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского
Ворошило Виктория Викторовна	к.э.н., доцент, ИЭУ, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Гайсарова Анастасия Андреевна	к.э.н., доцент, ИЭУ, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Гармидер Анна Александровна	к.э.н., ассистент, ИЭУ, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Дихтярь Татьяна Валериевна	к.т.н., доцент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Елькина Ирина Ивановна	к.т.н., доцент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Иваненко Татьяна Александровна	к.т.н., АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Каржавин Александр Дмитриевич	магистрант, ФГБОУ ВО ТГАСУ, г. Томск
Кирильчук Светлана Петровна	д.э.н., профессор, ИЭУ, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Клиндух Надежда Юрьевна	к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО СФУ, Инженерно-строительный институт, г. Красноярск.
Когай Эмиль Алексеевич	ассистент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Крутилова Мария Олеговна	аспирант, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород
Кузьменко Ольга Андреевна	ассистент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Леоненко Юлия Сергеевна	аспирант, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Литвинова Элла Валентиновна	к.т.н., доцент, АСА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Лищишина Ольга Анатольевна	специалист по связям с общественностью, Таврическая академия, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Лущик Анатолий Васильевич	д. г-м.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Макарова Екатерина Сергеевна	к.т.н., доцент, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского
Маслак Александр Сергеевич	ст. преподаватель, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Мухатаев Дмитрий Александрович	старший преподаватель, ФГАОУ ВО СФУ, Инженерно-строительный институт, г. Красноярск
Пашенцев Александр Иванович	д.э.н., к.т.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Попова Мария Дмитриевна	студентка магистратуры, ФГАОУ ВО СФУ, Инженерно-строительный институт, г. Красноярск
Пустовитенко Белла Гавриловна	д.ф-м.н., профессор, ГАУ РК «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений», г. Симферополь
Рабцевич Ольга Валерьевна	к.э.н., доцент, ФГБОУ ВО ТГАСУ, г. Томск
Сухорученко Сергей Константинович	к. геол.н., ГАУ РК «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений», г. Симферополь
Федоркин Сергей Иванович	д.т.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского
Цикин Алексей Максимович	к. х. н., ООО «НИИгазэкономика», ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва
Цопа Наталья Владимировна –	д.э.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Чемодуров Владимир Трофимович	д.т.н., профессор, АСиА, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Чибисов Александр Сергеевич	студент магистратуры, ФГАОУ ВО СФУ, Инженерно-строительный институт, г. Красноярск
Швец Ирина Юрьевна	д.э.н., профессор, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации г. Москва

Правила оформления статей в сборник  
«Экономика строительства и природопользования»

Объем статьи, включая таблицы, рисунки и фотографии не должен превышать 10 страниц.

Шрифт. Нормальный Times New Roman (TNR), одинарный интервал; интервал шрифта – обычный (без растяжения или уплотнения). Варианты шрифта в тексте статьи: типа *курсива* или жирного шрифта *допускаются*, подчеркивание слов и предложений *не допускаются*.

Оформление статьи. Параметры страницы: верхнее – 2,5 см, нижнее – 2,5см, левое-2,5см, правое-2см.

Таблицы. Таблица озаглавляется словом Таблица 1 (шрифт – обычный TNR 10 пт, по центру) со следующим за ним номером с точкой. Далее помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), без заключительной точки. Размер таблиц и рисунков не должен превышать размер В5 (12,5 x 19,5 см). Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 10 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

Рисунки и графики. Рисунки и графики озаглавляются словом Рис.1 (шрифт – обычный TNR 10 пунктов) со следующим за ним номером с точкой. Рисунки выполняются в графических редакторах, совместимых с Word и размещаются по тексту. Под рисунком помещается подпись. Короткая подпись центрируется, а если длинная – форматируется с абзацем первой строки. Качество рисунков и графиков должно обеспечивать прочтение и тиражирование. Рисунки и графики нумеруются арабскими цифрами.

Формулы. Формулы набираются в редакторе формул Equation или Math Type. Использовать для набора формул графические объекты, кадры и таблицы *запрещается*. Формула располагается по центру строки, номер формулы (в круглых скобках, TNR 11 пт) – по правому краю страницы, от окружающего текста отделяется пустыми строками. Формульное окно принудительно растягивать или сжимать нельзя. Применение единиц измерений в международной системе СИ – *обязательно*.

Обязательный порядок статьи.

Название статьи шрифт TNR 12 пт все прописными.

Имя и фамилия автора(ов), шрифт обычный TNR 12 пт.

Место работы авторов, шрифт обычный TNR 9 пт., адрес места работы, e-mail

Аннотация статьи (Annotation) от 100 до 200 слов, шрифт обычный TNR 9 пт.

Ключевые слова (Key words) до 6 слов, необходимых для поиска или классификатора, шрифт обычный TNR 9 пт.

Текстовая часть. Статья должна содержать такие разделы: введение; анализ публикаций, материалов, методов; цель и постановка задачи исследований; основной раздел с результатами и их анализом; выводы, список литературы. Заголовки разделов набираются строчными буквами, шрифт TNR 11 пт, центрируются.

Научное издание

**ЭСиП** №1(66) – 2018

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Сборник научных трудов Академии строительства и архитектуры (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»